

Trabajo de fin de Grado

Ingeniería Civil

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Autor: Leonor Gonzalo Fernández

Tutor: M^a Carmen Molina González

Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo de fin de Grado
Ingeniería Civil

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Autor:

Leonor Gonzalo Fernández

Tutor:

M^a Carmen Molina González

Profesor Asociado

Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

Trabajo de Fin de Grado: Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Autor: Leonor Gonzalo Fernández

Tutor: M^a Carmen Molina González

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

AGRADECIMIENTOS

Muchos de los que hemos tenido la suerte de cursar el grado en Ingeniería Civil pueden estar de acuerdo conmigo que no siempre es un camino de rosas y que hace falta mucho esfuerzo y hacer sacrificios para llegar a donde estamos, pero tampoco podremos decir que no es algo que no nos esperásemos ni que sea algo que no nos enorgullezca.

He tenido la gran suerte de contar con el apoyo indispensable de mi familia y mis amigos, sin el cual estoy segurísima de que no habría sido capaz de llegar hasta aquí. Agradecer especialmente a mis padres y a mis hermanas, los cuales han sufrido mis momentos de caída y desmotivación y se han alegrado hasta más que yo de mis triunfos. A mis compañeros de batalla, con los que tantas horas de estudio hemos compartido que mirando para atrás ojalá volver a esos momentos. A las personas que estaba antes de empezar y a las que se ha unido a mitad o al final del camino que son tan importante o más que los primeros. A mi tutora por haber confiado en mí en estos tiempos tan difíciles de cambios y haber estado para ayudarme siempre que lo he necesitado. A mis profesores, a mi familia, a mis amigos, a todos. Muchas gracias por no dejar que tire la toalla y por acompañarme a llegar a la meta, que es el inicio de todo, disfrutando cada paso del camino.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo el análisis de la cuenca alta del río Guadalhorce, en la provincia de Málaga. Se compondrá de un estudio comparativo mediante tres métodos de obtención de caudal máximo de avenida de las subcuencas que componen la zona analizada, así como su evolución temporal.

Estos métodos, ampliamente empleados en el ámbito de la hidrología superficial, son el Método Racional, el cual solo proporcionará resultados en términos de caudales, el Método de los Bloques Alternos y el Análisis de Huff, obteniéndose de ellos el hietograma resultado de las subcuencas.

Podemos realizar una diferenciación entre estos tres métodos según los datos de entrada requeridos o input. En el caso del Método Racional, se hará uso del *Mapa de Máximas Lluvias Diarias de la España Peninsular* para la obtención de los datos pluviométricos. En cambio, para los dos últimos métodos mencionados, se utilizarán datos recogidos por pluviómetros y pluviógrafos seleccionados. Estos registros de precipitación necesarios serán de gran ayuda para realizar un estudio estadístico con los datos históricos y, con ello, estudiar eventos sintéticos por medio del Método de los Bloques Alternos. Por último, con eventos de lluvias reales, se logrará observar como cambian estos hietogramas gracias al Análisis de Huff. De esta manera se llegará a conocer mediante procesos estocásticos el comportamiento real de la cuenca ante una tormenta determinada.

ABSTRACT

The objective of this study is the analysis of the upper Guadalhorce river basin, in the province of Malaga. It will consist of a comparative study using three methods to obtain the maximum flood flow of the sub-basins that make up the analyzed area, as well as its temporal evolution.

These methods, widely used in the field of surface hydrology, are the Rational Method, which will only provide results in terms of flow rates, the Alternating Block Method and the Huff Analysis, obtaining from them the hietogram result of the sub-basins.

We can differentiate between these three methods according to the required input data. In the case of the Rational Method, the Maximum Daily Rainfall Map of Peninsular Spain will be used to obtain the pluviometric data. On the other hand, for the last two methods mentioned, data collected by selected rain gauges and rain gauges will be used. These necessary rainfall records will be of great help to carry out a statistical study with the historical data and, with this, to study synthetic events by means of the Alternating Block Method. Finally, with real rainfall events, it will be possible to observe how these hietograms change thanks to the Huff Analysis. In this way, stochastic processes will allow us to know the real behavior of the basin in the event of a given storm.

ÍNDICE

Agradecimientos	7
Resumen	9
Abstract	11
Índice	12
Índice de Tablas	14
Índice de Figuras	16
1 Introducción	18
1.1 Motivación	18
1.2 Herramientas utilizadas	18
2 Aspectos generales de la cuenca	19
2.1 Localización del Río Guadalhorce	19
2.2 Cuenca de estudio	19
2.2.1 Orografía	19
2.2.2 Relieve	20
2.2.3 Geomorfología	20
2.2.4 Clima	20
2.2.5 Patrimonio histórico	20
2.2.6 Características de los embalses existentes	22
2.3 Metodología ArcGis	23
2.4 División Subcuencas	25
2.5 Geometría de las subcuencas	27
2.6 Tiempo de concentración	28
2.7 Periodo de retorno	30
3 Estudio Hidrológico. Método Racional	31
3.1 Puntos de recogida de datos	31
3.2 Intensidad de precipitación del proyecto	32
3.2.1 Cálculo de la precipitación máxima diaria	32
3.2.2 Cálculo de la intensidad de precipitación	35
3.2.3 Cálculo de la intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)	35
3.2.4 Cálculo del Factor de intensidad (Ft)	36
3.2.5 Resultado de la intensidad de proyecto	37
3.3 Cálculo del coeficiente de escorrentía	38
3.3.1 Pendiente	38
3.3.2 Grupo hidrológico del suelo	39
3.3.3 Usos del suelo	39
3.3.4 Coeficiente de escorrentía	42
3.4 Cálculo del coeficiente de uniformidad	44
4 Estudio Hidrológico. HMS	45
4.1 Estudio Pluviométrico	45
4.1.1 Elección de los pluviómetros	45
4.1.2 Análisis estadístico	46
4.1.3 Cálculo de los hietogramas de Proyecto	51
4.1.4 Ejemplo Método de los bloques alternos de la Zona de estudio para un periodo de retorno de 50 años	51

4.2	<i>Estudio pluviográfico</i>	53
4.2.1	Método de Huff	53
4.3	<i>Estudios Hidrológicos</i>	55
4.3.1	Introducción a HEC-HMS	55
4.3.2	Método SCS	57
4.3.3	Cálculo de los hidrogramas	58
5	Resultados	60
5.1	<i>Método Racional</i>	60
5.2	<i>Estudio Hidrológico. Método de los Bloques Alternos</i>	61
5.3	<i>Estudio Hidrológico. Análisis de Huff</i>	63
6	Calibración de los resultados	65
7	Conclusiones	66
	Referencias	68
	ANEJO 1. Elección de las estaciones	69
1.1	<i>Elección de pluviómetros</i>	69
1.1.1	Relleno de las series	71
2.1	<i>Elección de pluviógrafos</i>	71
	ANEJO 2. HEC-HMS	73
1.1	<i>Introducción</i>	73
1.1.1	Modelo matemático	73
2.1	<i>Procedimiento seguido para la realización del modelo HEC-HMS</i>	74
2.1.1	Basin Model Manager	75
2.1.2	Terrain Data Manager	76
2.1.3	GIS	76
2.1.4	Meteorologic Model Manager	78
2.1.5	Time-Series Data Manager	79
2.1.6	Control Specification Manager	80
2.1.7	Simulación	82
2.1.8	Resultados	83
	APÉNDICE 1. Datos máximos mensuales por pluviómetro (mm)	85
	APÉNDICE 2. Datos de los pluviógrafos de las tormentas analizadas	88
	APÉNDICE 3. Estudio estadístico	108
	APÉNDICE 4. Hidrogramas del Método de los Bloques Alternos	112
	APÉNDICE 5. Hidrogramas del Análisis de Huff	116
	APÉNDICE 6. Comparativa de los resultados de las subcuencas	122
	APÉNDICE 7. Análisis de la cuenca. Planos	178
1.1	<i>Índice de planos</i>	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Zonas de la cuenca del río Guadalhorce	20
Tabla 2-2: Características de los embalses existentes en la cuenca del río Guadalhorce	22
Tabla 2-3: Localización del punto de desagüe del río Guadalhorce	25
Tabla 2-4: Localización punto de desagüe de la cuenca de estudio	26
Tabla 2-5: Características físicas de las subcuencas	28
Tabla 2-6: Coeficiente de flujo difuso	29
Tabla 2-7: Corrección del tiempo de concentración para el flujo difuso	29
Tabla 2-8: Tiempo de concentración en horas de las subcuencas	30
Tabla 3-1: Localización de los puntos para el desarrollo del Método Racional	31
Tabla 3-2: Valores de la PM y del CV en los puntos de estudio obtenidos del MAXPLU	32
Tabla 3-3: Valores del KT en los puntos de estudio	32
Tabla 3-4: Valores de la precipitación media local (Pt)	33
Tabla 3-5: Valores de la Precipitación media diaria (Pd) (mm)	35
Tabla 3-6: Valores del Factor Reductor de Precipitación	36
Tabla 3-7: Características de los grupos de suelo [2]	39
Tabla 3-8: Umbral de escorrentía de los tipos de suelo [2]	40
Tabla 3-9: Valores del umbral de escorrentía de las subcuencas	41
Tabla 3-10: Valores del coeficiente medio corrector de la región 61	42
Tabla 3-11: Valores del coeficiente corrector de la zona de estudio	42
Tabla 3-12: Valores del coeficiente de escorrentía	44
Tabla 3-13: Valores del Coeficiente de uniformidad	44
Tabla 4-1: Localización de los pluviómetros usados para el estudio	45
Tabla 4-2: Parámetros SQRT (Ajuste según Zorraquino)	45
Tabla 4-3: Valores de la precipitación media obtenidos por el estudio estadístico	49
Tabla 4-4: Valores de la Precipitación media diaria (Pd) (mm)	50
Tabla 4-5: Características físicas de la Cuenca total	51
Tabla 4-6: Valores para el cálculo del hietograma	52
Tabla 4-7: Valores del hietograma para la cuenca total y un periodo de retorno de 50 años	53
Tabla 4-8: Localización de los pluviógrafos usados para el estudio	54
Tabla 4-9: Número de tormentas analizadas	55
Tabla 4-10: Valores del número de curva	58
Tabla 4-11: Parámetros de las simulaciones en HEC-HMS	59
Tabla 5-1: Resultados del caudal máximo de avenida del Método Racional	61
Tabla 5-2: Resultados del caudal pico y el tiempo pico de los hietogramas obtenidos con Método de los Bloques Alternos	62

Tabla 5-3: Resultados del caudal pico y el tiempo pico de los hietogramas obtenidos con el Análisis de Huff	64
Tabla 6-1: Valores de caudal (m ³ /s) comparados de este estudio con el estudio oficial	65
Tabla A1. 1: Registro de los pluviómetros disponibles para la obtención de datos	70
Tabla A1. 2: Registro de los pluviógrafos disponibles para la obtención de datos	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-1: Mapa físico de España [6]	19
Ilustración 1-2: Mapa Físico Cuenca Mediterránea Andaluza [7]	19
Ilustración 1-3: Reserva natural de la Sierra de las Nieves [8]	21
Ilustración 1-4: Reserva Natural Lagunas de Archidona [9]	21
Ilustración 1-5: Reserva Natural de la Desembocadura del Guadalhorce [11]	21
Ilustración 1-6: Reserva Natural del Desfiladero de los Gaitanes [10]	21
Ilustración 1-7: Embalse de Guadalhorce [12]	22
Ilustración 1-8: Presa del Conde Guadalhorce [13]	22
Ilustración 1-9: Presa de Casasola [15]	23
Ilustración 1-10: Presa Tajo de la Encantada [14]	23
Ilustración 1-11: Hojas MDT25 en ArcGis	23
Ilustración 1-12: Unión de las hojas de MDT25 en ArcGis	24
Ilustración 1-13: Clasificación según la dirección del flujo en ArcGis	24
Ilustración 1-14: Red Hídrica y punto de desagüe de la cuenca del río Guadalhorce	25
Ilustración 1-15: División de la cuenca del río Guadalhorce	26
Ilustración 1-16: Esquema de la división de las subcuencas del software HEC-HMS	26
Ilustración 3-1: Hoja 2.6 del MAXPLU [3]	32
Ilustración 3-2: Hoja 3.6 del MAXPLU [3]	32
Ilustración 3-3: Mapa de la división con el método de los polígonos de thiessen de la zona de estudio	33
Ilustración 3-4: Mapa del factor de torrencialidad	36
Ilustración 3-5: Valores de la intensidad de lluvia (mm/h)	38
Ilustración 3-6: Pendientes de la cuenca	38
Ilustración 3-7: Mapa de los grupos de suelo de España [2]	39
Ilustración 3-8: Mapa de los usos de suelo de la zona de estudio	41
Ilustración 3-9: Mapa de las regiones hidrológicas de España [2]	42
Ilustración 4-1: Mapa de la división con los polígonos de thiessen de la zona de estudio	45
Ilustración 4-2: Mapa de la clasificación de las subcuencas por el método de los polígonos de thiessen	49
Ilustración 4-3: Hietograma para la cuenca total y un periodo de retorno de 50 años	53
Ilustración 4-4: Mapa de la división con el método de los polígonos de thiessen de la zona de estudio	54
Ilustración 4-5: Gráfica de la media del volumen de la precipitación en porcentaje en cada intervalo del pluviógrafo E047	55
Ilustración 4-6: Gráfica de la media del volumen de la precipitación en porcentaje en cada intervalo del pluviógrafo E216	55
Ilustración 4-7: Mapa de el número de curva de la zona de estudio	58
Ilustración 7-1: Comparativa de los caudales de avenida obtenidos con el Método Racional y con el Método de los Bloques Alternos	66

Ilustración 7-2: Comparativa de los caudales de avenida obtenidos con el Método de los Bloques Alternos y con el Análisis de Huff	67
Ilustración A.1. 1: Localización de los pluviómetros seleccionados	70
Ilustración A.1. 2: Localización de los pluviógrafos seleccionados	72
Ilustración A.2- 1: Ejemplo del editor de "Program Settings"	74
Ilustración A.2- 2 Ubicación de "Program Setting"	74
Ilustración A.2- 3: Listado de componentes en el menú	74
Ilustración A.2- 4: Simbología de los elementos hidrológicos	75
Ilustración A.2- 5: Ejemplo del editor de "Predefined Coordinate Systems"	76
Ilustración A.2- 6: Ubicación de "Coordinate System"	76
Ilustración A.2- 7: Representación "Terrain Data"	76
Ilustración A.2- 8: Representación de la dirección del flujo	77
Ilustración A.2- 9: Representación de la acumulación del flujo	77
Ilustración A.2- 10: Representación de los cauces de agua	77
Ilustración A.2- 11: Representación del punto de desagüe	78
Ilustración A.2- 12: Representación de la red de elementos hidrológicos	78
Ilustración A.2- 13: Ejemplo del editor de "Time-Series Gage"	79
Ilustración A.2- 14: Ejemplo de "Meteorological Model"	79
Ilustración A.2- 15: Ejemplo del editor de "Time Window" de las series temporales	79
Ilustración A.2- 16: Ejemplo de la representación gráfica del hietograma	80
Ilustración A.2- 17: Ejemplo de introducción de datos de un hietograma	80
Ilustración A.2- 18: Ejemplo del editor de "Control Specifications"	80
Ilustración A.2- 19: Ejemplo del editor de "Simulation Run"	81
Ilustración A.2- 20: Ubicación de "Simulation Run" en el menú	81
Ilustración A.2- 21: Desplegable en el menú para la simulación	82
Ilustración A.2- 22: Ejemplo del "Global Summary Result" de una simulación	82
Ilustración A.2- 25: Ejemplo del resumen de los resultados de una subcuenca	83
Ilustración A.2- 23: Ejemplo del listado de los resultados de una subcuenca	83
Ilustración A.2- 24: Ejemplo de la representación gráfica de los resultados de una subcuenca	83
Ilustración A.2- 26: Herramienta para la representación de "Spacial Results"	83

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación

Uno de los elementos que mas afecta a nuestras vidas es el agua. Predecir su comportamiento para nuestro propio beneficio, tanto como bien fundamental para la vida, como canalizarla y controlarla para poder evitar catástrofes es importante, por tanto, para poder convivir con ella. El conocimiento de sus comportamientos nos da la capacidad de poder actuar. En el mundo de la ingeniería y en concreto de la Ingeniería Civil esto es indispensable. En todas las obras por muy pequeñas que sean uno de los aspectos a analizar es el diseño de las obras de drenaje necesarias para su correcto desarrollo. Las corrientes de agua tienen su espacio designado por la topografía del terreno y ser capaces de predecir cada cuantos años se superará un determinado caudal o, lo que viene a ser lo mismo, cual es la probabilidad de que un caudal concreto se supere es fundamental tanto para parámetros de diseño como de seguridad.

El objetivo de este trabajo es el cálculo de caudales de avenida con diferentes metodologías, para su posterior comparación y análisis de las ventajas y los inconvenientes que nos encontramos al utilizar una u otra. La utilidad de ello es infinita, en cuestiones de diseño, de prevención, de evacuación ante un evento...

Se desarrollarán tres metodologías diferenciadas en dos bloques. En el primero se hará el estudio hidrológico con el uso del método racional, establecido por la normativa IC 5.2. En el segundo bloque, donde se desarrollará un análisis meteohidrológico completo. En este último se desarrollarán dos metodologías diferenciadas por un lado utilizando datos pluviométricos y desarrollando el método de los bloques alternos que simularán tormentas sintéticas y por el otro utilizando datos de tormentas reales obtenidas por pluviógrafos y realizando el análisis de Huff.

1.2 Herramientas utilizadas

Los software utilizados principalmente para este trabajo son los siguientes:

ArcMap: Es la principal aplicación de escritorio de los usuarios de ESRI, compañía líder en desarrollar y comercializar software para Sistema de Información Geográfica (SIG), con la cual podemos gestionar información geográfica, crear modelos de datos presentándolos en forma de mapas pudiendo editar esta información, analizarla, publicarla pudiendo difundir todo este contenido.

En este trabajo se ha hecho uso de esta herramienta, como se vera más extensamente en el punto 5.3, para definir la cuenca de la zona de estudio y los cauces del río que la componen y para trabajar con datos "shape" obtenidos y necesario para la caracterización de la cuenca.

HEC-HMS: Es un programa de libre que tiene como objetivo la modelización de sistemas hidrológicos, facilitándole los datos de la cuenca y las precipitaciones simula la respuesta hidrológica de la misma obteniéndose los hidrogramas de escorrentía producidos por un evento de precipitación dado.

Microsoft Excel: Es un programa de hojas de cálculo desarrollada por Microsoft y se encuentra en el paquete de Office. Con él se trabajan los datos de forma sencilla e intuitiva con un sistema de celdas donde se podrá realizar, entre muchas otras utilidades, operaciones numéricas y gráficos.

Autocad Civil3D: Es un software de diseño asistido por ordenador (CAD), usado tradicionalmente por ingenieros, profesionales de la construcción, entre muchos, como herramienta indispensable en sus funciones. En concreto Civil3D esta enfocado principalmente para el uso en obras civiles admitiendo el uso de herramientas BIM (Building Information Modeling)

2 ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

2.1 Localización del Río Guadalhorce

El río Guadalhorce es el río más importante por su longitud y su superficie de la provincia de Málaga y de la Confederación Hidrográfica de las Cuenkas Mediterráneas Andaluzas a la cual pertenece.

Su historia se remonta a los fenicios que construyeron una importante ciudad comercial en el Cerro del Villar, junto a la desembocadura. Su nombre proviene del árabe y se traduce como Río de los Silenciosos o Río de la Guardia, aunque no siempre ha sido así, en la época de los romanos se le conocía como Río Saduce o Saduca, los cuales trazaron dos vías junto a sus márgenes y en ellas desarrollaron sus municipios.

La longitud total del Río Guadalhorce es de 154 Km, y aunque se puede decir que la totalidad de su cauce discurre por la provincia de Málaga, este río tiene su nacimiento en la vecina provincia de Granada, muy cerca del límite del municipio de Villanueva del Trabuco. El nacimiento se produce a través de una serie de manantiales situados en la Sierra de San Jorge, en el Puerto de las Alazores. Su desembocadura en el Mar Mediterráneo tiene lugar en el borde urbano de la ciudad de Málaga.



Ilustración 2-1: Mapa físico de España [6]



Ilustración 2-2: Mapa Físico Cuenca Mediterránea Andaluza [7]

2.2 Cuenca de estudio

La cuenca hidrográfica del río Guadalhorce cuenta con más de 3320 km² de extensión, y para poder situar el entorno de la zona de estudio a continuación se analizarán sus características principales desde sus límites fronterizos hasta el patrimonio histórico, pasando por la topografía, geomorfología, clima y patrimonio.

2.2.1 Orografía

Los límites físicos de la Cuenca del Guadalhorce son los siguientes:

- Norte: Las sierras de Humilladero, Arcas y Archidona.
- Este: Las sierras de Gibalto, San Jorge, Jobo, Camarolos y una serie de pequeños cerros distribuidos entre la localidad de Casabermeja y la ciudad de Málaga.
- Oeste: Las sierras de Cañete, Viján, Los Merinos, Blanquilla y la Serranía de Ronda.
- Sur: Las sierras de Canucha, Alpujata y la Sierra de Mijas.

2.2.2 Relieve

La topografía que presenta la cuenca del río Guadalhorce está caracterizado por dos tipologías muy diferentes, por un lado, pendientes planas o suaves, típicas de la Depresión de Antequera, el Valle del Guadalhorce y la Hoya de Málaga, y por otra, con pendientes más significativas en las zonas periféricas de la cuenca y en la alineación montañosa situada en el centroeste de la misma. A consecuencia de este relieve característico podemos distinguir la cuenca en dos zonas, la cuenca alta formada por una buena proporción de la Depresión de Antequera y delimitada por la cadena montañosa de los Torcales, así como las cuencas de los ríos Guadalteba y Turón, en la vertiente oriental de la Sierra de las Nieves; y una cuenca baja, a partir de la zona de los embalses del Guadalhorce, Guadalteba y Conde de Guadalhorce, caracterizada inicialmente por una topografía abrupta, con desfiladeros o cañones de singular belleza, a partir de la cual la cuenca comienza a abrirse, dando paso a topografías suavemente onduladas que constituyen la Vega del Guadalhorce y más al sur la Hoya de Málaga.

En su tramo final, el cauce del río Guadalhorce adquiere unas características de bajo perfil que bien podrían identificarse como de marisma, y que de hecho permite la existencia de una zona húmeda protegida por la administración andaluza, y que se corresponde con el Paraje Natural de la Desembocadura del Guadalhorce.

2.2.3 Geomorfología

El análisis de la topografía de la cuenca revela una gran cantidad de elementos, que se transforman automáticamente en componentes de diversos paisajes, la mayoría de los cuales mantienen el equilibrio entre la naturaleza y las personas. Algunos de estos valores geomorfológicos pertenecen al Primer Orden Internacional, como es el caso del Torcal de Antequera

2.2.4 Clima

En la Cuenca del río Guadalhorce podemos diferenciar tres zonas, tanto si hablamos de temperatura como de precipitaciones, aunque entre ellas solo haya una separación de algunas decenas de kilómetros. La Sierra de las Nieves al oeste, alcanzan los 2000 metros de altura reduciendo así las precipitaciones que proceden del atlántico y la cadena montañosa de los Torcales, en dirección Este-Oeste se eleva a 1000 metros, actuando en forma de barrera y haciendo que la influencia en la zona norte de los vientos procedentes del litoral disminuya.

Las tres zonas son las siguientes:

1. Cuenca alta del río Guadalhorce
2. Zona de los Embalses
3. Cuenca baja del río Guadalhorce

Zona	Estación meteorológica	Temperatura media anual	Temperatura mínima invernal	Temperatura máxima estival	Pluviosidad media
Cuenca alta	Antequera a 477 msnm	15.5 °C	8.5 °C	25.5 °C	551.2 mm
Zona de los embalses	Ardales "Caparaín" a 700 msnm	15.4 °C	9.5 °C	24.9 °C	639.2 mm
Cuenca baja	Málaga a 16 msnm	16.9 °C	11.9 °C	25.4 °C	569.6 mm

Tabla 2-1: Zonas de la cuenca del río Guadalhorce

2.2.5 Patrimonio histórico

Para hablar de esta zona de la provincia de Málaga es difícil hacerlo sin mencionar, aunque sea en escalas

generales, la historia, cultura y patrimonio tan extensa y variada de la que se enriquece.

Cada uno de sus pueblos está impregnado de historia, desde los primeros pobladores prehistóricos que dejaron su cultura y arte en cuevas y herramientas de caza, hasta las ricas reliquias de la Edad del Bronce, gracias a su relación con Tartessos, la creación de ciudades fenicias y su comercio, la época romana en la que se establecieron las ciudades, el desarrollo de los sistemas agrícolas y de comunicación terrestre (calzadas), la ocupación árabe que promovió los sistemas de riego agrícola y el abastecimiento urbano, la construcción de iglesias y luchas feudales del periodo medieval, hasta hoy, a través del desarrollo industrial en el siglo XIX y la primera mitad del XX, de fundamental importancia para el establecimiento de la actual infraestructura hídrica que regula el río Guadalhorce y sus principales cauces.

Actualmente en esta zona el principal turismo es rural y gastronómico. En la cuenca alta, desde observar la extensa llanura de la Depresión de Antequera pasando por los asombrosos lugares en el cauce del río como son el Desfiladero de los Gaitanes o la Garganta del Chorro hasta el complejo hidrológico (ya mencionado antes) de los embalses del Conde de Guadalhorce y de Guadalteba-Guadalhorce.

En cuanto a espacios protegidos que pueden encontrarse en la cuenca destacar los siguientes.

- Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Nieves y su entorno.
- Reserva Natural Lagunas de Archidona.
- Parque Natural de la Sierra de las Nieves.
- Paraje Natural del Desfiladero de los Gaitanes.
- Paraje Natural de la Desembocadura del Guadalhorce.



Ilustración 2-3: Reserva natural de la Sierra de las Nieves [8]



Ilustración 2-4: Reserva Natural Lagunas de Archidona [9]



Ilustración 2-6: Reserva Natural del Desfiladero de los Gaitanes [10]



Ilustración 2-5: Reserva Natural de la Desembocadura del Guadalhorce [11]

2.2.6 Características de los embalses existentes

	GUADALTEBA	GUADALHORCE	CONDE DE GUADALHORCE	TAJO DE ENCANTADA	CASASOLA
Tipología de la presa	Materiales sueltos con núcleo de arcilla	Materiales sueltos con núcleo de arcilla	Gravedad. Planta Curva	Gravedad. Planta recta	Arco Gravedad
Altura sobre cimentos	84 m	74.4 m	74.1 m	38.2 m	76 m
Longitud de coronación	572 m	217 m	160 m	178 m	239.7 m
Cota de coronación	367 m	367 m	344.1 m	205 m	160 m
Cota del NMN	362.25 m	362.25 m	341.3 m	202.5 m	153.5 m
Volumen de embalse a NMN	195.8 hm ³	172.4 hm ³	66.5 hm ³	4.3 hm ³	23.6 hm ³
Superficie de embalse a NMN	775 ha	780 ha	341.3 ha	34.4 ha	112 ha
Caudal punta de avenida de proyecto	1765 m ³ /s	1216 m ³ /s	1534 m ³ /s	2780 m ³ /s	1745 m ³ /s
Tipo de aliviadero	Compuertas sector	Labio fijo	Compuertas	Compuertas	Labio fijo
Capacidad de aliviadero	2160 m ³ /s	2160 m ³ /s	606 m ³ /s	2780 m ³ /s	1400 m ³ /s
Desagüe de fondo (1ud)	92 m ³ /s	96 m ³ /s	24 m ³ /s	0	78.6 m ³ /s

Tabla 2-2: Características de los embalses existentes en la cuenca del río Guadalhorce



Ilustración 2-7: Embalse de Guadalhorce [12]



Ilustración 2-8: Presa del Conde Guadalhorce [13]



Ilustración 2-10: Presa Tajo de la Encantada [14]



Ilustración 2-9: Presa de Casasola [15]

2.3 Metodología ArcGis

Para crear un modelo virtual de la cuenca y poder trabajar con los datos obtenidos, se necesita crear un archivo shape de la extensión de esta.

Para ello se utiliza del software Arc-Gis. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) [1], obtenemos las hojas del modelo digital de elevaciones en las cuales se sitúa nuestra zona de estudio. Concretamente serían las hojas 1022, 1023, 1024, 1037, 1038, 1039, 1040, 1050, 1051, 1052, 1053, 1054, 1065, 1066, 1067, 1072 y 1072B del MDT25 del PNOA en el huso 30.

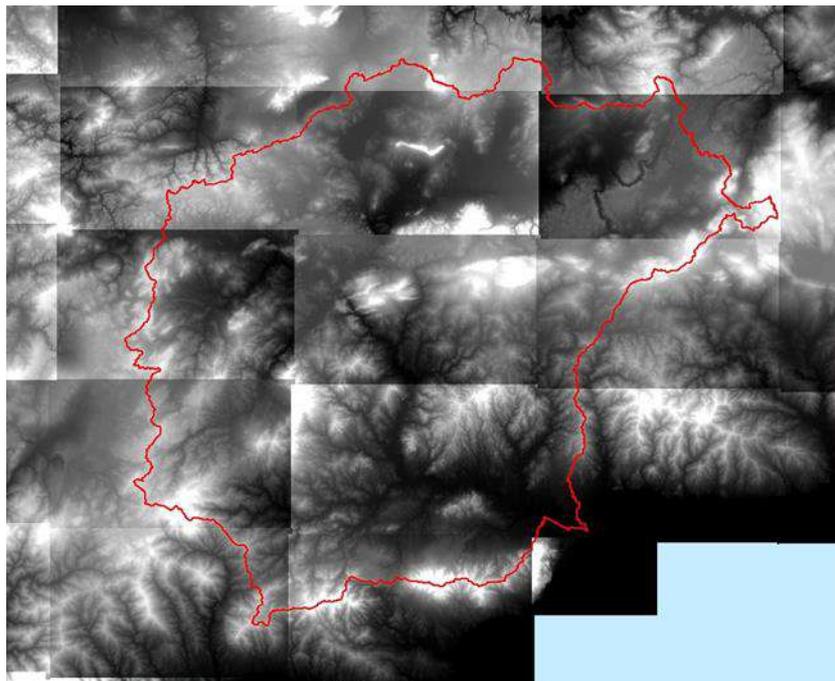


Ilustración 2-11: Hojas MDT25 en ArcGis

A continuación, para poder trabajar más fácilmente se convierten los archivos .ascii (ya que es un archivo de texto) en un archivo .tif, un archivo raster, extensión utilizada para archivos de imagen de alta calidad y de grandes dimensiones utilizados generalmente para modelos digitales de terreno. Una vez convertidos se unen con la herramienta “Mosaic to new raster”.

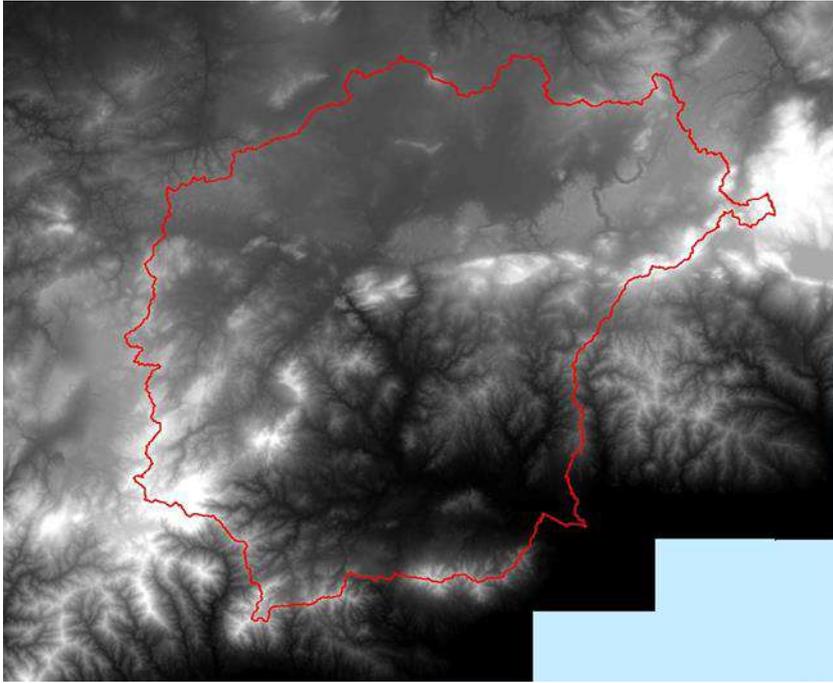


Ilustración 2-12: Unión de las hojas de MDT25 en ArcGis

A partir de este archivo raster, se obtienen las curvas de nivel del terreno con la herramienta “contour”, estos pasos son los iniciales para poder obtener los datos del terreno necesarios para el análisis hidrológico. ArcGis facilita este proceso ya que dispone de herramientas especializadas como las que se encuentran en el apartado Hidrology de Special Analyst Tools.

Antes de hallar el cauce de la cuenca con el comando “Flow direction”, el cual determina el movimiento del flujo desde una celda hasta la contigua con mayor pendiente, rellenaremos los espacios vacíos que se han podido generar con la unión de los archivos raster con “Fill”.

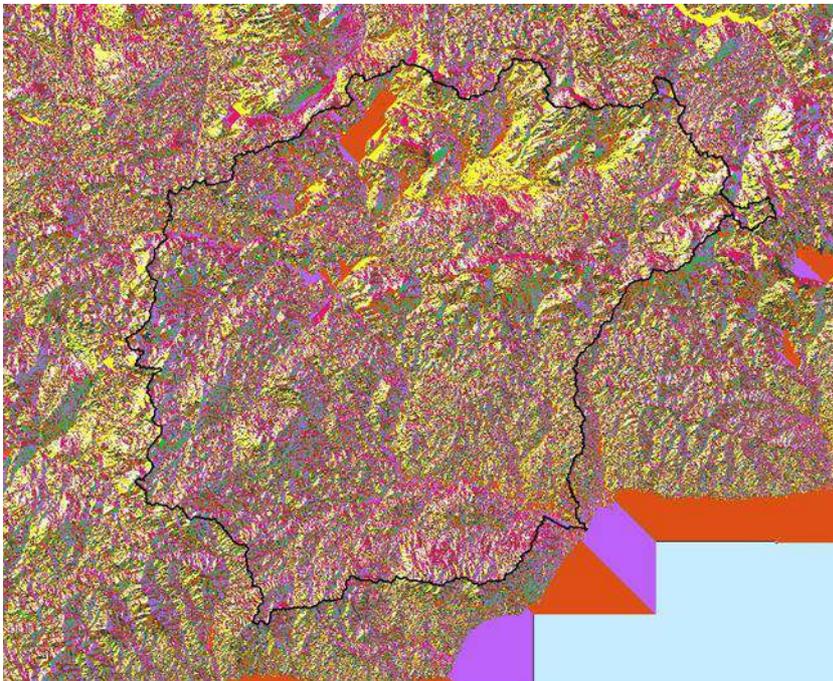


Ilustración 2-13: Clasificación según la dirección del flujo en ArcGis

Para hallar el ráster con el curso de los cauces de la cuenca se utiliza la herramienta “Flow accumulation”. ArcGis nos permite determinar el orden de los cauces con “Raster Calculator” se crea la red hídrica de nuestro mapa en formato raster la cual habrá que convertir en formato shape convirtiendo los cauces de la red un conjunto de polilíneas.



Ilustración 2-14: Red Hídrica y punto de desagüe de la cuenca del río Guadalhorce

Hasta el momento no se ha determinado la extensión de la cuenca completa del río Guadalhorce (la representación que hay en las imágenes es para simplificar el entendimiento de las mismas), para ello hay que definir el punto de desagüe que en este caso será la desembocadura del río (señalado en la Ilustración 2-14 en color rojo) y con la herramienta “Watershed” y los rásters previamente calculados del punto de desagüe y el obtenido con el comando “Flow Direction” se dibujará la cuenca en formato ráster, el cual se convertirá nuevamente en formato shape para su posterior manejo de datos como la longitud de los cauces, el área...

Pto de desagüe de la cuenca completa	HUSO	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y
	30	370658.78	4060054.60

Tabla 2-3: Localización del punto de desagüe del río Guadalhorce

2.4 División Subcuencas

Para este trabajo se ha limitado la zona de estudio en la cuenca alta del río Guadalhorce, concretamente hasta donde convergen los embalses, donde se ha definido el punto de desagüe. Esta superficie corresponde aproximadamente a un tercio de la superficie total de la cuenca, unos 1110 km², y como se ha mencionado antes la cuenca total ocupa unos 3320 km². A partir de ahora en este documento cuando se refiera a la cuenca, se estará hablando de la cuenca alta del río Guadalhorce



Ilustración 2-15: División de la cuenca del río Guadalhorce

Pto de desagüe cuenca de estudio	HUSO	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y
	30	339735.48	4090230.49

Tabla 2-4: Localización punto de desagüe de la cuenca de estudio

Se ha dividido la cuenca en un total de 54 subcuencas con una superficie media de 20.5 km² para maximizar la información y que en el momento de analizar los resultados se obtengan unas conclusiones mas precisas que provienen de un mayor manejo de datos.

Este división se ha realizado ayudándonos con el software HEC-HMS, el cual se explicará mas detalladamente en el ANEJO 2



Ilustración 2-16: Esquema de la división de las subcuencas del software HEC-HMS

2.5 Geometría de las subcuencas

Para la división de cuencas finalmente adoptada, se han calculado los siguientes parámetros geométricos a partir de los datos obtenidos del MDT25 y las herramientas antes comentadas como son ArcGis y Excel

- Área
- Máxima longitud de vaguada
- Cota máxima y mínima de vaguada
- Pendiente de vaguada

SUBCUENCA	Longitud (m)	Área (km2)	Zmax (m)	Zmin (m)	S (m/m)
1	7658.76	31.40	568.25	417.00	0.02
2	2713.87	24.58	786.25	421.00	0.13
3	850.37	12.41	559.00	413.75	0.17
4	2495.39	26.29	679.50	412.00	0.11
5	2559.92	17.33	944.25	524.75	0.16
6	1960.51	26.03	624.50	380.00	0.12
7	5018.81	16.11	642.25	417.00	0.04
8	5260.97	26.10	1021.00	676.00	0.07
9	984.52	13.65	533.00	416.00	0.12
10	3619.54	13.27	1010.00	524.50	0.13
11	3320.27	44.06	1337.00	407.75	0.28
12	2852.08	18.35	838.50	386.75	0.16
13	6840.13	23.26	681.50	421.00	0.04
14	2870.76	18.25	876.75	356.00	0.18
15	7360.53	21.58	929.00	415.75	0.07
17	4807.72	7.91	863.25	428.00	0.09
18	5866.30	25.07	941.25	436.75	0.09
20	11782.90	36.42	614.00	408.00	0.02
21	10313.66	40.63	1244.75	424.50	0.08
22	12765.74	25.59	884.07	483.25	0.03
24	7730.51	36.85	863.25	448.50	0.05
25	7342.64	69.99	562.00	408.00	0.02
27	1737.45	9.97	494.00	421.00	0.04
28	5690.51	12.25	612.00	371.00	0.04
29	4598.10	22.72	547.50	368.00	0.04
30	3230.63	9.60	478.75	365.00	0.04
31	5023.83	20.03	794.50	421.00	0.07
32	11097.54	32.39	1662.25	690.50	0.09
33	2231.37	11.10	641.00	387.25	0.11
34	1557.11	10.77	1496.00	691.00	0.52
35	9877.26	32.45	1367.00	407.75	0.10
36	2114.21	10.89	885.75	722.50	0.08
37	4572.36	23.75	1279.50	599.00	0.15
39	3792.77	16.34	1634.00	634.25	0.26
40	4187.74	25.00	1438.00	614.75	0.20

41	4434.84	23.71	1187.50	356.00	0.19
45	3261.42	15.88	677.25	406.75	0.08
48	3950.61	24.73	1015.75	483.25	0.13
49	5033.45	18.92	851.00	676.00	0.03
53	508.88	0.59	460.50	416.00	0.09
54	3604.16	12.50	517.00	413.75	0.03
56	15201.40	17.20	885.75	485.92	0.03
58	5712.01	21.76	1452.00	634.25	0.14
59	4112.74	5.37	442.25	406.75	0.01
63	3877.39	16.34	494.00	395.00	0.03
64	2329.59	13.89	849.50	614.00	0.10
65	5659.49	21.26	501.25	367.50	0.02
66	2441.73	8.63	933.00	599.50	0.14
68	1564.95	2.65	473.75	359.00	0.07
75	5522.56	17.52	663.50	395.00	0.05
76	3177.08	25.75	1470.75	722.75	0.24
79	3238.53	12.21	609.00	364.50	0.08
80	2928.86	5.47	609.00	359.08	0.09
84	9205.18	30.44	876.75	356.00	0.06

Tabla 2-5: Características físicas de las subcuencas

Como se puede ver la numeración de las subcuencas llega hasta 84, aunque en la totalidad del estudio hay 54 ya que se han tenido que redistribuir para que todas tuvieran una superficie pareja y adecuada para la posterior comparativa.

2.6 Tiempo de concentración

El principal resultado obtenido a partir del estudio de la morfometría de cuencas es el tiempo de concentración. Se define el tiempo de concentración como el intervalo de tiempo que tarda en llegar al punto de desagüe una gota de agua caída en el punto mas lejano de la cuenca natural cuando ocurre un evento de precipitación de intensidad constante en el espacio.

De cara al calculo hidrológico, es habitual asumir que la duración de la tormenta de proyecto para cada cuenca de aportación viene dada por su tiempo de concentración. La expresión utilizada para la determinación de este parámetro en cuencas principales es la recogida en la IC 5.2 Drenaje Superficial (2016):

$$t_c = 0.3 \cdot L_c^{0.76} \cdot J_c^{-0.19}$$

Donde:

- L_c : longitud del cauce principal (km)
- J_c : pendiente media del cauce (m/m)
- t_c : tiempo de concentración (horas)

Según indica la Norma IC 5.2- Drenaje Superficial para la Instrucción de Carreteras [2], si el tiempo de concentración obtenido en la formulación anterior es menos de 0.25 horas hay que utilizar la formulación detallada a continuación para las cuencas secundarias.

Para cuencas secundarias, el tiempo de concentración se debe determinar dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de características homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempo parciales obtenidos (tdif):

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0.408} \cdot n_{dif}^{0.312} \cdot J_{dif}^{-0.209}$$

Donde:

- t_{dif} : tiempo de recorrido en flujo difuso (minutos)
- L_{dif} : Longitud de recorrido en flujo difuso (m)
- n_{dif} : Coeficiente de flujo difuso (Tabla 2-6)
- J_{dif} : pendiente media (m/m)

Cobertura del terreno		ndif
Pavimentado o revestido		0.015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0.05
	Con vegetación escasa	0.12
	Con vegetación media	0.32
	Con vegetación densa	1

Tabla 2-6: Coeficiente de flujo difuso

t dif	tc (min)
≤5	5
5 ≤ t dif ≤ 40	t dif
≥ 40	40

Tabla 2-7: Corrección del tiempo de concentración para el flujo difuso

Los valores obtenidos del tiempo de concentración para cada subcuenca aplicando lo anteriormente mencionado son los siguientes:

SUBCUENCA	tc (h)						
1	2.97	15	2.27	33	0.83	58	1.63
2	0.94	17	1.56	34	0.48	59	2.17
3	0.37	18	1.83	35	2.66	63	1.69
4	0.92	20	4.22	36	0.86	64	0.88
5	0.86	21	2.86	37	1.37	65	2.28
6	0.74	22	4.01	39	1.06	66	0.86
7	1.84	24	2.47	40	1.21	68	0.69
8	1.78	25	2.84	41	1.28	75	1.95
9	0.44	27	0.83	45	1.18	76	0.95
10	1.17	28	2.05	48	1.25	79	1.20
11	0.95	29	1.77	49	1.94	80	1.08
12	0.94	30	1.38	53	0.29	84	2.80
13	2.41	31	1.68	54	1.56		

14	0.92	32	2.97	56	4.74	
----	------	----	------	----	------	--

Tabla 2-8: Tiempo de concentración en horas de las subcuencas

2.7 Periodo de retorno

El cálculo del caudal de referencia está relacionado con la frecuencia de su aparición, que puede definirse como un periodo de retorno. Cuanto mayor sea éste, mayor será su caudal.

En hidrología es habitual el uso del valor inverso de la probabilidad o periodo de retorno o de recurrencia T.

Se define T (periodo de retorno) como: $T = 1/P$, donde T es un valor entero, de forma que P sea la probabilidad de que una magnitud, por ejemplo, el caudal, exceda un determinado valor dado.

La probabilidad de que en cualquier año de un periodo C (años) aparezca un caudal igual o mayor es de:

$$1 - \left[1 - \frac{1}{T}\right]^C$$

En este estudio se realizarán los cálculos para un período de retorno de 10, 50, 100 y 500 años.

3 ESTUDIO HIDRÓLOGICO. MÉTODO RACIONAL

El Método Racional es un método empírico para calcular el caudal máximo de avenida en una cuenca hidrográfica.

No requiere de datos de entrada hidrológicos complejos, ya que se hace uso del Mapa de Máximas Lluvias Diarias de la España Peninsular [3] para la obtención de los datos pluviométricos, por lo que lo convierte en un método rápido y sencillo y muy utilizado.

Según este método, el caudal máximo de avenida viene determinado por la siguiente expresión:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

Donde:

- Q_T : Caudal de avenida correspondiente al periodo de retorno (m³/s)
- C : Coeficiente de escorrentía
- $I(T, t_c)$: Intensidad de lluvia para una duración de tormenta y periodo de retorno (mm/h)
- A : Área de la cuenca o superficie considerada (km²)
- K_t : Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación
- 3.6 : Factor corrector de unidades

La aplicabilidad del Método Racional a las cuencas en estudio está justificada por las dimensiones de cuencas de tamaños menores a 50 km², por lo que se acepta la hipótesis de distribución uniforme de la intensidad de lluvia en toda la superficie, lo que sitúa el cálculo en el lado de la seguridad.

Para las cuencas interiores, resulta de utilidad conocer el caudal por unidad de superficie o específico. Para su cálculo, se ha empleado el método racional para diferentes áreas, de forma que estos resultados puedan emplearse para el diseño de la red de drenaje interna.

Una vez conocidos el coeficiente de escorrentía (C) y la duración de la tormenta de proyecto (t) para cada cuenca vertiente, se ha procedido al cálculo de los caudales de avenida para los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años.

El resultado de los caudales máximos de avenida obtenidos a través de esta metodología se mostrará en el Capítulo 5 de este documento y se comparará junto con el resto de las tipologías analizadas en este trabajo.

3.1 Puntos de recogida de datos

Los puntos donde se obtendrán los valores para dicha metodología serán los mismos que se usarán en el estudio pluviométrico (Apartado 4.1) para que la comparativa posterior de los resultados obtenidos sea lo más fiable posible, dichos puntos son:

Estación	Cota (m)	Coordenada X	Coordenada Y
Archidona	700	376691.8	4106290.7
Antequera El Rosal	460	360971.2	4098164.1
Campillos	460	334459.3	4101530.3

Tabla 3-1: Localización de los puntos para el desarrollo del Método Racional

3.2 Intensidad de precipitación del proyecto

3.2.1 Cálculo de la precipitación máxima diaria

El Ministerio de Fomento facilita y recomienda el uso del documento Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular (MAXPLU) (1999) [3] para el cálculo de precipitaciones máximas asociada a distintos periodos de retorno.

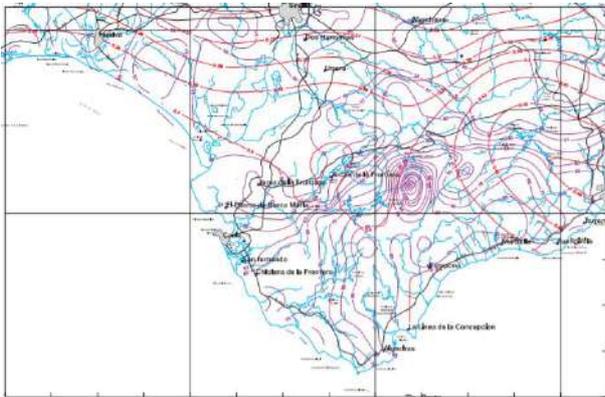


Ilustración 3-1: Hoja 2.6 del MAXPLU [3]

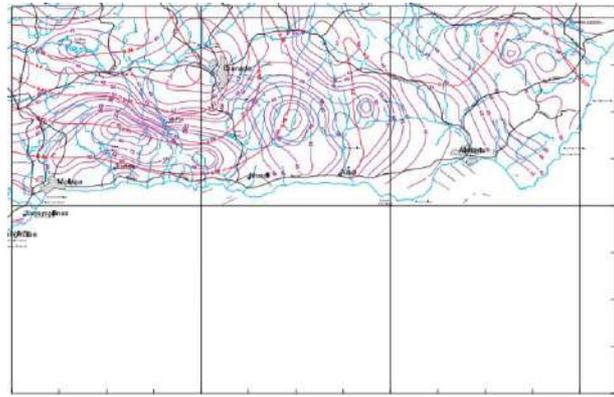


Ilustración 3-2: Hoja 3.6 del MAXPLU [3]

Se extrae de las hojas adjuntas (2-6 CÁDIZ y 3-6 GRANADA, respectivamente) los datos de la máxima precipitación diaria anual (Pm) y el coeficiente de variación (Cv) para la zona de estudio:

	PM	CV
ARCHIDONA	49	0.42
ANTEQUERA	51	0.44
CAMPILLO	55	0.43

Tabla 3-2: Valores de la PM y del CV en los puntos de estudio obtenidos del MAXPLU

Posteriormente, se calcula a partir del coeficiente de variación asociado a la región los coeficientes de amplificación o cuantiles regionales (KT):

	KT			
	10	50	100	500
ARCHIDONA	1.51	2.17	2.48	3.25
ANTEQUERA	1.54	2.22	2.56	3.37
CAMPILLO	1.53	2.21	2.51	3.31

Tabla 3-3: Valores del KT en los puntos de estudio

Finalmente, la precipitación diaria máxima para distintos periodos de retorno se obtiene multiplicando la precipitación media local (Pt) por los coeficientes de amplificación o cuantiles regionales asociados (Kt)

$$P_T = K_T \cdot P_m$$

	Pt			
	10	50	100	500
ARCHIDONA	74.19	106.53	121.52	159.25
ANTEQUERA	78.59	113.22	130.36	171.97

CAMPILLO	84.37	121.28	138.05	182.11
----------	-------	--------	--------	--------

Tabla 3-4: Valores de la precipitación media local (Pt)

3.2.1.1 Método de los Polígonos de Thiessen

Para determinar el volumen de precipitación de una zona de estudio y teniendo varios pluviómetros analizados se va a optar por el método de los polígonos de Thiessen. Este método es útil cuando las medidas de pricipitacion en los diferentes puntos varían.

Dicho método se realizará con el software ArcGis, haciendo uso de la ubicación de nuestros puntos de estudio y la cuenca de estudio.

Los polígonos de Thiessen van a permitir obtener valores de precipitaciones media ponderada para cada subcuenca haciendo uso de los valores de precipitación obtenidos en los puntos de las estaciones y la superficie de afección de dichas estaciones.

Para ello se hará uso de la herramienta “Create Thiessen Polygons” en el apartado “Proximity” de “Analysis Tools”. El archivo que se necesita es la nube de puntos de las estaciones, en este caso serán tres.

Se puede observar que la capa shape que obtenemos hace referencia al área de influencia dentro de la cuenca de cada uno de los puntos de estudio.

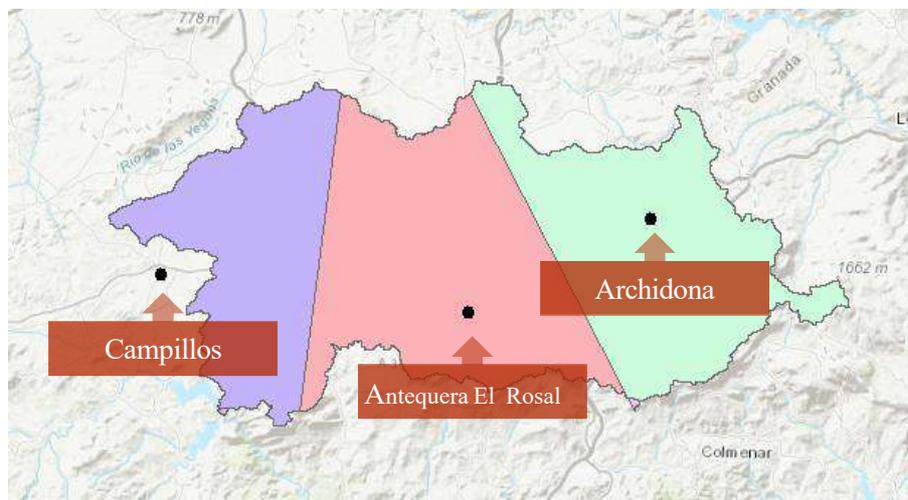


Ilustración 3-3: Mapa de la división con el método de los polígonos de Thiessen de la zona de estudio

Posteriormente se tomará el área de la subcuenca asociada a cada pluviómetro y se determinará la precipitación media ponderada haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$P_{di} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ti} * A_i}{A_i}$$

Siendo:

- P_{di} : Precipitación media diaria de cada subcuenca (mm)
- P_{ti} : Precipitación media local de cada punto de recogida de datos (mm)
- A_i : Área de influencia de cada punto de recogida de datos de la cuenca (km²)

Los valores obtenidos para la precipitación media diaria por el documento de las Máximas Lluvias de la España peninsular ponderados con el método de los polígonos de Thiessen para cada subcuenca son:

SUBCUENCA	PERIODOS DE RETORNO (años)			
	10	50	100	500
1	76.51	110.06	126.19	165.97
2	83.40	119.92	136.75	180.40
3	78.57	113.19	130.32	171.92
4	78.59	113.22	130.36	171.97
5	74.19	106.53	121.52	159.25
6	80.87	116.40	133.40	175.98
7	76.59	110.17	126.34	166.18
8	74.19	106.53	121.52	159.25
9	78.59	113.22	130.36	171.97
10	74.19	106.53	121.52	159.25
11	78.59	113.22	130.36	171.97
12	78.59	113.22	130.36	171.97
13	82.75	119.02	135.90	179.27
14	84.37	121.28	138.05	182.11
15	76.08	109.40	125.32	164.72
17	78.59	113.22	130.36	171.97
18	76.20	109.58	125.55	165.05
20	84.37	121.28	138.05	182.11
21	78.59	113.22	130.36	171.97
22	74.41	106.87	121.97	159.90
24	76.22	109.62	125.60	165.12
25	84.37	121.28	138.05	182.11
27	82.67	118.91	135.79	179.13
28	79.10	113.93	131.04	172.87
29	84.37	121.28	138.05	182.11
30	84.37	121.28	138.05	182.11
31	79.04	113.84	130.95	172.75
32	74.19	106.53	121.52	159.25
33	78.59	113.22	130.36	171.97
34	74.19	106.53	121.52	159.25
35	78.59	113.22	130.36	171.97
36	74.19	106.53	121.52	159.25
37	77.44	111.46	128.04	168.63
39	74.19	106.53	121.52	159.25
40	74.54	107.06	122.23	160.27
41	81.97	117.93	134.85	177.89
45	78.59	113.22	130.36	171.97
48	74.19	106.53	121.52	159.25
49	74.19	106.53	121.52	159.25
53	78.59	113.22	130.36	171.97
54	78.59	113.22	130.36	171.97
56	74.19	106.53	121.52	159.25
58	74.19	106.53	121.52	159.25
59	78.59	113.22	130.36	171.97
63	78.59	113.22	130.36	171.97
64	74.19	106.53	121.52	159.25
65	84.37	121.28	138.05	182.11
66	74.19	106.53	121.52	159.25
68	84.37	121.28	138.05	182.11

75	78.59	113.22	130.36	171.97
76	74.19	106.53	121.52	159.25
79	80.14	115.38	132.42	174.69
80	84.11	120.91	137.70	181.64
84	84.06	120.84	137.63	181.55

Tabla 3-5: Valores de la Precipitación media diaria (Pd) (mm)

3.2.2 Cálculo de la intensidad de precipitación

Como las subcuencas del estudio en su gran mayoría, a excepción de la Subcuenca 25, son de superficie menor a 50 km², el cálculo de la intensidad se realizará mediante la siguiente formulación recogida en la IC 5.2.

Se ha seguido la metodología de la IC 5.2 Drenaje Superficial para el cálculo de la intensidad de precipitación.

La intensidad de precipitación asociada a un periodo de retorno (T) y a una duración del aguacero (t) para el cálculo de caudales por el método racional se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I(T, t_c) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde,

- $I(T, t_c)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T (considerado T) y a un intervalo de duración t.
- I_d (mm/h) = intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno considerado.
- F_{int} (adimensional) = Factor de Intensidad

La intensidad de precipitación a considerar para el cálculo de caudales en el punto de descarga de una cuenca es aquella con duración de aguacero igual al tiempo de concentración de dicha cuenca ($t=t_c$). El procedimiento seguido se expone a continuación.

3.2.3 Cálculo de la intensidad media diaria de precipitación corregida (I_d)

La intensidad media diaria correspondiente al periodo de retorno T, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_a}{24}$$

Donde,

- P_d (mm/h) = Precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo de retorno.
- K_a (adimensional) = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

3.2.3.1 Factor Reductor de Precipitación (K_a)

El factor de reducción de la precipitación por área de la cuenca tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene desde la siguiente formulación:

$$\begin{cases} K_a = 1 & \text{si } A < 1 \text{ km}^2 \\ K_a = 1 - \left(\frac{\log_{10} A}{15} \right) & \text{si } A > 1 \text{ km}^2 \end{cases}$$

SUBCUENCA	Ka	SUBCUENCA	Ka	SUBCUENCA	Ka	SUBCUENCA	Ka
1	0.90	15	0.91	33	0.93	58	0.91
2	0.91	17	0.94	34	0.93	59	0.95
3	0.93	18	0.91	35	0.90	63	0.92
4	0.91	20	0.90	36	0.93	64	0.92
5	0.92	21	0.89	37	0.91	65	0.91
6	0.91	22	0.91	39	0.92	66	0.94
7	0.92	24	0.90	40	0.91	68	0.97
8	0.91	25	0.88	41	0.91	75	0.92
9	0.92	27	0.93	45	0.92	76	0.91
10	0.93	28	0.93	48	0.91	79	0.93
11	0.89	29	0.91	49	0.91	80	0.95
12	0.92	30	0.93	53	1.02	84	0.90
13	0.91	31	0.91	54	0.93		
14	0.92	32	0.90	56	0.92		

Tabla 3-6: Valores del Factor Reductor de Precipitación

3.2.4 Cálculo del Factor de intensidad (Ft)

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de la duración del aguacero (t). Se tomará el obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id) que está en función de la zona geográfica y cuyo valor se determina en el mapa incluido en la Instrucción, dicho valor responde a la siguiente fórmula:

$$F_t = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287 \cdot t^{0.1}}$$

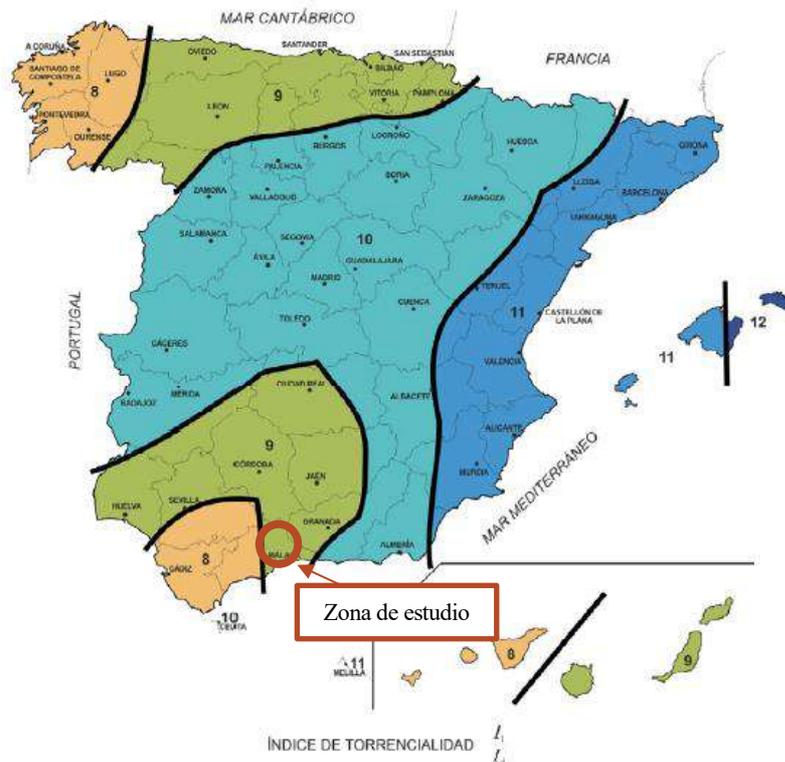


Ilustración 3-4: Mapa del factor de torrencialidad

Como se ve en el mapa anterior, en la zona de estudio el factor de torrencialidad es de 9.

3.2.5 Resultado de la intensidad de proyecto

Finalmente, se obtiene la intensidad de proyecto asociada a la cuenca, valor que se utilizará posteriormente para el cálculo del caudal máximo de cada subcuenca. Dicha intensidad está medida en mm/h:

SUBCUENCA	PERIODOS DE RETORNO (años)			
	10	50	100	500
1	9.79	12.26	13.26	15.51
2	21.27	31.54	36.77	51.39
3	31.02	39.83	43.50	52.01
4	19.28	24.76	27.05	32.34
5	19.20	23.34	24.94	28.32
6	22.67	31.37	35.51	46.43
7	13.15	16.49	17.84	20.88
8	12.86	15.63	16.71	18.97
9	28.37	36.43	39.79	47.58
10	16.52	20.09	21.46	24.37
11	18.62	23.91	26.12	31.24
12	19.23	24.69	26.97	32.25
13	12.54	18.30	21.19	29.18
14	22.07	33.52	39.45	56.25
15	11.52	14.36	15.50	18.03
17	15.07	19.35	21.14	25.28
18	12.95	16.15	17.45	20.32
20	9.18	13.94	16.41	23.40
21	10.16	13.05	14.25	17.04
22	8.05	9.81	10.50	11.96
24	10.79	13.47	14.55	16.96
25	11.36	17.26	20.31	28.96
27	22.90	33.35	38.58	53.02
28	12.93	16.90	18.63	22.80
29	15.44	23.45	27.60	39.35
30	18.19	27.62	32.51	46.35
31	14.22	18.56	20.43	24.93
32	9.53	11.59	12.38	14.06
33	20.83	26.75	29.22	34.94
34	26.30	31.97	34.16	38.80
35	10.66	13.69	14.96	17.89
36	19.51	23.71	25.34	28.77
37	15.46	19.58	21.28	25.14
39	17.25	20.97	22.40	25.44
40	15.93	19.46	20.83	23.77
41	17.52	25.02	28.71	38.76
45	17.15	22.02	24.06	28.77
48	15.64	19.01	20.32	23.07
49	12.38	15.05	16.08	18.25
53	37.87	48.63	53.12	63.52
54	14.86	19.09	20.85	24.93
56	7.34	8.93	9.54	10.83
58	13.57	16.49	17.62	20.01
59	12.70	16.31	17.81	21.30
63	14.12	18.13	19.81	23.69
64	19.13	23.26	24.85	28.22
65	13.41	20.37	23.97	34.18
66	19.64	23.87	25.50	28.96
68	27.17	41.26	48.56	69.24

75	12.98	16.67	18.21	21.78
76	18.04	21.93	23.43	26.61
79	17.80	24.09	26.98	34.42
80	20.96	31.64	37.14	52.69
84	11.71	17.66	20.72	29.36

Ilustración 3-5: Valores de la intensidad de lluvia (mm/h)

3.3 Cálculo del coeficiente de escorrentía

El umbral de escorrentía es en términos generales, la cantidad de precipitación que el suelo (dependiente de la pendiente, el tipo de suelo y el uso de suelo) es capaz de retener antes de que sature y la precipitación se convierta en escorrentía superficial.

Para la asignación del P_{0i} a las diferentes coberturas existentes en la cuenca, se usará la tabla 2.3. de la instrucción [2], usando los valores correspondientes al Grupo Hidrológico C, junto con el Mapa de ocupación del suelo en España correspondiente al proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC), versión del año de referencia 2018, así como los mapas de pendientes elaborados con la cartografía LIDAR, anteriormente citada, descargada de Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) [1]

Se determinará mediante la fórmula:

$$P_0 = P'_0 \cdot \beta$$

Donde:

- P'_0 : Valor inicial de umbral de escorrentía
- β : Coeficiente corrector de umbral de escorrentía

3.3.1 Pendiente

La pendiente del terreno influye en el volumen de agua que se infiltra en el terreno y en el volumen de agua que se convierte en escorrentía. Mientras mayor sea la pendiente mayor será la cantidad de escorrentía que genere una precipitación por lo que en la Normal 5.2- IC [2] hace la diferenciación en el 3%

En el siguiente mapa se puede observar que la cuenca considerada en su gran mayoría tiene una pendiente mayor al 3% (en rojo) menos en el centro y al oeste de la cuenca donde hay zonas de pendientes más suaves, menor del 3% (en verde)

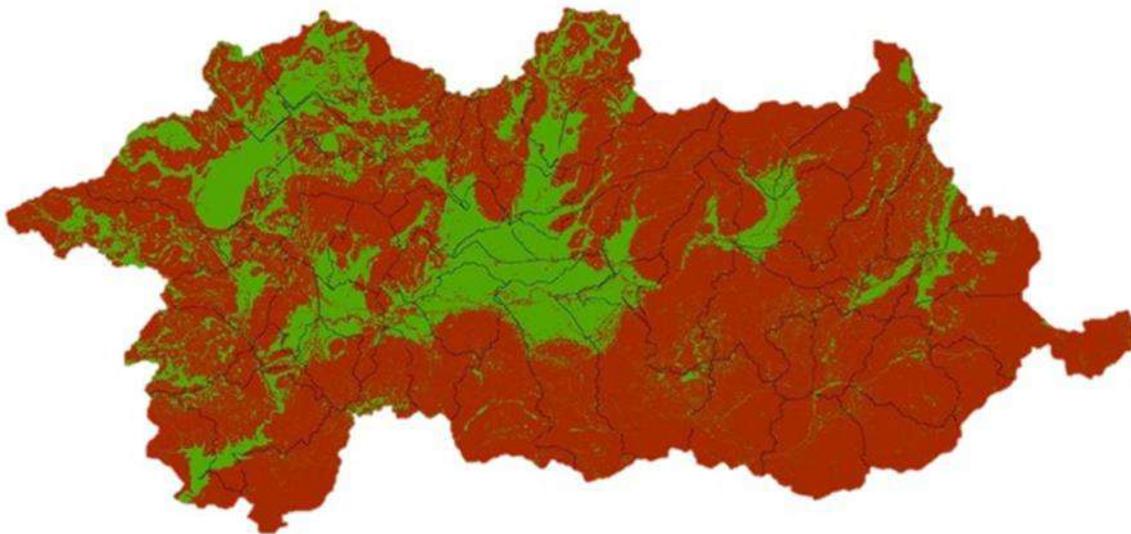


Ilustración 3-6: Pendientes de la cuenca

3.3.2 Grupo hidrológico del suelo

El grupo hidrológico del suelo puede determinarse a partir de la figura 2.7 Mapa de Grupos Hidrológicos de Suelo, de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial" [2]

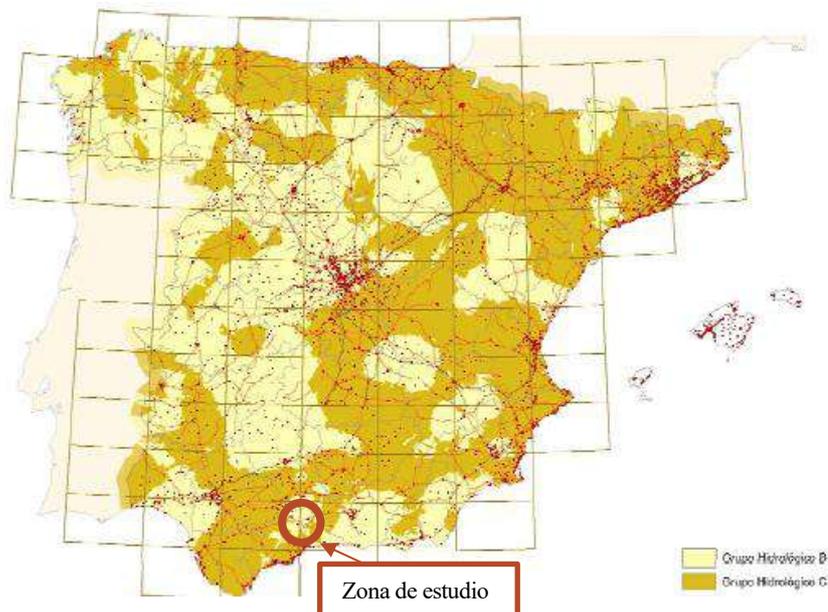


Ilustración 3-7: Mapa de los grupos de suelo de España [2]

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Capacidad de infiltración	Textura
A	Rápida	> 76 mm/h	Arenosa, arenosa-limosa
B	Moderada	>38 mm/h <78 mm /h	Franco-arcillosa-arenosa, Franco-limosa
C	Lenta	>13 mm/h <36 mm /h	Franco-arcillosa, Franco-arcillo-limosa, Arcillo-arenosa
D	Muy lenta	< 13 mm/h	Arcillosa

Tabla 3-7: Características de los grupos de suelo [2]

3.3.3 Usos del suelo

Para la obtención del valor inicial del umbral de escorrentía, se puede acceder a la tabla de usos o aprovechamiento del suelo, cuyas tipologías de usos de suelo son las establecidas según Corine Land Cover 2000.

Uso de suelo	Código	Pendiente	Grupo de suelo	
			B	C
Tejido urbano continuo	111		1	1
Tejido urbano discontinuo	112		14	8
Zonas industriales y comerciales	121		7	5
Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	122		1	1
Zonas de extracción minera	131		9	6
Zonas en construcción	133		14	8
Instalaciones deportivas y	142		32	18

recreativas				
Tierras de labor en secoano	211	<3%	19	14
		>3%	13	8
Tierras regadas permanentemente	212	<3%	25	16
		>3%	20	12
Viñedos	221	<3%	34	19
		>3%	28	15
Frutales	222	>3%	42	22
		<3%	34	19
Olivares	223	>3%	28	15
		<3%	34	19
Prados y praderas	231	>3%	33	18
		<3%	55	22
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	241	>3%	33	18
		<3%	48	22
Mosaicos de cultivos	242	>3%	19	13
		<3%	15	9
Terrenos agrícola y vegetación	243	>3%	15	9
		<3%	19	13
Sistema agro-forestal	244	>3%	23	14
		<3%	35	17
Bosques de frondosas	311		47	31
Bosques de coníferas	312		47	31
Bosque mixto	313		47	31
Pastizales naturales	321	<3%	35	17
		>3%	23	14
Vegetación esclerófila	323		24	14
Material boscoso de transición	324		34	22
Roquedos	332		2	2
Zonas quemadas	334		8	6
Láminas de agua	512		0	0

Tabla 3-8: Umbral de escorrentía de los tipos de suelo [2]

Conocidos el uso de suelo y el grupo de suelo, se puede obtener el valor inicial del umbral de escorrentía Po^i , según tablas incluidas en la instrucción. Estos valores se muestran en la siguiente tabla adjunta:

SUBCUENCA	Po^i	SUBCUENCA	Po^i	SUBCUENCA	Po^i	SUBCUENCA	Po^i
1	23.12	15	23.98	33	22.65	58	24.67
2	13.36	17	20.33	34	27.41	59	10.87
3	16.02	18	23.73	35	22.77	63	15.58
4	12.27	20	14.11	36	20.97	64	23.80
5	27.26	21	27.18	37	29.00	65	17.70
6	12.06	22	26.67	39	27.06	66	28.49
7	23.56	24	24.60	40	26.16	68	12.43
8	25.89	25	9.95	41	26.35	75	12.43
9	17.60	27	9.93	45	11.82	76	25.29
10	27.66	28	19.81	48	23.44	79	23.58
11	8.97	29	20.02	49	26.57	80	21.57

12	23.37	30	16.96	53	11.35	84	23.29
13	12.00	31	18.64	54	14.61		
14	20.71	32	18.87	56	32.28		

Tabla 3-9: Valores del umbral de escorrentía de las subcuencas

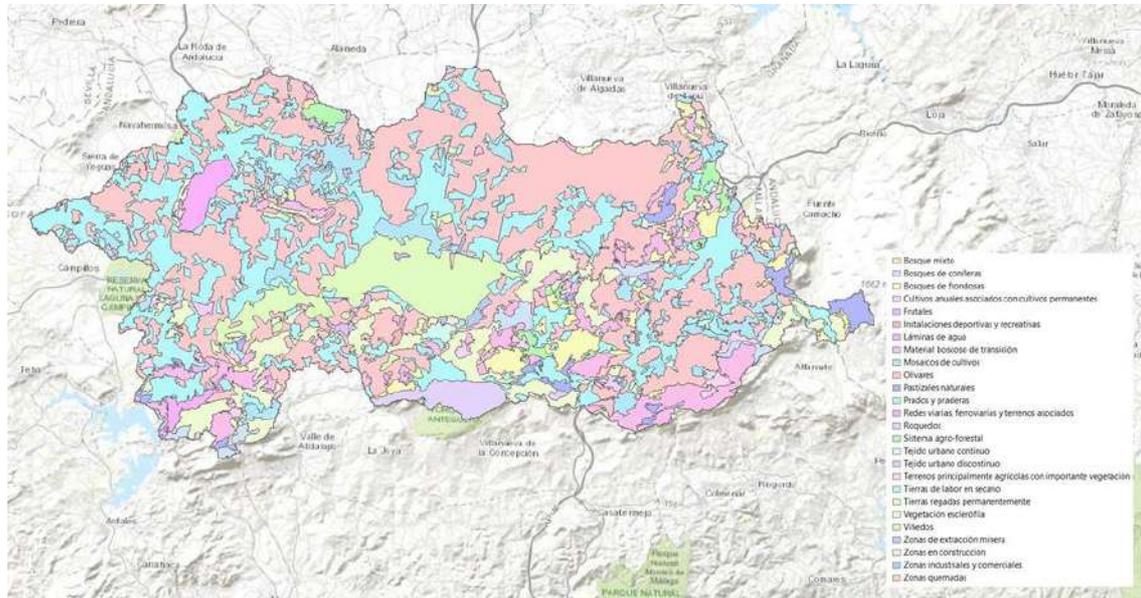


Ilustración 3-8: Mapa de los usos de suelo de la zona de estudio

A continuación, se utiliza un coeficiente corrector para realizar la calibración de los resultados del método racional con datos reales de las principales cuencas hidrográficas de la España peninsular y está asociado al periodo de retorno.

Este valor de escorrentía inicial no tiene en cuenta la condición de humedad inicial del suelo y necesita ser afectado por un coeficiente corrector. Al no disponerse de datos ni información suficiente de las cuencas de estudio compara calibrar valores y obtener un valor directo del factor de corrección del umbral de escorrentía, debe acudirse a la siguiente formulación para drenajes de caminos, vías de servicio e instalaciones según la Instrucción. [2]

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Donde:

- β^{PM} : coeficiente corrector del umbral de escorrentía
- β_m : valor medio en la región del coeficiente corrector
- F_T : factor función del periodo de retorno (T)

Los valores de β_m y F_T depende de la región donde se ubique el proyecto:



Ilustración 3-9: Mapa de las regiones hidrológicas de España [2]

	Valor medio β_m	Periodo de retornos T (años), F_T			
		10	50	100	500
61	2	1	1.12	1.18	1.17

Tabla 3-10: Valores del coeficiente medio corrector de la región 61

Valor	Periodo de retornos T (años), F_T			
	10	50	100	500
β^{Pm}	2	2.24	2.36	2.34

Tabla 3-11: Valores del coeficiente corrector de la zona de estudio

Los valores finales del umbral de escorrentía para cada uso de suelo sería el resultado de multiplicar cada Poi de cada subcuenca por el valor del coeficiente corrector de cada Periodo de retorno, obteniendo un valor de Poi para cada subcuenca y para cada periodo de retorno de dicha subcuenca.

3.3.4 Coeficiente de escorrentía

Se define el coeficiente de escorrentía como la relación existente entre el volumen de agua que sale de la cuenca por escurrimiento superficial y el volumen de agua que entra en la misma a través de la precipitación.

Dicho coeficiente depende de el umbral inicial de escorrentía, de la precipitación máxima y del área de la cuenca estudiada.

De acorde a la IC-5.2 [2] el coeficiente de escorrentía se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Donde:

- C : coeficiente de escorrentía
- P_0 : umbral de escorrentía
- P_d : precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno considerado (mm)
- K_A : factor reductor de la precipitación por área y uso del suelo de la cuenca (Tabla 3-5)

SUBCUENCA	PERIODOS DE RETORNO (años)			
	10	50	100	500
1	0.19	0.26	0.28	0.33
2	0.19	0.31	0.36	0.48
3	0.12	0.18	0.21	0.26
4	0.23	0.31	0.34	0.40
5	0.14	0.20	0.21	0.25
6	0.20	0.30	0.34	0.43
7	0.19	0.26	0.28	0.33
8	0.15	0.21	0.23	0.27
9	0.09	0.16	0.18	0.23
10	0.14	0.19	0.21	0.25
11	0.51	0.59	0.62	0.68
12	0.20	0.27	0.30	0.36
13	0.30	0.43	0.49	0.60
14	0.27	0.41	0.47	0.59
15	0.18	0.25	0.27	0.32
17	0.25	0.33	0.36	0.42
18	0.18	0.25	0.27	0.32
20	0.39	0.54	0.60	0.71
21	0.25	0.33	0.36	0.42
22	0.25	0.31	0.33	0.38
24	0.17	0.23	0.26	0.31
25	0.51	0.65	8.00	0.80
27	0.25	0.37	0.42	0.54
28	0.25	0.34	0.37	0.44
29	0.09	0.20	0.25	0.36
30	0.02	0.10	0.14	0.24
31	0.27	0.36	0.39	0.46
32	0.65	0.71	0.73	0.76
33	0.21	0.29	0.32	0.38
34	0.53	0.60	0.62	0.66
35	0.20	0.28	0.30	0.36
36	0.11	0.16	0.18	0.21
37	0.34	0.42	0.45	0.51
39	0.10	0.15	0.17	0.20
40	0.54	0.61	0.63	0.68
41	0.18	0.29	0.34	0.44
45	0.20	0.27	0.30	0.36
48	0.18	0.24	0.26	0.30
49	0.15	0.20	0.22	0.26
53	0.46	0.55	0.58	0.64
54	0.22	0.30	0.33	0.39
56	0.24	0.30	0.32	0.37
58	0.56	0.63	0.65	0.69
59	0.34	0.43	0.46	0.53
63	0.18	0.25	0.28	0.34
64	0.40	0.47	0.49	0.54
65	0.32	0.47	0.52	0.64
66	0.20	0.26	0.28	0.32

68	0.12	0.24	0.29	0.41
75	0.27	0.35	0.38	0.44
76	0.31	0.38	0.40	0.45
79	0.12	0.20	0.23	0.31
80	0.27	0.41	0.46	0.59
84	0.23	0.36	0.42	0.54

Tabla 3-12: Valores del coeficiente de escorrentía

3.4 Cálculo del coeficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad se aplica para considerar la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación a lo largo de la cuenca. Su valor depende únicamente del tiempo de concentración de la cuenca (horas):

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

SUBCUENCA	Kt	SUBCUENCA	Kt	SUBCUENCA	Kt	SUBCUENCA	Kt
1	1.22	15	1.17	33	1.05	58	1.12
2	1.06	17	1.11	34	1.03	59	1.16
3	1.02	18	1.13	35	1.20	63	1.12
4	1.06	20	1.30	36	1.06	64	1.06
5	1.06	21	1.21	37	1.10	65	1.17
6	1.05	22	1.29	39	1.07	66	1.06
7	1.13	24	1.18	40	1.08	68	1.04
8	1.13	25	1.21	41	1.09	75	1.14
9	1.03	27	1.05	45	1.08	76	1.06
10	1.08	28	1.15	48	1.09	79	1.08
11	1.06	29	1.13	49	1.14	80	1.07
12	1.06	30	1.10	53	1.01	84	1.21
13	1.18	31	1.12	54	1.11		
14	1.06	32	1.22	56	1.33		

Tabla 3-13: Valores del Coeficiente de uniformidad

Los resultados de caudal máximo de avenida obtenidos a raíz del Método Racional estarán recogidos en el capítulo 5 de este documento.

4 ESTUDIO HIDROLÓGICO. HMS

4.1 Estudio Pluviométrico

El estudio pluviométrico que se desarrolla en este punto tiene como objeto la obtención de las intensidades de lluvia para una determinada probabilidad (periodo de retorno) y duración de la tormenta, requeridas para el cálculo de los caudales de avenida.

En este apartado se estudiará la pluviometría desde el punto de vista de las precipitaciones máximas diarias, con objeto de utilizarlas en la aplicación al cálculo de intensidades de lluvia y al cálculo de caudales de aportación de las cuencas vertientes.

4.1.1 Elección de los pluviómetros

La selección de las estaciones pluviométricas para el estudio se ha realizado en función de la cantidad de datos disponibles y su localización, ya que es conveniente escoger estaciones en el entorno de nuestra cuenca de estudio.

Como se ha mencionado antes los criterios para la selección de las estaciones pluviométricas han sido los siguientes:

- Cantidad de datos
- Calidad de datos (aspecto coherente, numero de años incompletos y número de años representativos)

En otras palabras, se han considerado representativos aquellos años en los que se disponga de las lecturas de al menos 9 meses y aquellas estaciones que tengan mas de 30 años representativos. Estos pluviómetros son los localizados en Campillos, Antequera el Rosal y Archidona.

Estación	Cota (m)	Coordenada X	Coordenada Y
Archidona	700	376691.8	4106290.7
Antequera El Rosal	460	360971.2	4098164.1
Campillos	460	334459.3	4101530.3

Tabla 4-1: Localización de los pluviómetros usados para el estudio

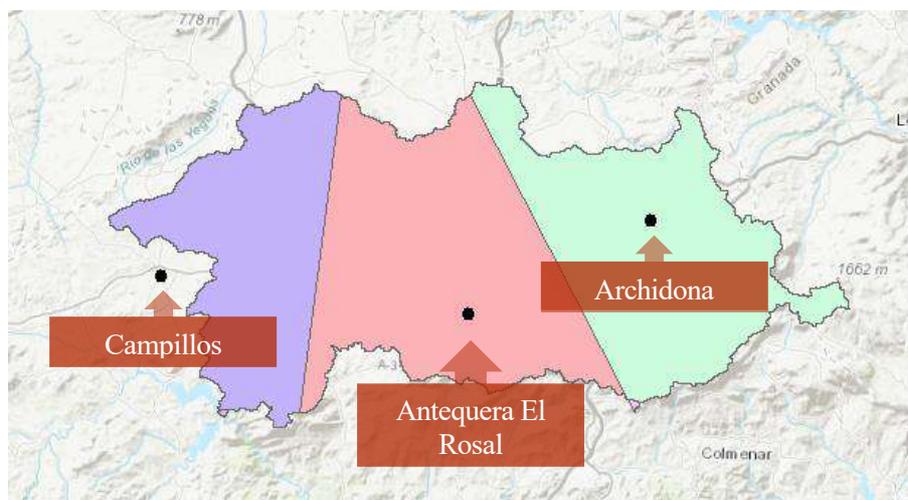


Ilustración 4-1: Mapa de la división con los polígonos de Thiessen de la zona de estudio

Los datos utilizados para el siguiente análisis estadístico de las máximas lluvias diarias anuales de cada estación pluviométrica están recogidos en el APÉNDICE 1.

4.1.2 Análisis estadístico

Para las series de caudales máximos anuales finalmente aceptadas, se han realizado los siguientes ajustes de funciones de máximos. Los resultados detallados y valor de cada variable necesaria para todas las distribuciones posteriormente explicadas se encuentran en el APÉNDICE 3.

4.1.2.1 Distribución Normal

La función de distribución de la variable aleatoria x con distribución normal o distribución de Gauss es:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma(2\pi)^{0.5}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

$$\mu = \bar{x}, \sigma$$

Donde:

- x : Valor de la variable
- \bar{x} : Es la media de las variables que se analizan
- σ : Desviación estándar

Esta función no tiene una solución analítica por lo que se ha tipificado un parámetro Z , el cual se usa para entrar en las tablas y poder calcular el volumen que excedería el periodo de retorno que se está analizando.

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Los valores extremos no suelen ajustarse bien a la distribución normal por lo que tradicionalmente se utilizan las distribuciones que se exponen a continuación.

4.1.2.2 Distribución Gumbel

La Ley Gumbel es un modelo estadístico universalmente aceptado en distribución de variables aleatorias que sean extremas (máximos o mínimos) de un determinado fenómeno que se produce en el tiempo.

La función de distribución de la variable aleatoria x con distribución Gumbel es:

$$F(x) = \text{prob}(\varepsilon \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$

Donde:

- x = Valor de la variable
- α, u = Parámetros que se daban ajustar en cada caso

El Método de Gumbel va a permitir obtener a partir de una serie de Intensidades Medias Máximas la Intensidad Media Máxima correspondiente a cada periodo de retorno.

4.1.2.3 Distribución Log-Pearson Tipo III

La función de distribución de Log Pearson Tipo III para la variable aleatoria x se define como:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{\gamma^\gamma}{\Gamma(\gamma)\bar{x}} \int_0^x e^{-\gamma \frac{t}{\bar{x}}} \left(\frac{t}{\bar{x}}\right)^{\gamma-1} & \text{para } x \geq 0 \\ 0 & \text{para } x < 0 \end{cases}$$

$$\gamma = \frac{1}{C_v^2}$$

Los valores siempre son mayores que 0 ya que la variable en este caso son precipitaciones y siempre son positivas o en su defecto 0

La función es muy compleja, gracias al incluir el coeficiente de Foster-Rybkin (1938) en el coeficiente de

asimetría y se llega a una forma mucho más sencilla de resolverla. Una expresión que nos permite calcular el valor de un evento hidrológico para una determinada probabilidad:

$$x_p = \bar{x}(1 + T_p C_v)$$

Donde:

- \bar{x} : Es la media de las variables que se analizan
- T_p : Coeficiente de Foster-Rybkin
- C_v : Coeficiente de variación

4.1.2.4 Distribución SQRT-ET max

Es la distribución utilizada por el documento Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular que se detalla en el Capítulo 3 de este documento.

La función de distribución de SQRT-ET max para la variable aleatoria x se define como:

$$F(x) = e^{-k(1+\alpha x)e^{-\alpha x}}$$

Donde:

- K y α son parámetros de la distribución que dependen de la media y la desviación típica.

No es fácil su cálculo por lo que Zorraquino (2004) desarrolló una aproximación polinómica para su cálculo, donde utiliza unos valores de dos polinomios de 6º grado que tipifica en la siguiente tabla en función del Coeficiente de variación, en este caso nuestra distribución se corresponderá al Tramo 2 ($0,3 < C_v < 0,7$)

PARÁMETROS SQRT (AJUSTE SEGÚN ZORRAQUINO)			
Tabla ai	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99
a0	-3978.19	1.801513	1.318615
a1	-18497.5	2.473761	-3.16463
a2	-35681.4	23.5562	-1.59552
a3	-36581.5	49.95727	-6.26911
a4	-21017.8	59.77564	-11.3177
a5	-6471.12	35.69588	-22.6976
a6	-813.381	8.505713	-22.0663
Tabla bi	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99
b0	-0.93151	2.342697	2.307319
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504
b3	0.112962	0.003444	-0.01346
b4	-0.00934	0.001014	0.003228
b5	0.000412	-0.00014	0.000521
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014

Tabla 4-2: Parámetros SQRT (Ajuste según Zorraquino)

Para hallar dichos parámetros se siguen los siguientes pasos:

$$\ln(k) = \sum_{i=0}^6 a_i [\ln(C_v)]^i$$

Donde:

- Cv = coeficiente de variación (=desv típica/media aritmética)
- ai = coeficiente de un polinomio de 6º grado determinado en la Tabla 4-2

$$\ln(I_1) = \sum_{i=0}^6 b_i [\ln(k)]^i$$

Donde:

- bi = coeficiente de un polinomio de 6º grado determinado en la Tabla 4-2

$$\alpha = \frac{k}{1 - e^{-k}} \frac{I_1}{2\bar{x}}$$

Donde:

- k, I₁ = calculados en los pasos anteriores
- x = media aritmética

Finalmente, con los valores de k y de α, obtenidos se obtiene el valor de la función de distribución.

4.1.2.5 Test de Kolmogorov-Smirnov

Para determinar si una distribución es adecuada para un conjunto de datos es necesario hacer una prueba de Bondad de Ajuste.

Esta prueba se basa en dos hipótesis relativo a la función de distribución y son las siguientes:

- Hipótesis 1, la función de distribución F(x) es igual a una distribución propuesta F0(x)
- Hipótesis 2, la función de distribución no es igual a la distribución propuesta F0(x)

Para saber si la distribución válida para el conjunto de datos, se compara una función de distribución empírica Fn(x) y con la diferencia entre F0(x), por lo que cuanto mas pequeño sea el valor de dicha diferencia más cercana será a la Fn(x) y se estaría en la Hipótesis 1, por lo que la distribución estudiada sería adecuada para la nube de datos. Como hallar esa diferencia sería lo que propuso Kolmogorov-Smirnov.

La diferencia para el estudio será la máxima entre todas las diferencias de los datos obtenidos, siguiendo la fórmula indicada a continuación:

$$D_n = \text{Máx} |F_n^i(x) - F_0^i(x)|$$

El valor que Dn no podrá superar esta tipificado en tablas, las cuales dependen del tamaño de la muestra y del nivel de confianza, el cual es la probabilidad de que el intervalo de confianza tenga el valor de la variable estadística.

Los valores máximos, para estar del lado de la seguridad que cumplen todo lo descrito anteriormente para cada estación pluviométrica serán los siguientes:

	Periodo de retorno	Valor (mm)	Pd
CAMPILLOS	10	69.39	
	50	105.39	
	100	124.02	
	500	176.84	
ANTEQUERA DEL ROSAL	10	61.12	
	50	78.49	
	100	85.74	
	500	102.52	

ARCHIDONA	10	58.18
	50	70.72
	100	75.57
	500	85.81

Tabla 4-3: Valores de la precipitación media obtenidos por el estudio estadístico

4.1.2.6 Método de los Polígonos de Thiessen

Las precipitaciones diarias máximas asociadas a cada subcuenca mediante el método de los polígonos de Thiessen se han obtenido a partir de datos puntuales de estaciones pluviométricas. (detallado previamente en el apartado 3.2.1.1 de este documento). Consiste en el cálculo del área de influencia de cada pluviómetro y en la ponderación de la precipitación asociada a la cuenca en función del área intersectada por cada polígono.

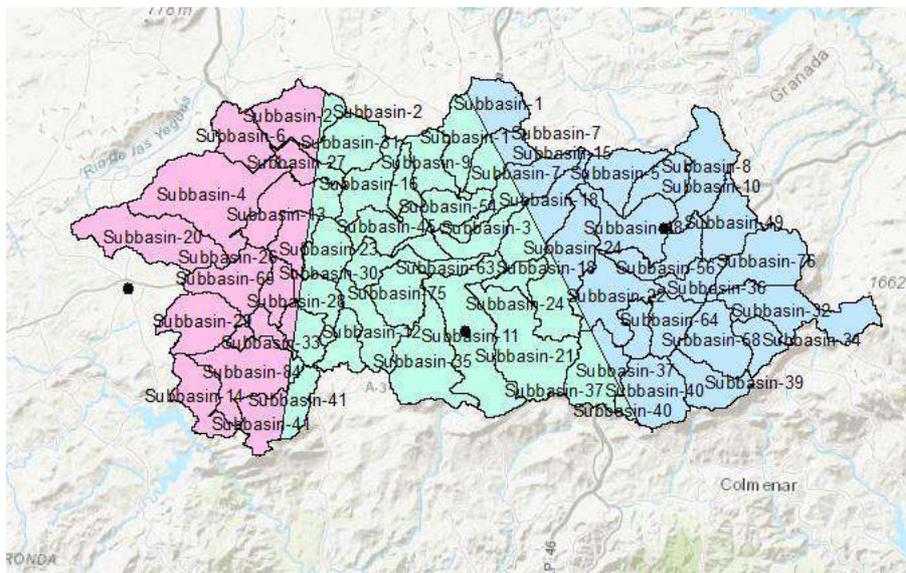


Ilustración 4-2: Mapa de la clasificación de las subcuencas por el método de los polígonos de Thiessen

Los valores obtenidos de la precipitación total diaria (medidos en mm) para cada periodo de retorno y para cada subcuenca son los siguientes:

SUBCUENCA	PERIODOS DE RETORNO (años)			
	10	50	100	500
1	59.73	74.83	80.94	94.64
2	68.00	100.85	117.57	164.31
3	61.11	78.46	85.70	102.46
4	61.12	78.49	85.74	102.52
5	58.18	70.72	75.57	85.81
6	64.39	89.12	100.86	131.88
7	59.78	74.96	81.11	94.92
8	58.18	70.72	75.57	85.81
9	61.12	78.49	85.74	102.52
10	58.18	70.72	75.57	85.81
11	61.12	78.49	85.74	102.52
12	61.12	78.49	85.74	102.52
13	67.08	97.86	113.32	156.06

14	69.39	105.39	124.02	176.84
15	59.44	74.06	79.94	92.99
17	61.12	78.49	85.74	102.52
18	59.52	74.27	80.21	93.44
20	69.39	105.39	124.02	176.84
21	61.12	78.49	85.74	102.52
22	58.33	71.12	76.09	86.67
24	59.53	74.31	80.26	10.79
25	69.39	105.39	124.02	11.36
27	66.96	97.48	112.77	22.90
28	61.85	80.87	89.12	12.93
29	69.39	105.39	124.02	15.44
30	69.39	105.39	124.02	18.19
31	61.75	80.56	88.68	14.22
32	58.18	70.72	75.57	9.53
33	61.12	78.49	85.74	20.83
34	58.18	70.72	75.57	26.30
35	61.12	78.49	85.74	10.66
36	58.18	70.72	75.57	19.51
37	60.35	76.45	83.07	15.46
39	58.18	70.72	75.57	17.25
40	58.41	71.35	76.39	15.93
41	65.95	94.20	108.10	17.52
45	61.12	78.49	85.74	17.15
48	58.18	70.72	75.57	15.64
49	58.18	70.72	75.57	12.38
53	61.12	78.49	85.74	37.87
54	61.12	78.49	85.74	14.86
56	58.18	70.72	75.57	7.34
58	58.18	70.72	75.57	13.57
59	61.12	78.49	85.74	12.70
63	61.12	78.49	85.74	14.12
64	58.18	70.72	75.57	19.13
65	69.39	105.39	124.02	13.41
66	58.18	70.72	75.57	19.64
68	69.39	105.39	124.02	27.17
75	61.12	78.49	85.74	12.98
76	58.18	70.72	75.57	18.04
79	63.34	85.71	96.01	17.80
80	69.01	104.16	122.27	20.96
84	68.94	103.92	121.93	11.71

Tabla 4-4: Valores de la Precipitación media diaria (Pd) (mm)

4.1.2.7 Curvas IDF

Para una duración determinada, la curva IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) establece la relación entre la duración y la intensidad media máxima anual de la misma duración (todas ellas para un determinado nivel de probabilidad o período de retorno, por tratarse de un fenómeno aleatorio) por lo que permiten obtener la cuantía de la precipitación asociada a una duración dada y a un periodo de retorno de cálculo.

- Intensidad (expresada normalmente en unidades de mm/h).
- Duración (minutos). Es el tiempo durante el cual se mide la lluvia. Como se ha indicado en el apartado anterior, el término duración en este caso representa el intervalo de tiempo donde se da la mayor intensidad dentro de un evento mayor.
- Frecuencia (años). Mediante el período de retorno se incluye la aleatoriedad del fenómeno.

La tipología para las curvas IDF en este estudio es la de Temez (1978) ya que es la utilizada en el Método Racional el cual se incluye en la Norma 5.2-IC de drenaje superficial de España:

$$i_T(td) = i_T(d) * \left(\frac{i_T(1)}{i_T(d)} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

$$i_T(d) = \frac{P_d}{24}$$

Donde:

- $i_T(td)$: Intensidad media de precipitación para una duración, td y un período de retorno determinado, T (mm/h).
- $i_T(d)$: Intensidad media diaria de precipitación para el período de retorno T (mm/h). Esta intensidad se obtiene dividiendo entre 24 horas la precipitación diaria total para el período de retorno, P_d (obtenida mediante un análisis de precipitaciones máximas diarias a partir de datos pluviométricos o el mapa de isolíneas).
- td : Duración para la que se quiere conocer la intensidad media de precipitación (h).

Dichos valores calculados de la misma forma que la descrita anteriormente en el apartado 3.2 de este documento, pero utilizando los valores de Precipitación máxima diaria obtenidos en el estudio estadístico.

4.1.3 Cálculo de los hietogramas de Proyecto

Para calcular los hietogramas de proyecto, se recurrirá como ya se ha indicado al método de los bloques alternos.

Se basa en ordenar de forma alternada el volumen incrementado de lluvia que se ha obtenido al multiplicar la intensidad de lluvia con la duración del intervalo de esta.

A continuación se ilustrará con un ejemplo la metodología utilizada.

4.1.4 Ejemplo Método de los bloques alternos de la Zona de estudio para un periodo de retorno de 50 años

Se va a mostrar el método calculando el hietograma de diseño para la toda la zona de estudio y correspondiente al un periodo de retorno de 50.

El primer paso es determinar las características geométricas de la cuenca ya que son necesarias para el estudio y para el calculo del tiempo de concentración

SUBCUENCA	Longitud (m)	Área (km ²)	Zmax (m)	Zmin (m)	S (m/m)
CUENCA TOTAL	59079.68	1107.24	1262.25	556.00	0.011

Tabla 4-5: Características físicas de la Cuenca total

Los datos de las precipitaciones provienen de los pluviómetros ya mencionados por lo que la precipitación diaria (P_d) será la obtenida con las distribuciones estadísticas y se obtendrá la P_d correspondiente a la cuenca mediante los polígonos de Thiessen.

Obteniendo una Pd de la cuenca para un T=50 de 120.03 mm

Posteriormente el objetivo es calcular el volumen incrementado de lluvia correspondiente a cada intervalo temporal, en este caso es de 1 hora.

Antes de obtener el volumen incrementado hay que pasar por el volumen acumulado, por el pluviograma, el cual resulta de multiplicar la intensidad de lluvia por el tiempo transcurrido y posteriormente desacoplarlo para obtener el volumen de lluvia en cada intervalo independientemente de los demás.

	T (h)	Fa	I=Fa·Id (mm/h)	Vol Acum (mm)	Vol Increm (mm)
T 50	0	1537.21	6126.54	0.00	0.00
	1	8.00	31.88	31.88	31.88
	2	5.49	21.86	43.72	11.84
	3	4.34	17.31	51.94	8.22
	4	3.66	14.59	58.35	6.41
	5	3.19	12.73	63.65	5.29
	6	2.85	11.36	68.17	4.52
	7	2.59	10.30	72.13	3.96
	8	2.37	9.46	75.65	3.52
	9	2.20	8.76	78.82	3.17
	10	2.05	8.17	81.71	2.89
	11	1.92	7.67	84.36	2.65
	12	1.82	7.23	86.81	2.45
	13	1.72	6.85	89.08	2.27
	14	1.63	6.51	91.21	2.12
	15	1.56	6.21	93.20	1.99
	15.53087674	1.52	6.07	94.21	1.01

Tabla 4-6: Valores para el cálculo del hietograma

Finalmente, el hietograma se constituirá de dichos volúmenes de lluvia incrementados y ordenados de la siguiente forma, en el centro se coloca la precipitación registrada en la hora mas lluviosa, a su derecha la precipitación registrada en el 2º intervalo mas lluvioso, a la izquierda en el tercer intervalo mas lluvioso y así sucesivamente, quedando de la siguiente forma:

T (h)	Vol Inc Orden (mm)
0	0.00
1	1.99
2	2.27
3	2.65
4	3.17
5	3.96
6	5.29
7	8.22
8	31.88
9	11.84
10	6.41
11	4.52
12	3.52
13	2.89
14	2.45
15	2.12
15.53087674	1.01

Tabla 4-7: Valores del hietograma para la cuenca total y un periodo de retorno de 50 años

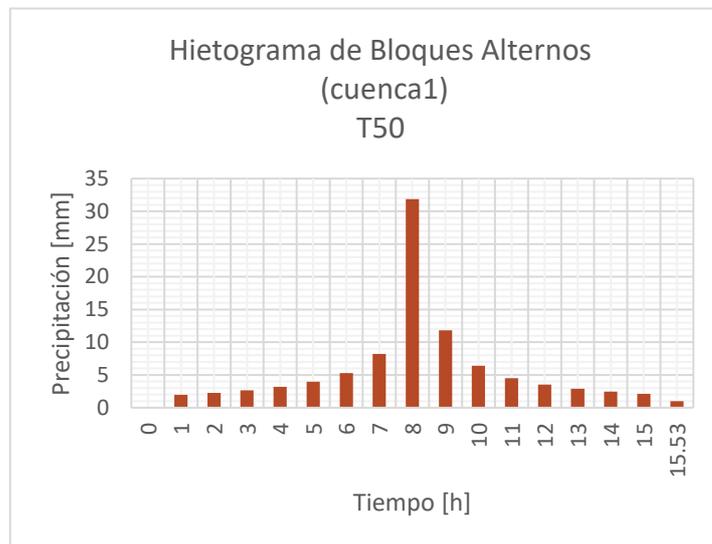


Ilustración 4-3: Hietograma para la cuenca total y un periodo de retorno de 50 años

Una vez que tenemos el hietograma de diseño con la precipitación total y el umbral de escorrentía podemos clasificar la lluvia como precipitación neta y abstracción inicial

4.2 Estudio pluviográfico

4.2.1 Método de Huff

En esta segunda parte del trabajo se analizan eventos de lluvia reales.

El objetivo es estimar un hietograma de diseño basado en la distribución temporal de la precipitación en una tormenta real. Para ello con los datos diezminutales de los pluviógrafos seleccionados que se indicarán a continuación, se obtiene en todas las tormentas ocurridas en entre los años 1989 y 2008 clasificándolas por la duración y el volumen de agua, con ella se dispondrá de una malla de datos la cual utilizará para determinar el evento de tormenta más probable y utilizar esa distribución temporal de la lluvia en el hietograma de diseño.

4.2.1.1 Elección pluviógrafos

Un pluviógrafo es un instrumento de registro que mide la cantidad de precipitación e indica su intensidad. Por lo general, consisten en contenedores dobles de tamaño conocido; cuando uno de los medios depósitos se llena de agua, se crea un desagüe que lleva el agua recolectada al otro medio depósito, y así sucesivamente. Este movimiento se transmite a un bolígrafo para anotar el número de vuelcos de depósito que se han producido. Como se conoce la capacidad de cada medio depósito, se puede obtener la cantidad de precipitación que cae con simple multiplicación.

Para el método de huff, se ha solicitado al INM (Instituto Nacional de Meteorología) los datos diezminutales de los pluviógrafos que por su ubicación son capaces de caracterizar adecuadamente todo el área de estudio. Se utilizarán los datos para el análisis de los dos siguientes:

	Término municipal	Cota (m)	Coordenada X	Coordenada Y
E216	Loja (Ayuntamiento)	500	397502	4113782
E047	Bobadilla (Destacamento)	400	344019	4099767

Tabla 4-8: Localización de los pluviógrafos usados para el estudio

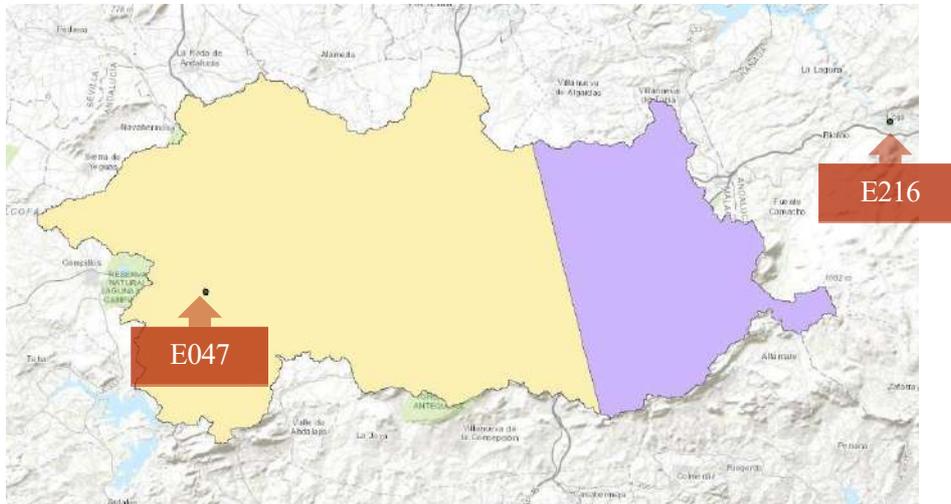


Ilustración 4-4: Mapa de la división con el método de los polígonos de Thiessen de la zona de estudio

4.2.1.2 Tormentas analizadas

Para el estudio hidrológico con lluvias reales mediante el Análisis de Huff, lo primordial es caracterizar las tormentas de diseño para adecuar la forma que debe tener el hidrograma y que sea lo más aproximado a la realidad.

- Se divide cada tormenta en 5 intervalos por lo que cada intervalo será una quinta parte de la duración de la tormenta ya que tienen igual duración.
- Se calcula la precipitación que corresponde a cada intervalo, dependiendo de la tormenta en cada intervalo tendremos más o menos proporción de la lluvia según haya sido el evento real.
- Las precipitaciones obtenidas se adimensionalizan porcentualmente respecto a la precipitación total de cada tormenta
- Acumulando la precipitación podremos obtener los pluviogramas adimensionales de cada tormenta analizada.

Una vez hecho este análisis de datos obtendremos 5 valores para cada tormenta que representan la forma en que se acumuló la precipitación y por lo tanto su distribución temporal.

Cada curva representa un hietograma adimensional asociado a una probabilidad de superación por lo tanto a un periodo de retorno, ya es el el inverso de esta.

Una vez analizadas todas las tormentas y determinado el periodo de retorno que les corresponde, podremos establecer un patrón de lluvias para selecciona finalmente cual es la tendencia de la cuenca y cual es el evento para cada periodo de retorno que vamos a utilizar como hietograma de diseño.

Para agrupar la información, según la duración de las tormenta se han dividido en 4 categorías:

- Entre 2 y 6 horas
- Entre 7 y 12 horas
- Entre 12 y 24 horas
- Entre 25 y 48 horas

El número de tormentas analizadas en cada pluviógrafo clasificadas por su duración son las siguientes:

E047	Duración (h)	N° tormentas	E216	Duración (h)	N° tormentas
	2-6 horas	177		2-6 horas	191
	7-12 horas	69		7-12 horas	67
	13-24 horas	43		13-24 horas	40
	25-48 horas	14		25-48 horas	9

Tabla 4-9: Número de tormentas analizadas

Los datos recopilados de cada pluviógrafo clasificados como se ha indicado se encuentran en el APÉNDICE 2.

En las siguientes gráficas se pueden ver el porcentaje de lluvia medio de todas las tormentas analizadas en cada intervalo, clasificadas por su duración de los eventos de ambos pluviógrafos estudiados.

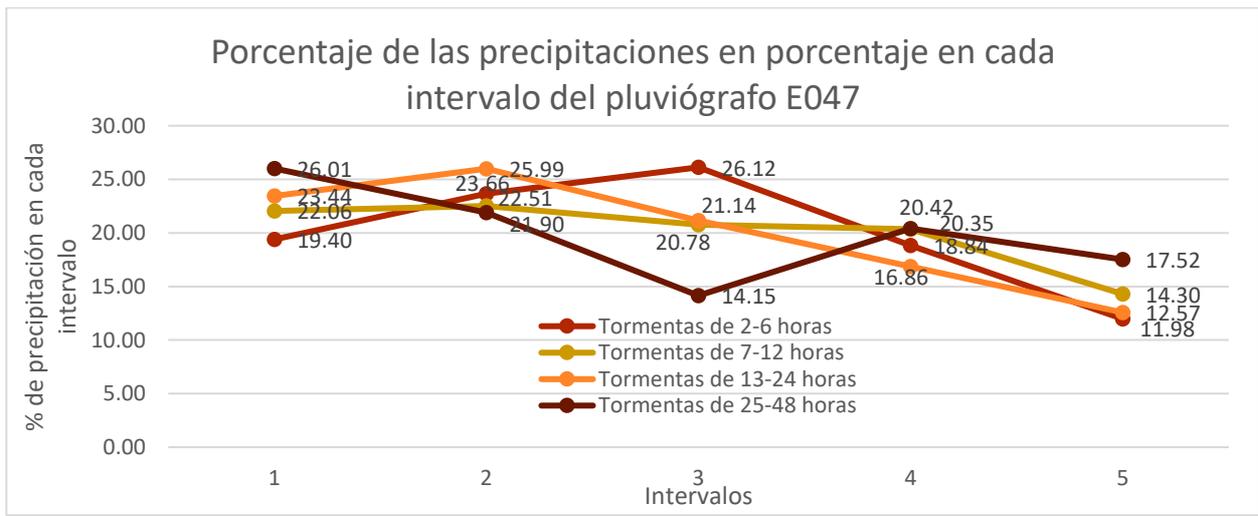


Ilustración 4-5: Gráfica de la media del volumen de la precipitación en porcentaje en cada intervalo del pluviógrafo E047

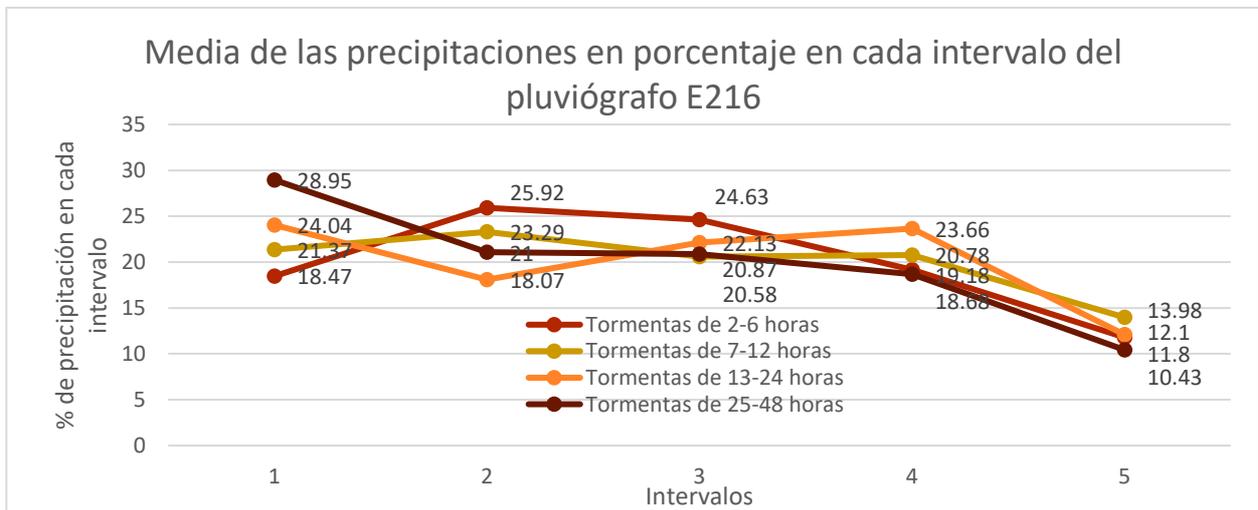


Ilustración 4-6: Gráfica de la media del volumen de la precipitación en porcentaje en cada intervalo del pluviógrafo E216

4.3 Estudios Hidrológicos

4.3.1 Introducción a HEC-HMS

El modelo hidrológico seleccionado para la realización del estudio ha sido el HEC-HMS del Centro de Ingeniería Hidrológica del U.S. Army Corps of Engineers. El modelo HEC-HMS constituye una potente herramienta de simulación de los procesos de lluvia-escorrentía en sistemas de drenaje dendríticos, estando

especialmente indicado para la hidrología de avenidas. Dispone de un entorno integrado de trabajo que incluye tanto un módulo de cálculo como módulos de entrada y salida de datos y resultados, a los que se accede fácilmente a través de un interface gráfico sencillo. Este programa se manifiesta como la adaptación al entorno Windows del conocido software HEC-1 desarrollado a lo largo más de 30 años de experiencia en simulación hidrológica.

En este sentido, el modelo HEC-HMS, al igual que su predecesor HEC-1, incorpora una serie de algoritmos que son capaces de simular los procesos físicos más relevantes que tienen lugar en una determinada cuenca de drenaje y que son los siguientes:

- i. Simulación de cuencas de drenaje: La representación física de una cuenca hidrológica se configura en el modelo de cuenca mediante la conexión de una serie de elementos entre los que se encuentran las subcuencas, cauces, uniones, embalses, derivaciones, fuentes y sumideros. Los componentes fundamentales del modelo de cuenca son:
 - Infiltración: Para simular la pérdida de escorrentía por infiltración dispone de varios métodos de simulación entre los que destacan los siguientes: Inicial y constante, Green & Ampt, N° de curva del SCS y un modelo de cálculo del porcentaje de humedad del suelo de 5 capas (SMA)
 - Transformación lluvia-escorrentía: Dispone de varios métodos de transformación de la lluvia neta en escorrentía entre los que se encuentran los de los hidrogramas unitarios del SCS, Snyder y Clark y el modelo conceptual de la onda cinemática.
 - Caudal base: La contribución al hidrograma final del caudal procedente del aporte de agua subterránea puede simularse mediante varios métodos entre los que destacan los de mensual constante, embalse lineal y curva de recesión
 - Propagación de hidrogramas: la propagación de los hidrogramas a través de los diversos tramos fluviales puede simularse mediante métodos tradicionales como el de Muskingum y Puls modificado. El tránsito a través de canales circulares, trapezoidales, triangulares y rectangulares puede introducirse mediante la aplicación del método de Muskingum-Cunge o de la onda cinemática.
- ii. Análisis de los datos meteorológicos: El estudio de los datos meteorológicos dentro del modelo hidrológico permite la simulación tanto del fenómeno de la precipitación como del de la evaporación y la nieve asociados a cada una de las subcuencas definidas en el modelo de cuenca. Para ello se incluyen los siguientes métodos:
 - Precipitación: Dispone de 4 métodos para el análisis de la precipitación histórica como son el del hietograma definido por el usuario, el de la suma ponderada de las precipitaciones observadas en determinadas estaciones definidas por el usuario, el de la suma ponderada definida por los inversos de las distancias al cuadrado y el de la precipitación mallada que emplea datos de radar. Además, se incluyen otros 3 métodos para la confección de precipitaciones sintéticas, como son los de la Tormenta-Frecuencia que utiliza datos estadísticos para producir tormentas medias con una probabilidad de excedencia determinada, el de la Tormenta Standard y el de la Tormenta hipotética del SCS
 - Evaporación: La simulación de la evaporación de la cuenca se efectúa únicamente mediante la introducción de los valores medios mensuales definidos por el usuario
 - Acumulación fusión-nival: la precipitación tiene lugar en forma de nieve por debajo de un determinado valor umbral, admitiéndose variaciones de la temperatura ambiente con la altitud de cada subcuenca. La fusión se simula mediante el empleo de tasas de fusión (mm/°C y día), diferentes para periodos secos y con lluvia, aplicadas a la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura base.

Por último, el programa incluye un módulo que permite realizar una calibración sencilla de los parámetros que definen el modelo de cuenca mediante la comparación de los datos foronómicos observados en la realidad y los hidrogramas obtenidos con el modelo.

4.3.2 Método SCS

El modelo del Soil Conservation Service (SCS) es un método empírico, fue adoptado por la comunidad internacional y está basado en más de 1000 cuencas experimentales.

Este método se basa en una relación de balance de la escorrentía producida por una tormenta:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P}$$

Donde:

- F es el volumen de agua retenido en la cuenca
- Q es la escorrentía directa
- S es la máxima infiltración potencial
- P es la máxima escorrentía potencial

En el método del SCS se define S como la máxima capacidad potencial de infiltración.

Se define la abstracción inicial I_a en función de S como $I_a=0.2S$

Dado que retención del suelo F es la diferencia entre la precipitación (P) menos la escorrentía (Q):

$$F = (P - I_a) - Q$$

Al sustituir nos queda la ecuación del SCS:

$$Q = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{(P + 0.8 \cdot S)}$$

Estimación de S:

La parte más complicada de la aplicación del método es la estimación de la máxima capacidad potencia de retención de la cuenca, S.

SCS introdujo el concepto de número de curva adimensional, CN, para facilitar la estimación de S.

CN se relaciona con S de la siguiente manera

$$S = \left(\frac{1000}{CN} \right) - 10$$

CN varía entre 1 y 100 (teóricamente). Para la obtención de este valor, el SCS ha clasificado más de 8500 tipos de suelo cuatro grupos hidrológicos que se han visto anteriormente (A, B, C y D) de acuerdo con la escorrentía que generan. Una vez determinado el grupo de suelo, el número de curva para condiciones medias se obtiene con el tipo de vegetación, el uso del suelo y la condición hidrológica entrando en las tablas del SCS.

En el programa HEC-HMS es necesario introducir el valor de CN, Si admitimos que P_0 es igual a $0,2S$ (abstracción máxima), el programa calculará P_0 . Si se introducen ambos valores (CN y P_0 , que allí se denomina “abstracción inicial”) como es este caso, el programa indicará tras la ejecución la relación entre P_0 y S.

En nuestra zona de estudio los valores que toma CN son los siguientes:

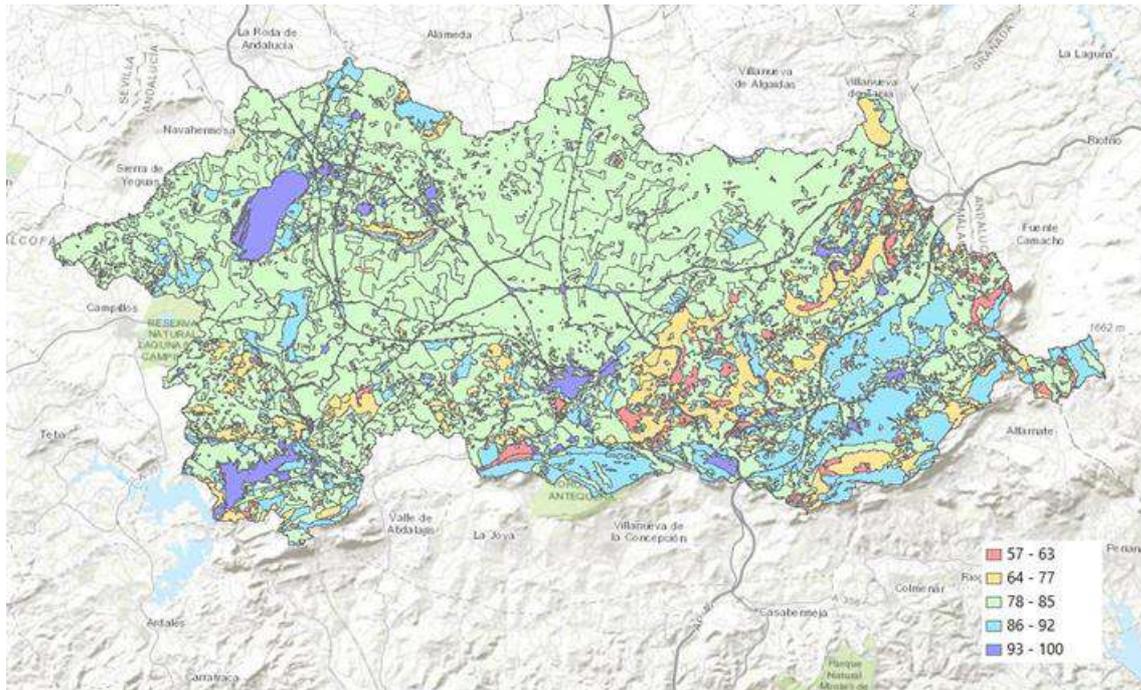


Ilustración 4-7: Mapa de el número de curva de la zona de estudio

SUBCUENCA	CN II						
1	82.51	15	83.26	33	82.30	58	85.37
2	83.67	17	82.20	34	81.12	59	85.73
3	83.95	18	82.65	35	82.13	63	83.59
4	82.68	20	82.67	36	84.94	64	83.95
5	82.74	21	79.78	37	81.76	65	83.81
6	82.31	22	79.39	39	81.94	66	80.10
7	82.43	24	79.33	40	82.18	68	82.56
8	80.42	25	85.08	41	81.91	75	82.95
9	82.43	27	84.23	45	82.14	76	81.13
10	82.03	28	83.53	48	83.15	79	80.02
11	85.59	29	80.95	49	79.09	80	81.90
12	81.95	30	83.13	53	83.88	84	83.38
13	83.20	31	83.36	54	83.15		
14	83.80	32	81.72	56	78.11		

Tabla 4-10: Valores del número de curva

4.3.3 Cálculo de los hidrogramas

La escorrentía de una determinada cuenca vertiente consta fundamentalmente de los siguientes componentes:

- Precipitaciones sobre las superficies libres: El caudal aportado en este concepto es fácilmente calculable a partir de la lluvia si se conoce el área de las superficies receptoras. En general su importancia es pequeña, por lo que se suele incluir en la escorrentía superficial directa.
- Escorrentía superficial directa: Corresponde al flujo sobre la superficie del terreno del agua precipitada que eludió la evaporación, intercepción, infiltración y almacenaje superficial y llega directamente al curso de agua. La importancia de la escorrentía superficial directa en el caudal total depende de la naturaleza de la cuenca, de su estado de humedad inicial y de las características de las precipitaciones. No obstante, es el factor de mayor influencia en los hidrogramas de avenidas.
- Escorrentía hipodérmica subsuperficial: Es la diferencia entre el agua infiltrada y el agua retenida por humedad y la que alimenta las reservas subterráneas. Corresponde al agua que fluye horizontalmente por

las capas superiores del subsuelo y aparece en las depresiones. La importancia de esta escorrentía en el caudal total de avenida depende de la estructura del suelo, ya que, por ejemplo, la existencia de un estrato impermeable a poca profundidad hace que prácticamente toda la infiltración escurra subsuperficialmente.

- Escorrentía subterránea propiamente dicha: Cuando las zonas superficiales del subsuelo adquieren suficiente humedad, una fracción importante de la infiltración percola y alcanza la capa freática, en una cantidad que depende de la estructura del suelo y de las características de las lluvias (es de señalar que las capas acuíferas profundas, normalmente, son alimentadas por las lluvias fuertes de otoño e invierno y no por los pequeños aguaceros). Salvo en ciertas regiones cársticas, la duración del trayecto de la escorrentía subterránea hacia la salida es mucho más lenta que las de las otras componentes del hidrograma. Por todo lo anterior, la contribución de las aguas subterráneas al caudal total es siempre gradual y no representa más que un pequeño porcentaje de los caudales pico de crecida. Sin embargo, esta contribución representa la casi totalidad de los caudales en épocas no lluviosas cuando no hay influencia nival.

A la vista de lo anterior, el cálculo de los hidrogramas de avenida se reduce a la estimación, por un lado, de la denominada escorrentía directa y, por otro lado, de las denominadas escorrentía subsuperficial y subterránea que englobadas conforman el llamado caudal base.

BASIN MODEL	Basin 1	
	Loss Method	SCS Curva Number
	Transform Method	SCS Unit Hydrograph
METEOROLOGIC MODELS	Unit System	Metric
	Precipitation	Specified Hyetograph
	Replace Missing	Set to Default
CONTROL SPECIFICATIONS	Start time	00:00:00
	Start date	01 ene 2000
	End time	12:00:00
	End date	01 ene 2000
	Time Interval	3 min
TIME-SERIES DATA, PRECIPITATION GAGES	Data source	Manual Entry
	Units	Incremental Millimeters

Tabla 4-11: Parámetros de las simulaciones en HEC-HMS

5 RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados alcanzados en las diferentes metodologías del estudio, obtenidos de la forma explicada en los capítulos 3 y 4 de esta memoria.

5.1 Método Racional

Los resultados de caudal en (m^3/s) obtenidos de esta metodología son mucho mas pobres, ya que no nos indica la forma en la que se distribuye a lo largo del evento la precipitación, solo nos indica el caudal de avenida máximo de la tormenta. Son los siguientes:

SUBCUENCAS	PERIODOS DE RETORNO			
	10	50	100	500
1	19.67	33.37	39.60	54.75
2	28.83	70.40	95.77	177.35
3	12.72	25.52	31.73	47.83
4	33.97	58.73	70.29	99.38
5	13.90	23.22	27.25	36.49
6	34.35	71.34	91.80	152.60
7	12.67	21.53	25.56	35.38
8	16.04	26.44	30.92	41.18
9	10.34	22.09	27.85	42.92
10	9.26	15.51	18.21	24.40
11	122.45	184.19	211.23	275.82
12	20.56	36.53	44.06	63.14
13	29.02	60.29	78.12	132.21
14	32.33	74.40	99.70	179.46
15	14.56	24.62	29.15	40.08
17	9.07	15.45	18.41	25.83
18	18.67	31.60	37.44	51.57
20	47.53	99.11	128.71	218.25
21	34.85	59.16	70.43	98.64
22	18.22	27.91	32.01	41.31
24	22.11	38.01	45.23	62.74
25	135.82	263.74	334.45	541.97
27	16.75	36.40	47.81	83.02
28	12.85	22.56	27.27	39.67
29	9.84	32.92	48.25	101.20
30	0.81	8.19	13.47	32.82
31	23.75	41.09	49.43	71.17
32	67.73	89.98	98.74	117.48
33	14.29	25.06	30.11	42.88
34	43.23	59.14	65.51	79.28
35	22.94	40.68	49.04	70.19
36	19.67	33.37	14.42	19.72
37	19.67	33.37	69.43	92.69
39	8.36	15.11	18.08	24.94

40	65.09	89.49	99.34	120.86
41	22.93	52.11	69.15	122.15
45	15.98	28.45	34.34	49.25
48	21.00	33.61	39.00	51.27
49	11.00	18.24	21.36	28.50
53	2.92	4.46	5.14	6.78
54	12.59	21.91	26.28	37.27
56	19.67	33.37	19.60	25.22
58	51.57	70.01	77.36	54.75
59	7.55	12.14	14.21	19.31
63	12.94	23.43	28.40	41.05
64	31.38	44.66	50.08	62.00
65	29.77	65.48	86.52	151.67
66	9.80	15.45	17.86	23.31
68	2.55	7.54	10.78	21.74
75	19.18	32.22	38.25	53.28
76	42.88	63.13	71.54	90.26
79	7.73	17.60	23.03	39.10
80	9.22	21.03	28.10	50.32

Tabla 5-1: Resultados del caudal máximo de avenida del Método Racional

5.2 Estudio Hidrológico. Método de los Bloques Alternos

Los siguientes resultados se han obtenido mediante la simulación con el software HEC-HMS utilizando la distribución temporal de la precipitación de forma sintética en lo que se basa el Método de los Bloques Alternos. Los resultados detallados se encuentran en el APÉNDICE 6

SUBCUENCAS	T 10		T 50		T 100		T 500	
	Caudal pico(m ³ /s)	Tiempo pico	Caudal pico (m ³ /s)	Tiempo pico	Caudal pico (m ³ /s)	Tiempo pico	Caudal pico (m ³ /s)	Tiempo pico
1	13.75	04:24:00	24.59	04:18:00	29.54	04:18:00	41.64	04:15:00
2	16.30	01:33:00	47.71	01:27:00	67.64	01:27:00	132.24	01:24:00
3	5.05	00:39:00	13.34	00:36:00	17.72	00:36:00	29.44	00:36:00
4	14.48	01:30:00	30.33	01:27:00	38.19	01:27:00	58.43	01:27:00
5	6.44	01:27:00	12.81	01:27:00	15.68	01:24:00	22.56	01:24:00
6	12.63	01:18:00	36.17	01:18:00	50.41	01:15:00	94.59	01:15:00
7	6.78	03:00:00	13.03	02:54:00	15.96	02:54:00	23.23	02:51:00
8	13.91	02:51:00	23.35	02:48:00	27.43	02:48:00	36.70	02:45:00
9	5.33	00:48:00	14.09	00:45:00	18.73	00:45:00	31.14	00:45:00
10	5.04	01:57:00	9.72	01:54:00	11.84	01:54:00	16.78	01:54:00
11	64.49	01:27:00	106.39	01:27:00	125.20	01:27:00	171.85	01:24:00
12	10.72	01:33:00	22.12	01:30:00	27.67	01:30:00	42.04	01:27:00
13	17.87	03:45:00	41.24	03:42:00	54.81	03:39:00	96.29	03:36:00
14	13.18	01:30:00	40.05	01:27:00	57.28	01:27:00	114.51	01:24:00
15	9.19	03:48:00	16.96	03:42:00	20.54	03:42:00	29.22	03:39:00
17	4.04	02:33:00	8.22	02:30:00	10.24	02:27:00	15.49	02:27:00
18	9.28	03:00:00	18.09	02:57:00	22.24	02:54:00	32.44	02:51:00
20	29.96	07:03:00	65.69	06:51:00	86.31	06:48:00	148.95	06:42:00

21	23.27	04:12:00	41.87	04:09:00	50.58	04:06:00	72.39	04:03:00
22	17.88	06:57:00	26.47	06:51:00	30.03	06:48:00	37.93	06:45:00
24	17.82	03:51:00	31.82	03:48:00	38.17	03:48:00	53.59	03:45:00
25	77.36	04:03:00	165.87	03:57:00	216.29	03:54:00	368.47	03:51:00
27	6.43	01:24:00	18.84	01:21:00	26.60	01:21:00	51.74	01:18:00
28	7.19	03:39:00	14.07	03:33:00	17.49	03:33:00	26.60	03:30:00
29	1.58	03:09:00	13.03	02:57:00	22.27	02:54:00	57.32	02:48:00
30	6.97	02:06:00	8.68	02:06:00	10.98	02:03:00	16.99	02:03:00
31	10.85	02:36:00	22.38	02:33:00	28.19	02:30:00	43.78	02:30:00
32	78.59	03:48:00	97.07	03:48:00	104.21	03:48:00	119.29	03:48:00
33	12.96	01:21:00	23.06	01:21:00	27.77	01:18:00	39.61	01:18:00
34	39.80	00:42:00	54.00	00:42:00	59.61	00:42:00	71.68	00:42:00
35	23.92	03:57:00	41.27	03:54:00	49.26	03:51:00	69.02	03:51:00
36	4.28	01:27:00	8.41	01:27:00	10.30	01:24:00	14.74	01:24:00
37	27.76	02:00:00	45.51	02:00:00	53.41	01:57:00	72.60	01:57:00
39	4.95	01:54:00	10.17	01:54:00	12.58	01:51:00	18.27	01:51:00
40	63.69	01:48:00	85.58	01:48:00	94.26	01:48:00	113.13	01:45:00
41	10.71	02:00:00	31.50	01:57:00	44.38	01:57:00	85.74	01:54:00
45	7.82	01:57:00	16.68	01:54:00	21.05	01:54:00	32.36	01:51:00
48	12.24	01:57:00	21.99	01:57:00	26.27	01:57:00	36.21	01:54:00
49	9.32	03:03:00	15.74	03:00:00	18.52	03:00:00	24.86	02:57:00
53	0.01	00:54:00	0.09	00:51:00	0.14	00:51:00	0.31	00:51:00
54	8.21	02:30:00	15.60	02:27:00	19.13	02:27:00	28.04	02:24:00
56	9.43	07:24:00	14.36	07:18:00	16.41	07:18:00	20.98	07:15:00
58	49.40	02:30:00	65.28	02:30:00	71.50	02:30:00	84.89	02:27:00
59	4.46	03:39:00	7.74	03:36:00	9.25	03:33:00	12.99	03:30:00
63	8.99	02:45:00	17.57	02:42:00	21.69	02:42:00	32.23	02:39:00
64	23.07	01:21:00	33.81	01:21:00	38.20	01:21:00	47.84	01:21:00
65	17.27	03:12:00	43.05	03:36:00	58.63	03:36:00	107.66	03:30:00
66	6.37	01:24:00	10.89	01:24:00	12.83	01:24:00	17.27	01:21:00
68	0.47	01:06:00	3.17	01:03:00	5.27	01:03:00	13.00	01:00:00
75	10.02	03:03:00	18.90	03:00:00	23.11	03:00:00	33.80	02:57:00
76	35.19	01:27:00	52.63	01:27:00	59.80	01:27:00	75.64	01:24:00
79	3.36	02:00:00	10.28	01:57:00	14.40	01:54:00	27.07	01:54:00
80	8.25	01:48:00	18.96	01:48:00	25.28	01:45:00	44.60	01:45:00
84	13.91	04:12:00	39.92	04:06:00	56.37	04:03:00	110.00	03:57:00

Tabla 5-2: Resultados del caudal pico y el tiempo pico de los hietogramas obtenidos con Método de los Bloques Alternos

5.3 Estudio Hidrológico. Análisis de Huff

Y por el último los resultados conseguidos al tener en cuenta una distribución temporal real de la lluvia, usando los datos de los eventos reales adjuntos en el APÉNDICE 6.

SUBCUENCAS	T 10		T 50		T 100		T 500	
	Caudal pico(m ³ /s)	Tiempo pico						
1	14.49	03:39:00	25.78	03:33:00	30.91	03:33:00	43.33	03:30:00
2	17.40	01:12:00	50.71	01:09:00	71.58	01:09:00	138.44	01:06:00
3	5.01	00:39:00	12.95	00:36:00	17.09	00:36:00	27.97	00:36:00
4	15.43	01:12:00	32.25	01:09:00	40.52	01:09:00	61.74	01:09:00
5	6.84	01:12:00	13.55	01:09:00	16.57	01:09:00	23.62	01:09:00
6	12.27	01:06:00	34.56	01:03:00	47.89	01:03:00	88.50	01:03:00
7	7.75	01:42:00	15.06	01:42:00	18.48	01:42:00	26.97	01:39:00
8	14.76	02:18:00	24.54	02:18:00	28.74	02:15:00	38.23	02:15:00
9	5.24	00:42:00	13.89	00:39:00	18.35	00:39:00	30.15	00:39:00
10	5.00	01:42:00	9.55	01:39:00	11.58	01:39:00	16.27	01:39:00
11	68.35	01:09:00	111.96	01:09:00	131.46	01:09:00	179.46	01:06:00
12	11.41	01:12:00	23.50	01:12:00	29.38	01:09:00	44.60	01:09:00
13	17.32	03:15:00	39.10	03:12:00	51.57	03:09:00	89.20	03:06:00
14	14.04	01:12:00	42.40	01:09:00	60.39	01:09:00	119.26	01:06:00
15	9.71	02:36:00	17.95	02:33:00	21.74	02:33:00	30.89	02:33:00
17	4.24	01:54:00	8.62	01:51:00	10.74	01:51:00	16.18	01:48:00
18	9.94	02:24:00	19.31	02:21:00	23.65	02:18:00	34.35	02:18:00
20	27.85	06:03:00	59.33	05:51:00	77.15	05:48:00	130.60	05:39:00
21	24.27	03:33:00	43.24	03:27:00	52.04	03:27:00	73.88	03:24:00
22	16.49	05:54:00	24.03	05:51:00	27.13	05:48:00	33.95	05:45:00
24	17.50	03:21:00	30.86	03:18:00	36.86	03:18:00	51.32	03:15:00
25	79.06	03:24:00	166.47	03:21:00	215.82	03:18:00	363.42	03:15:00
27	6.72	01:09:00	19.32	01:06:00	27.08	01:06:00	51.74	01:03:00
28	7.66	02:27:00	14.99	02:24:00	18.62	02:24:00	28.21	02:21:00
29	1.67	02:30:00	13.93	02:21:00	23.69	02:21:00	60.06	02:15:00
30	7.24	01:45:00	9.00	01:45:00	11.36	01:45:00	17.43	01:42:00
31	10.80	02:15:00	22.00	02:12:00	27.59	02:12:00	42.38	02:09:00
32	77.17	03:09:00	95.23	03:09:00	102.20	03:09:00	116.97	03:06:00
33	13.30	01:06:00	23.38	01:06:00	28.00	01:06:00	39.55	01:03:00
34	37.58	00:36:00	50.60	00:36:00	55.73	00:36:00	66.72	00:36:00
35	24.09	03:24:00	41.00	03:21:00	48.72	03:18:00	67.65	03:15:00
36	4.54	01:12:00	8.90	01:09:00	10.85	01:09:00	15.40	01:09:00
37	28.32	01:42:00	45.88	01:42:00	53.73	01:39:00	72.50	01:39:00
39	5.18	01:18:00	10.71	01:18:00	13.26	01:15:00	19.31	01:15:00
40	58.96	01:30:00	78.92	01:30:00	86.83	01:30:00	103.92	01:30:00
41	10.82	01:45:00	31.32	01:42:00	43.81	01:39:00	83.41	01:39:00
45	7.73	01:42:00	16.28	01:39:00	20.43	01:39:00	31.20	01:36:00
48	12.12	01:42:00	21.55	01:42:00	25.68	01:39:00	35.18	01:39:00
49	9.96	02:24:00	16.79	02:21:00	19.74	02:21:00	26.42	02:21:00
53	0.01	00:51:00	0.10	00:48:00	0.16	00:45:00	0.35	00:45:00
54	8.61	01:51:00	16.33	01:51:00	19.99	01:48:00	29.24	01:48:00
56	9.00	06:24:00	13.53	06:18:00	15.40	06:18:00	19.52	06:15:00
58	46.92	02:00:00	61.71	02:00:00	67.50	02:00:00	79.82	02:00:00

59	4.74	02:30:00	8.20	02:27:00	9.78	02:27:00	13.70	02:24:00
63	9.38	02:15:00	18.07	02:12:00	22.21	02:12:00	32.62	02:12:00
64	23.88	01:06:00	34.63	01:06:00	38.99	01:06:00	48.52	01:06:00
65	16.62	03:12:00	40.43	03:06:00	54.57	03:03:00	98.42	03:00:00
66	6.72	01:09:00	11.32	01:09:00	13.32	01:06:00	17.87	01:06:00
68	0.46	01:09:00	3.01	01:03:00	4.94	01:03:00	11.89	01:00:00
75	10.72	02:24:00	20.16	02:21:00	24.63	02:21:00	35.85	02:18:00
76	37.27	01:09:00	55.41	01:09:00	62.85	01:09:00	79.22	01:06:00
79	3.35	01:45:00	10.12	01:42:00	14.12	01:39:00	26.17	01:36:00
80	8.73	01:15:00	20.05	01:12:00	26.64	01:12:00	46.69	01:12:00
84	14.54	03:33:00	41.00	03:27:00	57.46	03:24:00	110.29	03:21:00

Tabla 5-3: Resultados del caudal pico y el tiempo pico de los hietogramas obtenidos con el Análisis de Huff

6 CALIBRACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la calibración y comprobación de los resultados de este estudio, se ha hecho uso del ESTUDIO HIDRÁULICO PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y PARA LA ORDENACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALHORCE, realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. [4]

Los resultados que se obtuvieron en dicho estudio han servido para corroborar que no existen valores equívocos en los resultados presentados anteriormente obtenidos por este documento otorgándole validez. Hay que tener en cuenta que los valores difícilmente serán idénticos, ya que en dicho estudio se han hecho uso de 43 pluviómetros y 5 pluviógrafos por lo que al disponer de datos de entrada mucho mas completo sus resultados como es de esperar distaran de los obtenidos en este estudio.

A continuación, se muestran diversas cuencas, comparando los datos obtenidos para la demostración de lo previamente comentado.

Denominacion		Q (m ³ /s) para T 10			Q (m ³ /s) para T 50			Q (m ³ /s) para T 100			Q (m ³ /s) para T 500		
Estudio paralelo	Estudio oficial	Estudio paralelo		Estudio oficial	Estudio paralelo		Estudio oficial	Estudio paralelo		Estudio oficial	Estudio paralelo		Estudio oficial
		Método Bloques Alternos	Metodo de Huff		Método Bloques Alternos	Metodo de Huff		Método Bloques Alternos	Metodo de Huff		Método Bloques Alternos	Metodo de Huff	
Subcuenca 15	AGH1_4	9.19	9.71	6.20	16.96	17.95	13.10	20.54	21.74	17.10	29.22	30.89	28.80
Subcuenca 21	AGH13	23.27	24.27	21.30	41.87	43.24	41.60	50.58	52.04	48.60	72.39	73.88	80.20
Subcuenca 48	AGH3_3	12.24	12.12	8.80	21.99	21.55	18.40	26.27	25.68	23.40	36.21	35.18	39.70
Subcuenca 56	AGH5_2	9.43	9.00	6.90	14.36	13.53	12.20	16.41	15.40	15.60	20.98	19.52	25.40
Subcuenca 66	AGH6	6.37	6.72	7.10	10.89	11.32	13.40	12.83	13.32	16.90	17.27	17.87	26.60

Tabla 6-1: Valores de caudal (m³/s) comparados de este estudio con el estudio oficial

7 CONCLUSIONES

Como se ha visto a lo largo de este trabajo, el objetivo de este es la comparación de los resultados obtenidos de caudal de avenida máximo y de momento en el que sucede de los tres métodos analizados y detallados anteriormente.

Estos métodos están separados en dos vertientes:

- El Método Racional
- Metodología hidrológica completa analizando eventos de lluvia sintéticos con el Método de los Bloques Alternos y eventos de lluvia reales con el Análisis de Huff.

Cuanto más fieles a la realidad sean los resultados de las distintas metodologías podrán proporcionar una mejoría en la respuesta y planes de actuación para la prevención y control de dichos eventos.

Se observa que los tres métodos analizados ofrecen un desenlace coherente con la calibración del estudio de referencia, pero con diferencias entre ellos. De primeras podemos concluir que los tres caminos son válidos dependiendo del uso que se les den a esos datos calculados.

El Método Racional es el más usado generalmente, al ser el más simple y estar validado por la Norma IC 5.2, como podría ser para cálculos de obras civiles de menos envergadura como puede ser cálculos de obras de drenaje para una instalación, ya que solo se necesita el caudal máximo que tendrían que ser capaces de soportar para su diseño.

Por lo general este método da valores mayores por lo que estaríamos del lado de la seguridad, aunque hay veces que se obtienen valores notablemente elevados respecto a lo demás y se puede caer en el error del sobredimensionamiento por lo que es aconsejable su uso para una primera aproximación. Para ilustrarlo se utilizará algunas de las subcuencas mencionadas en el capítulo 6.

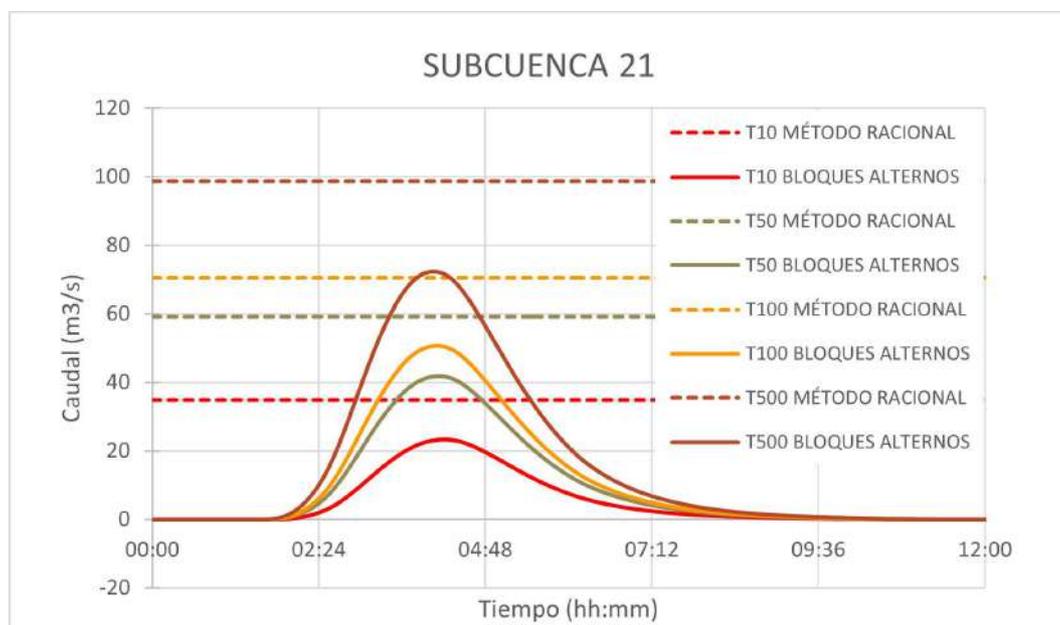


Ilustración 7-1: Comparativa de los caudales de avenida obtenidos con el Método Racional y con el Método de los Bloques Alternos

Como se puede observar los valores obtenidos por el Método Racional son mayores, pero mientras mayor es el periodo de retorno que estemos estudiando distarán más los caudales, lo que nos lleva a pensar que para el dimensionamiento de obras de gran importancia y teniendo en cuenta solamente el factor caudal punta, el método racional no sería recomendado por su excesivo coeficiente de seguridad, si podría ser de utilidad para obras de menor entidad que no necesitarán ser proyectadas para regímenes extremos.

Por otro lado, están las dos metodologías que proporcionan un nivel más alto de calidad de los resultados ya que a parte del caudal pico de la tormenta indica cuando sucede dicho caudal pico, obteniéndose el hietograma y el hidrograma del evento.

Comenzando por el Método de los Bloques Alternos, solo se necesitan los datos pluviométricos diarios de la zona por lo tanto la tormenta se distribuye en el tiempo de una forma sintética teniendo una forma centrada en el medio del hietograma el caudal pico e ir alternándose ordenadamente, proporciona una primera idea de como sería este evento. El manejo de los datos para llegar a un resultado válido para este método es mucho más sencillo y como se ha visto en la comparativa no muy alejado de los resultados obtenidos con el uso de los datos de tormentas reales. Sin embargo, en aquellas cuencas donde el pico del hidrograma se de más adelantado en tiempo al tiempo medio, si podemos entrar en un problema de infravaloración de la problemática, puesto que estaríamos asumiendo que el pico del evento va a llegar más tarde de lo que como realmente lo hace y esto supone un desfase del lado de la inseguridad en los planes de evacuación y actuación frente a la avenida que pueden resultar fatales.

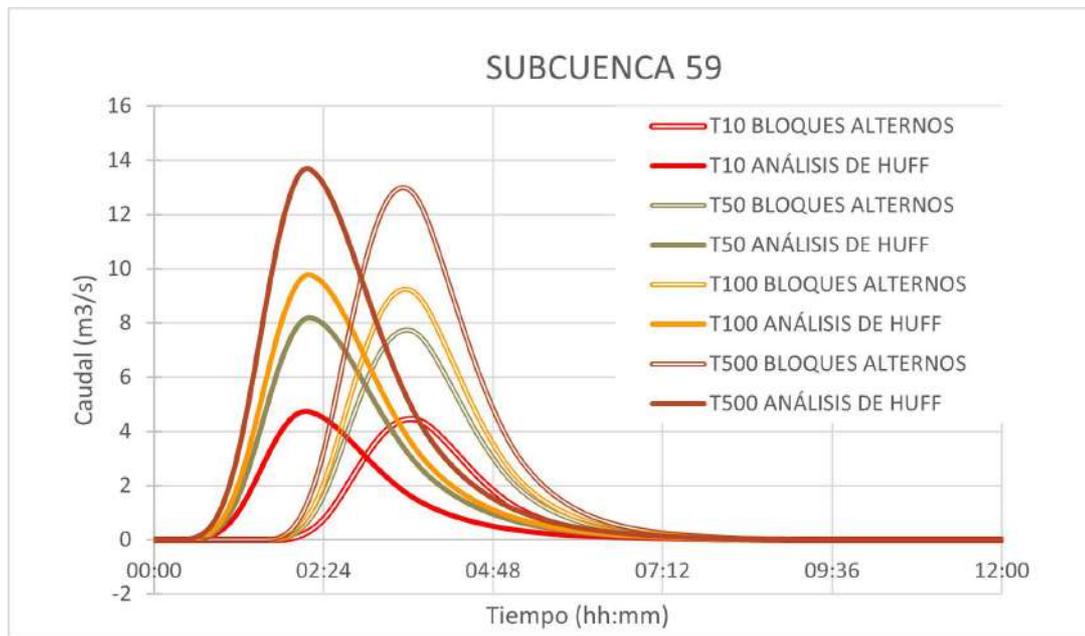


Ilustración 7-2: Comparativa de los caudales de avenida obtenidos con el Método de los Bloques Alternos y con el Análisis de Huff

El análisis de Huff nos obliga a hacer una recopilación y clasificación de todos los eventos de lluvia que han sucedido en los años donde se basa nuestro estudio para poder esclarecer y determinar un patrón temporal de la lluvia. Con el uso de las lluvias reales, el hidrograma obtenido es un hidrograma asimétrico ya que se observa que el momento en el que sucede el caudal de avenida máximo es anterior al obtenido con los Bloques Alternos, un pico anticipado en el tiempo, por lo que habría que saber cuando este dato influye a la hora de tomar decisiones. Por ejemplo, para el diseño de un plan de evacuación ante un evento de grandes magnitudes con un periodo de retorno elevado. Es por este motivo que en climas donde se conoce que la respuesta de la cuenca es muy rápida o de carácter torrencial, con el objetivo de generar planes contra inundaciones es importante estudiar y analizar las tormentas reales y ajustarse a un patrón de lluvias histórico real de cara a extrapolar y admitir una tormenta de diseño para nuestros planes e infraestructuras. En el caso de cuencas mediterráneas como nos ocupa, el análisis de eventos reales minimiza impactos negativos y se acerca más a la realidad de la problemática pudiendo a través de la ingeniería plantear soluciones más eficaces.

REFERENCIAS

- [1] C. N. d. I. Geográfica, «Centro Nacional de Información Geográfica,» [En línea]. Available: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp#>.
- [2] Ministerio de Fomento, Norma 5.2 IC. Drenaje Superficial, Boletín Oficial del Estado, 2016.
- [3] Ministerio de Fomento, Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular, 1999.
- [4] Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Estudio Hidráulico para la prevencio de inundaciones y para la ordenaión de la cuenca del río Guadalhorce, 2012.
- [5] H.-H. U. Manual, «HEC-HMS User's Manual,» [En línea]. Available: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/4.7>.
- [6] M. d. España, «Mapa de España,» [En línea]. Available: <https://mapadeespana.org/rios>.
- [7] A. h. d. l. J. d. Andalucía, «Revisión y actualización de la EPRI 2º ciclo. D.H. Cuencas Mediterráneas,» [En línea]. Available: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/agua/4_planificacion_riesgo_inundacion/segundo_ciclo/DH_CMA/0_Memoria_EPRI_CMA.pdf.
- [8] RTVE, «RTVE,» [En línea]. Available: <https://www.rtve.es/noticias/20181210/sierra-nieves-se-convertira-decimosexto-parque-nacional/1850899.shtml>.
- [9] A. Ecológica, «Andalucía Ecológica,» [En línea]. Available: <https://www.andaluciaecologica.com/humedales-andalucia-incluidos-la-lista-ramsar/reserva-natural-lagunas-de-archidona/>.
- [10] P. Jiménez, «Turismo de Observación,» [En línea]. Available: <https://www.turismodeobservacion.com/media/fotografias/rio-guadalhorce-desde-el-caminito-del-rey-en-el-desfiladero-de-los-gaitanes-malaga-81886-xl.jpg>.
- [11] D. Sur, «Diario Sur,» [En línea]. Available: <https://www.diariosur.es/planes/playas/malaga/guadalhorce-0002131.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>.
- [12] A. Rústica, «Andalucía Rústica,» [En línea]. Available: https://andaluciarustica.com/presa_guadalhorce_guadalteba.htm.
- [13] A. Rústica, «Andalucía Rústica,» [En línea]. Available: https://andaluciarustica.com/presa_conde_de_guadalhorce.htm.
- [14] A. Rústica, «Andalucía Rústica,» [En línea]. Available: https://andaluciarustica.com/presa_tajo_de_la_encantada.htm.
- [15] P. d. Málaga, «Pueblos de Málaga,» [En línea]. Available: <https://www.pueblosdemalaga.com/presa-casasola/>.

ANEJO 1. ELECCIÓN DE LAS ESTACIONES

Para comenzar el estudio y realizar el estudio pluviométrico y pluviográfico para posteriormente analizar los métodos de cálculo de caudales de avenida del proyecto se necesita el análisis del régimen de lluvias del área de estudio, ya que son estas las que por su volumen de precipitación inusual o por sus altas concentraciones en el espacio y en el tiempo causan una generación de escorrentía elevada favoreciendo a eventos como el desbordamiento del cauce.

1.1 Elección de pluviómetros

Para ello se disponía de la información de los siguientes pluviómetros, todos ellos en las inmediaciones de la cuenca total del río Guadalhorce

CÓDIGO	NOMBRE	PROVINCIA	X UTM	Y UTM	COTA	FECHA	
						INICO	FINAL
5 584	LOJA 'RIOFRIO'	GRANADA	392.766	4.112.262	520	1985	2007
5 589	VILLANUEVA DE TAPIA	MÁLAGA	381.47	4.116.113	661	1989	1991
5 611	SIERRA DE YEGUAS	MÁLAGA	333.992	4.110.286	450	1985	2007
5 629	EL SAUCEJO	SEVILLA	313.505	4.105.010	531	1937	1989
5 632	MARTIN DE LA JARA	SEVILLA	325.683	4.108.450	404	1989	1989
5 916	ALCALA DEL VALLE	CADIZ	306.538	4.086.664	621	1934	2007
6 034	ARRIATE	MÁLAGA	308.991	4.074.582	600	1947	2008
6 045	ALPANDEIRE	MÁLAGA	304.238	4.056.496	695	1961	2008
6 076	ISTAN	MÁLAGA	325.612	4.050.486	310	1952	2007
6 077	MARBELLA 'INSTITUTO LABORAL'	MÁLAGA	331.165	4.042.051	20	1948	2007
6 085	MIJAS SIERRA BLANCA	MÁLAGA	353.47	4.051.199	428	1950	1999
6 090	PUERTO DE LOS ALAZORES-VENTA	GRANADA	389.28	4.100.440	960	1965	2007
6 092	VILLANUEVA DEL ROSARIO	MÁLAGA	378.46	4.095.503	697	1961	2007
6 097E	ARCHIDONA	MÁLAGA	376.64	4.106.318	700	1961	2008
6 098	ANTEQUERA-PEÑA ENAMORADOS	MÁLAGA	366.576	4.102.309	470	1961	2007
6 104	ANTEQUERA EL ROSAL	MÁLAGA	357.147	4.107.242	460	1950	2008
6 106	BOBADILLA ESTACION	MÁLAGA	346.43	4.100.340	380	1961	2008
6 110	CUEVAS DEL BECERRO	MÁLAGA	317.61	4.083.336	735	1947	2007
6 112	ALMARGEN	MÁLAGA	320.133	4.097.157	500	1961	2007
6 113	CAMPILLOS	MÁLAGA	334.32	4.101.801	460	1961	2008
6 114	TEBA	MÁLAGA	328.989	4.094.816	555	1965	2008
6 116	RONDA EL TAMARAL	MÁLAGA	318.948	4.064.652	1190	1961	1995
6 118	EL BURGO 'CASE'	MÁLAGA	326.323	4.073.287	580	1965	1992
6 120	PANTANO DE GUADALHORCE	MÁLAGA	339.516	4.089.060	325	1961	2008

6 126	LAS MELLIZAS	MÁLAGA	346.557	4.081.531	140	1965	2007
6 130	ANTEQUERA EL AGUILA	MÁLAGA	361.215	4.099.313	502	1965	2007
6 132	ALORA ESTACION	MÁLAGA	348.445	4.076.256	110	1947	2007
6 134	ARDALES CAPARAIN	MÁLAGA	335.689	4.080.593	700	1950	1987
6 137	TOLOX PECHO VENUS	MÁLAGA	327.553	4.062.933	620	1950	1997
6 139	ALUZAINA	MÁLAGA	334.124	4.066.349	380	1961	2008
6 143	COIN	MÁLAGA	342.795	4.058.786	209	1947	2008
6 145	ALJAIMA	MÁLAGA	350.635	4.066.815	50	1961	2007
6 146	ALHAURIN EL GRANDE "ICONA"	MÁLAGA	348.316	4.054.987	400	1945	2008
6 150U	ANTEQUERA 'EL TORCAL-ICONA'	MÁLAGA	362.511	4.090.876	1218	1983	1999
6 152E	ANTEQUERA 'CORTIJO ROBLEDO'	MÁLAGA	373.177	4.089.415	700	1970	2002
6 153	ALMOGIA	MÁLAGA	362.581	4.076.787	365	1949	2008
6 155A	MÁLAGA-AEROPUERTO	MÁLAGA	367.013	4.058.993	7	1942	2008
6 160	CASABERMEJA VENTA PINEDA	MÁLAGA	369.843	4.081.759	695	1966	2007
6 166	MÁLAGA EL CERRADO	MÁLAGA	375.953	4.076.120	640	1950	2008
6 171	MÁLAGA 'CIUDAD'	MÁLAGA	372.595	4.065.319	53	1935	1990
6 192	RIOGORDO	MÁLAGA	384.764	4.086.322	400	1961	2007
6 375	FUENTE PIEDRA	MÁLAGA	346.355	4.111.285	450	1961	2007
6 376E	FUENTE PIEDRA-HERRIZA	MÁLAGA	340.888	4.109.383	425	1965	1999

Tabla A1. 1: Registro de los pluviómetros disponibles para la obtención de datos

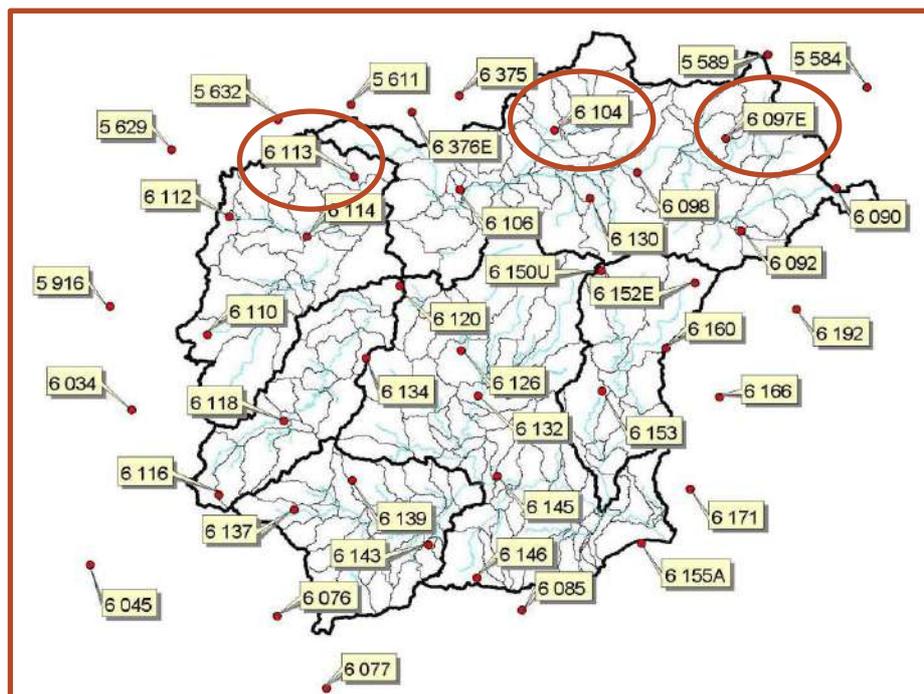


Ilustración A1. 1: Localización de los pluviómetros seleccionados

La zona de estudio de este trabajo es la Cuenca Alta del Río Guadalhorce por lo que lógicamente el primer criterio para la elección de las estaciones de las que se van a obtener los datos para análisis estadístico de las lluvias será la cercanía al área examinada.

El segundo criterio será la cantidad de datos disponibles de cada estación y la proximidad de esos datos al año actual para aumentar la fiabilidad de estos.

Teniendo en cuenta estos criterios y que la distribución de las estaciones abarque la extensión de la zona estudiada se ha decidido desarrollar el estudio con los datos de los siguientes pluviómetros: 6097E (Archidona), 6104 (Antequera El Rosal) y 6113 (Campillos), resaltados en la Tabla A.1 y en la Ilustración A.1.

1.1.1 Relleno de las series

Con la finalidad de no descartar series de gran longitud por la falta de algunos de sus datos, se ha efectuado una labor de relleno de las series diarias siguiendo la siguiente formulación:

$$P_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{N_x}{N_i} \cdot P_i$$

Siendo:

- P_i es la precipitación en la estación i empleada para el completado

- N_i es el módulo pluviométrico anual medio de la estación i empleada para el completado

- P_x es la precipitación estimada

Durante este proceso, se han elegido, al menos, las dos estaciones más próximas a la que se quiere completar que cuenten con un registro que permita una estimación estadísticamente fiable. Los datos utilizados han sido contrastados con un análisis de dobles masas.

Los datos de dichas estaciones pluviométricas se encuentran detallados en el APÉNDICE 1

2.1 Elección de pluviógrafos

Para poder desarrollar el estudio de los datos de tormentas reales obtenidos por los pluviógrafos, datos diezminutales, se han seleccionado dos de ellos entre las siguientes estaciones disponibles:

CÓDIGO	NOMBRE	PROVINCIA	X UTM	Y UTM	ALTITUD
E047	BOBADILLA (DESTACAMENTO)	MÁLAGA	344.019	4.099.767	400
E181	RONDA (INSTITUTO)	MÁLAGA	316.588	4.068.751	765
E193	MÁLAGA (CENTRO METEOROLÓGICO)	MÁLAGA	368.936	4.059.312	58
E200	FUENGIROLA (INSTITUTO OCEANOGRÁFICO)	MÁLAGA	354.650	4.045.291	6
E216	LOJA (AYUNTAMIENTO)	GRANADA	397.502	4.113.782	500

Tabla A1. 2: Registro de los pluviógrafos disponibles para la obtención de datos

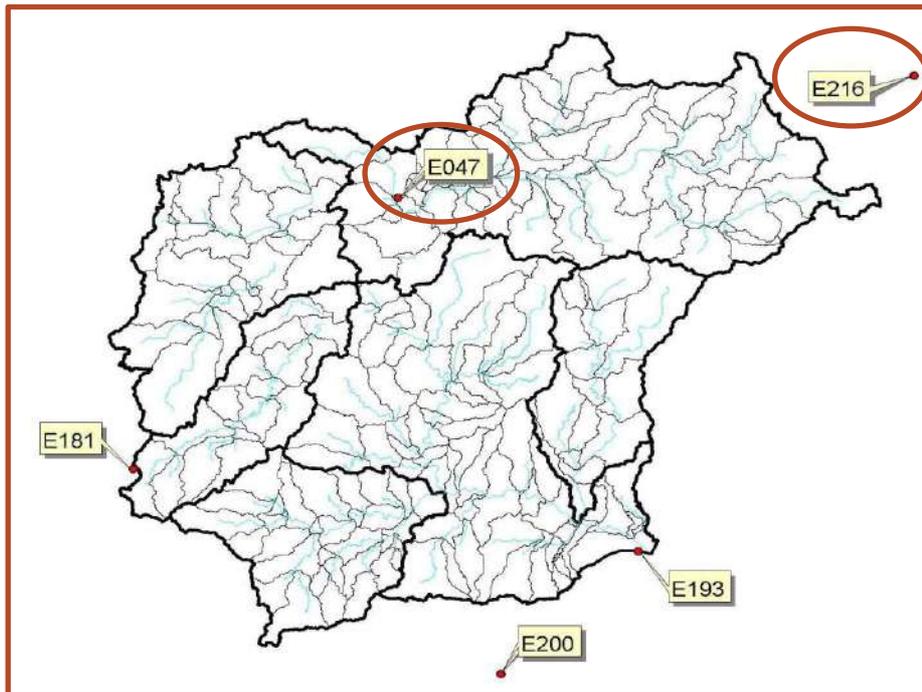


Ilustración A1. 2: Localización de los pluviómetros seleccionados

Para los pluviómetros y con ello obtener los datos diezminutales de las tormentas reales ha sido más simple ya que por proximidad al área de estudio la elección es clara, E047 (Bobadilla-Destacamento) y E216 (Loja-Ayuntamiento), resaltados en la Tabla A.2 y en la Ilustración A.2

Los datos de las tormentas recogidos por dichos pluviómetros están detallados en el APÉNDICE 2

ANEJO 2. HEC-HMS

1.1 Introducción

HEC-HMS es un motor de cálculo con más de 30 años de experiencia en simulaciones hidrológicas. A lo largo de los años los predecesores de HEC-HMS 4.7 como son HEC-1 (HEC, 1998), HEC-1F (HEC, 1989), PRECIP (HEC, 1989) y HEC-IFH (HEC, 1992), se han modernizado y mejorado para llegar a lo que se tiene hoy en día, siempre aspirando a mejorar en un futuro.

La primera versión de HEC-HMS, incluía muchas mejoras notables del software HEC-1 como por ejemplo la capacidad de representar la escorrentía en cuadrícula y de forma ilimitada, a parte de ser mucho más cómodo para el usuario, sin olvidar ser pioneros en la utilización de lenguaje C++ en un programa con interfaz gráfica de usuario.

La simulación continua fue la mejora principal en la segunda versión añadiéndose también un método para contabilizar la humedad del suelo y el elemento "Reservoir" se mejoró para incluir las características de un aliviadero y desbordamiento.

El modelo meteorológico se mejoró con los métodos para el deshielo y la simulación de evapotranspiración potencial en la versión siguiente al igual que el modelo de cuenca que ya incluía métodos para representar la infiltración en la subcuenca. También mejoró la interfaz gráfica de usuario diseñada para simplificar la creación y el manejo de los datos necesarios para la simulación y aumentar la eficiencia del usuario.

Por último, la versión actual, centrada en las funciones de cálculo. Se han agregado una amplia gama de métodos como para analizar la erosión superficial y el transporte de sedimentos para simular la calidad del agua o un nuevo componente de simulación para facilitar las operaciones de pronóstico en tiempo real

Como se ve, la mejora del programa es algo que siempre está en movimiento, y hace que HEC demuestre su fuerte compromiso con la investigación continua en las necesidades emergentes de simulación hidrológica, tanto en términos de técnicas de simulación como en la representación de procesos físicos

1.1.1 Modelo matemático

Todos los modelos matemáticos incluidos en el programa son deterministas. Significa que teniendo las condiciones de contorno, las condiciones iniciales y los parámetros de los modelos se garantiza que cada vez que se calcule una simulación, se obtendrán exactamente los mismos resultados que todas las veces que se calcule posteriormente.

Los valores utilizados son parámetros constantes, estacionarios en el tiempo. Durante largos periodos de tiempo es posible que los parámetros que describen una cuenca cambien y no es posible incluir estas tendencias en el modelo estando en este sentido limitado.

Por otro lado, los modelos matemáticos que representan la superficie terrestre están casi acoplados. En el mundo físico, tanto la cantidad de evapotranspiración como la cantidad de infiltración dependen de la cantidad de agua del suelo ya que la evapotranspiración elimina agua del suelo al mismo tiempo que la infiltración agrega. El error procedente del cuasi acoplamiento de estos fenómenos se puede mitigar minimizando el intervalo de tiempo de la simulación.

Todo sistema de simulación tiene limitaciones debido a las elecciones realizadas en el diseño y en el desarrollo del software, en este caso como se ha visto las limitaciones de HEC-HMS son las siguientes: la formulación simplificada del modelo y la representación simplificada del flujo. Aunque no son limitaciones del todo negativas ya que gracias a la simplificar la formulación permite que el programa complete las simulaciones muy rápidamente mientras produce resultados exactos y precisos al igual que la simplificación de la representación del flujo ya que ayuda a mantener la eficiencia del proceso de la ejecución del modelo.

HEC-HMS dispone de una amplia gama de capacidades para realizar simulaciones hidrológicas. Están incluidos mucho de los métodos más comunes en la Ingeniería Hidrológica de forma simplificada, encargándose del trabajo difícil, para que sea posible un fácil uso de esta herramienta para el usuario.

2.1 Procedimiento seguido para la realización del modelo HEC-HMS

Hay que tener en cuenta que, para el correcto funcionamiento del modelo, las rutas y los nombres de los archivos que se utilizarán deben ser simples, sin caracteres extraños ni con tildes, por ejemplo.

Abrimos un nuevo proyecto y se definirá las características básicas por defecto del programa entrando en el apartado “Tools” y en “Program Settings”, concretamente en “Defaults” se encontrarán varios apartados como el sistema de unidades que se va a utilizar y con el cual se van a introducir los datos, en este caso será el sistema métrico, el método de pérdidas, el método de transformación lluvia-caudal y el método de propagación entre otros.

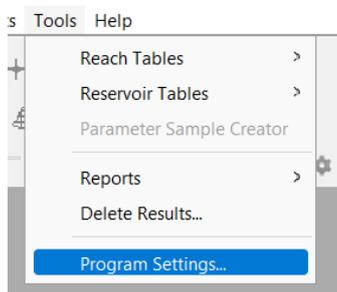


Ilustración A.2- 2 Ubicación de “Program Setting

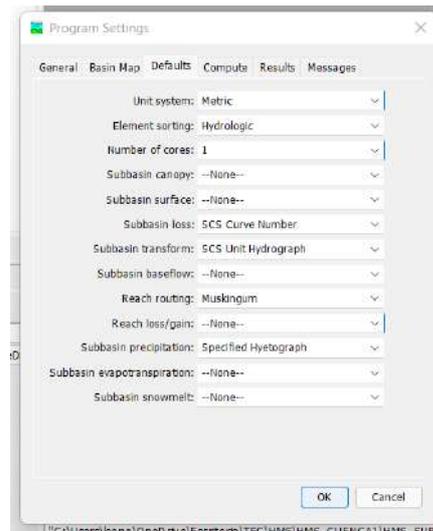


Ilustración A.2- 1: Ejemplo del editor de "Program Settings"

El proyecto tendrá diferentes apartados, en el software HEC-HMS 4.7 se refieren a ellos como componentes. Dichos componentes son principalmente los siguientes:

- Componentes del modelo de la cuenca
- Componentes del modelo meteorológico
- Componentes de las especificaciones de control
- Componentes de la entrada de datos hidrológicos
- Componentes del terreno topográfico

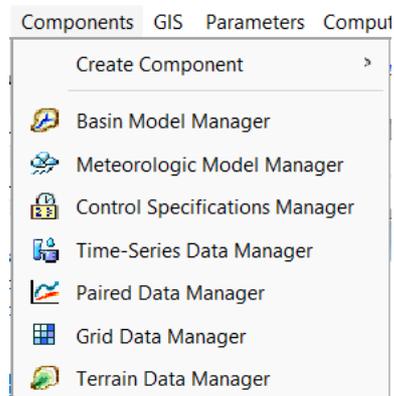


Ilustración A.2- 3: Listado de componentes en el menú

2.1.1 Basin Model Manager

La representación física de una cuenca hidrográfica se logra aquí donde se definen los elementos hidrológicos que se describen posteriormente los cuales están conectados para simular los procesos de la escorrentía.



Ilustración A.2- 4: Simbología de los elementos hidrológicos

Definidos por el Manual Básico de HEC-HMS 3 [5] en el mismo orden que en la Ilustración B.4 de la siguiente forma:

- Subcuenca (Subbasin): Se utiliza para representar la cuenca física. Dada la precipitación, la salida de agua de la subcuenca se calcula restando las pérdidas a la precipitación y transformando el exceso de precipitación en caudal en el punto de salida de la subcuenca, sumando finalmente el caudal base.
- Tramo (Reach): Se usa para transportar el agua generada en algún punto de la cuenca hacia aguas abajo hasta otro punto de la cuenca, definidos ambos en el modelo de la cuenca. La respuesta de este transporte es un retardo y una atenuación del hidrograma de entrada.
- Depósito (Reservoir): Se usa para modelar la retención y atenuación de un hidrograma causado por un embalse o depósito de retención. La entrada puede provenir de uno o varios elementos hidrológicos situados aguas arriba del depósito. La salida puede calcularse de 2 maneras: el usuario define una relación almacenamiento-salida, cota-almacenamiento-salida o cota área-salida o bien el usuario define una relación cota-almacenamiento o cota-área y una o más estructuras de salida.
- Unión (Junction): Se usa para sumar flujos de agua que provienen de elementos hidrológicos situados aguas arriba de la unión. La respuesta es simplemente la suma de los hidrogramas de todos los elementos conectados a la unión.
- Derivación (Diversion): Se usa para modelar un flujo de agua que abandona un tramo de cauce. La entrada proviene de uno o varios elementos de aguas arriba. La salida de este elemento consiste en un flujo derivado y otro no derivado (que sigue por el cauce). El flujo derivado se define por el usuario. Tanto los flujos derivados como no-derivados se pueden conectar aguas abajo con otros elementos.
- Fuente (Source): Se usa para introducir agua dentro del modelo de la cuenca. Este elemento no tiene entrada y la salida está definida por el usuario.
- Sumidero (Sink): Se usa para representar el punto de salida de la cuenca. La entrada puede provenir de uno o más elementos situados aguas arriba del sumidero. Este elemento no tiene salida.

En este caso la definición de la cuenca y sus características topográficas serán en base al modelo creado del terreno en el software ARCGIS (detallado en el Apartado 2.3 de este documento) el cual se incluye en el modelo con la herramienta GIS que te proporciona, en versiones anteriores del programa se necesitaba herramientas externas como era HEC-GeoHMS para incluir este tipo de datos.

En esta versión para introducir estos datos se entra en la pestaña GIS, seguidamente se define el sistema de coordenadas según corresponda.

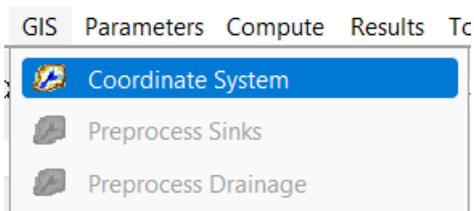


Ilustración A.2- 6: Ubicación de "Coordinate System"

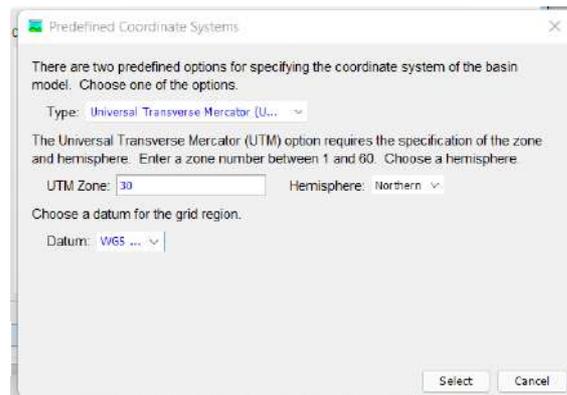


Ilustración A.2- 5: Ejemplo del editor de "Predefined Coordinate Systems"

2.1.2 Terrain Data Manager

Para incluir el terreno, utilizamos la componente diseñada para ello "Terrain Data Manager", del que se enlaza el archivo en formato .tif y el cuál posteriormente se enrutará con el Basin Model previamente creado, obteniéndose lo siguiente:

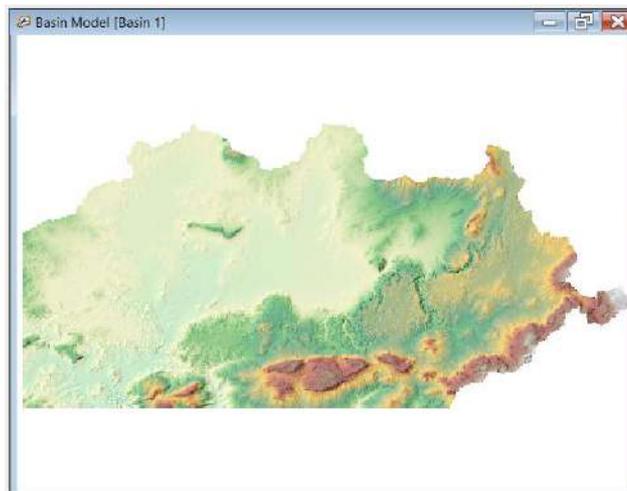


Ilustración A.2- 7: Representación "Terrain Data"

2.1.3 GIS

Para delimitar las cuencas, definir los cauces y en definitiva montar el modelo, se hace desde el apartado de GIS, previamente visto.

El primer paso sería GIS> “Preprocess Sink”, el cual corregirá hidrológicamente el terreno, rellenando los pozos y posibles errores que puedan existir de la capa raster. A continuación, GIS> “Preprocess Drainage” determinará la dirección y la acumulación del flujo.

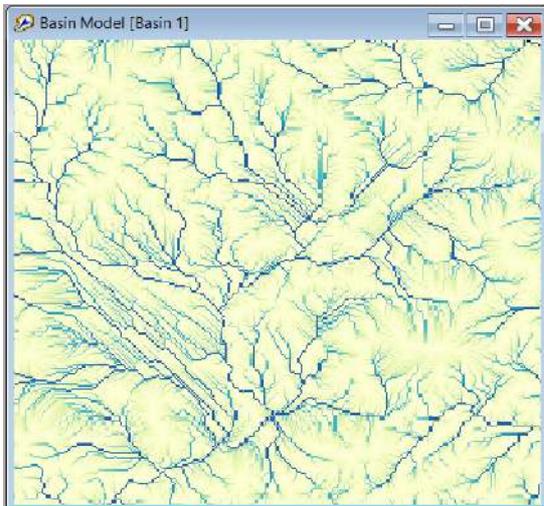


Ilustración A.2- 9: Representación de la acumulación del flujo

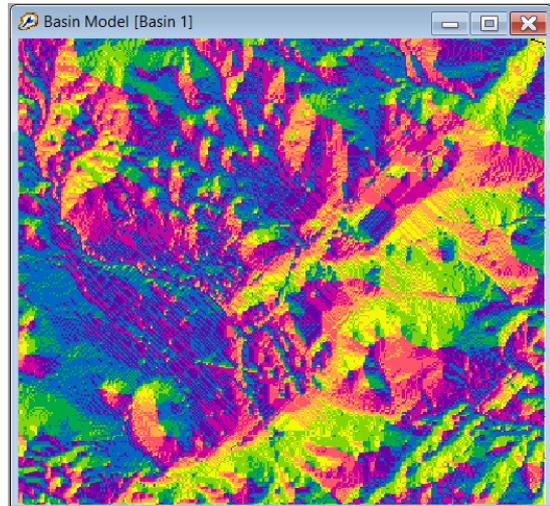


Ilustración A.2- 8: Representación de la dirección del flujo

Posteriormente se identificará los cauces del agua GIS> “Identify Streams”, aparecerá una ventana emergente donde se deberá indicar el área mínima de las cuencas que se quieren determinar. Si se añade un número elevado, el número de cuencas será menor que si se determina una superficie mínima menor.

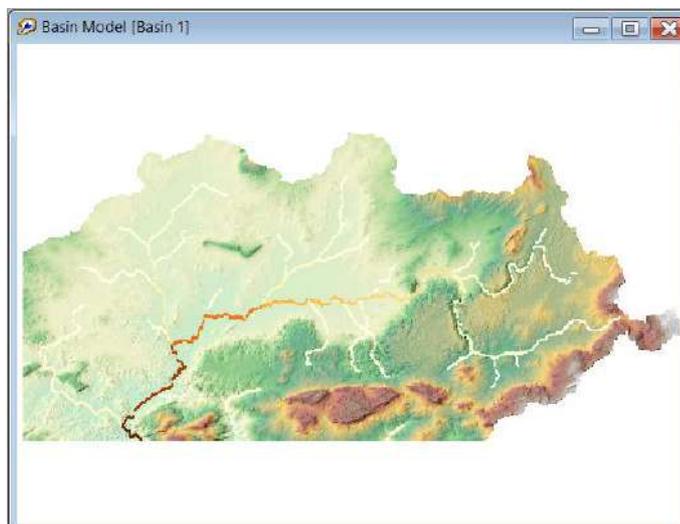


Ilustración A.2- 10: Representación de los cauces de agua

Seguidamente se definirá el punto de desagüe, para ello hay que hacer click en el pixel que se considere con la

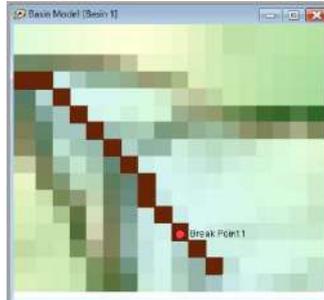


Ilustración A.2- 11: Representación del punto de desagüe

siguiente herramienta  y se obtendrá algo como esto:

Después de pasar por todos los apartados anteriores y definir los elementos necesarios, el siguiente paso será delinear las subcuencas (Subbasin), los tramos (Reach) y las uniones (Junction). Si es la primera vez que se realiza, el programa requerirá que se definan los sufijos para nombrar los elementos anteriores, por ejemplo, si para las subcuencas se especifica que el sufijo será S-, las subcuencas pasaran a llamarse S-1, S-2 y así sucesivamente, al igual que se indicara YES en el apartado de “Insert Junctions” para permitirle definir las. Existen tres herramientas para editar los elementos que se crean por defecto como son Merge (unir), Split (dividir), Reverse Flow (cambiar el sentido del flujo). HEC-HMS con las herramientas “Import Georeferenced Elements” y “Georeferenced Existing Elements” facilitan añadir y exportar archivos ESRI en formato Shape para poder incluir elementos determinador en otros softwares y trabajar con ellos.

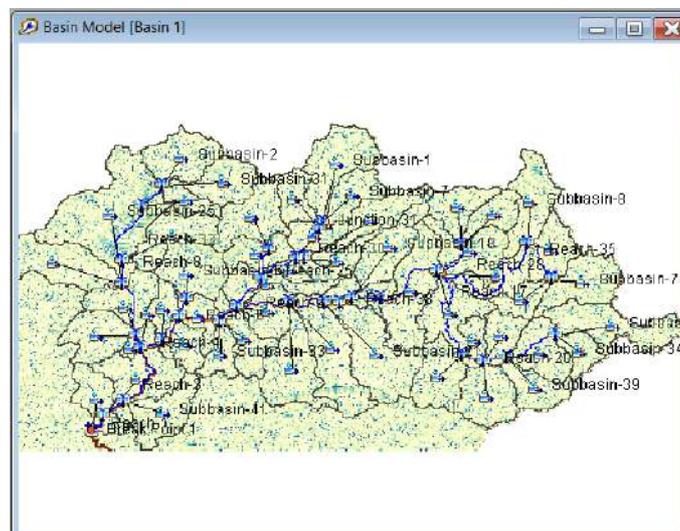


Ilustración A.2- 12: Representación de la red de elementos hidrológicos

Con GIS> “Export layers” se permite exportar las capas creadas anteriormente para poder trabajar con ellas en programas como ArcGis, el cual facilitará el posterior trabajo de definir el área de afección de cada pluviómetro o pluviógrafo y poder definir los hidrogramas e hietogramas con los cuales se añadirán los datos de las lluvias sintéticas o de las tormentas reales en los que se basa el estudio.

2.1.4 Meteorologic Model Manager

Cuando se tiene las subcuencas definidas y ajustadas con la realidad, hemos obtenidos los hidrogramas para cada una de ellas y cada periodo de retorno objeto de estudio se procederá a introducir dichos datos. Para ello se entrará en el siguiente componente “Meteorologic Model”. Se encarga de preparar las condiciones de contorno que actúan sobre la cuenca durante la simulación, habrá tantos modelos meteorológicos como formas

de generar precipitación que tenga el modelo. En el caso que ocupa este estudio la forma de generar esta lluvia será mediante Hietogramas (Specified Hyetograph), los cuales se han obtenido a través de los distintos análisis de estudio. Este método permite al usuario especificar la serie temporal exacta que se usará para las subcuencas. Se utiliza cuando los datos de precipitación se procesan externamente al HEC-HMS, como este caso.

Cada periodo de retorno tendrá su modelo meteorológico y dentro de cada uno, cada subcuenca tendrá su hietograma definido en el siguiente componente, "Time-Series Data Manager".

2.1.5 Time-Series Data Manager

Los modelos hidrológicos a menudo requieren series temporales de datos de precipitación para estimar la precipitación promedio de la cuenca. Estos datos se almacenan en el proyecto como "Gage", los cuales pueden ser compartidos por múltiples cuencas o modelos meteorológicos.

Los hietogramas de ambos métodos analizados en el estudio que se han incluido en este software están detallados en el APÉNDICE 4 y APÉNDICE 5, respectivamente

Cada "Gage" está formado por cuatro ventanas, Time-Series Gage, donde se define como será la entrada de datos por ejemplo, manualmente, como es en este caso o mediante otras herramientas como pueden ser un archivo del sistema de almacenamiento de datos, HEC-DSS, facilitado por el programa HEC-DSSVue, el cuál puede ser útil para descargar los resultados de la simulación, se define también las unidades de los datos que se van a introducir y el intervalo del tiempo del hietograma.

Subbasin Name	Gage
Subbasin-1	Sub1 T10
Subbasin-10	Sub10 T10
Subbasin-11	Sub11 T10
Subbasin-12	Sub12 T10
Subbasin-13	Sub13 T10
Subbasin-14	Sub14 T10
Subbasin-15	Sub15 T10
Subbasin-17	Sub17 T10
Subbasin-18	Sub18 T10
Subbasin-2	Sub2 T10
Subbasin-20	Sub20 T10
Subbasin-21	Sub21 T10
Subbasin-22	Sub22 T10
Subbasin-24	Sub24 T10
Subbasin-25	Sub25 T10

Ilustración A.2- 14: Ejemplo de "Meteorological Model"

Time-Series Gage | Time Window | Table | Graph

Gage Name: Sub1 T10

Description:

Data Source: Manual Entry

Units: Incremental Millimeters

Time Interval: 30 Minutes

Latitude Degrees:

Latitude Minutes:

Latitude Seconds:

Longitude Degrees:

Longitude Minutes:

Longitude Seconds:

Ilustración A.2- 13: Ejemplo del editor de "Time-Series Gage"

La siguiente ventana sería "Time Window" donde se definirá la hora y la fecha de comienzo y final del

Time-Series Gage | Time Window | Table | Graph

Gage Name: Sub1 T10

* Start Date (ddMMMYYYY): 01ene.2000

* Start Time (HH:mm): 00:00

* End Date (ddMMMYYYY): 01ene.2000

* End Time (HH:mm): 04:00

Ilustración A.2- 15: Ejemplo del editor de "Time Window" de las series temporales

hietograma en cuestión. Es muy importante introducir estos datos en el formato correcto.

Por último, “Table” y “Graph”, donde se muestran de forma tabular y de forma gráfica los datos del hietograma. La opción de copiar y pegar desde portapapeles facilita la introducción manual de los datos, también esta la opción de relleno de tabla la cual interpola los valores si hay algunos que faltan.

Time (ddMMMYYYY, HH:MM)	Precipitation (MM)
01ene.2000, 00:00	
01ene.2000, 00:30	0.000
01ene.2000, 01:00	2.476
01ene.2000, 01:30	3.704
01ene.2000, 02:00	12.744
01ene.2000, 02:30	5.179
01ene.2000, 03:00	2.950
01ene.2000, 03:30	2.028
01ene.2000, 04:00	0.000

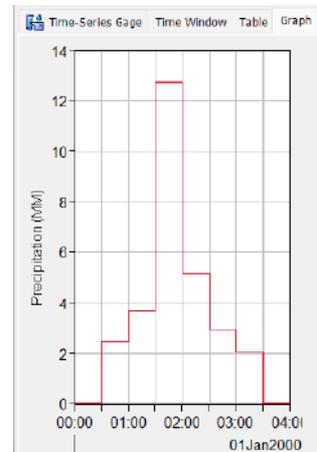


Ilustración A.2- 17: Ejemplo de introducción de datos de un hietograma

Ilustración A.2- 16: Ejemplo de la representación gráfica del hietograma

Hay que crear tantos “Gage” como hietogramas que hagan falta.

2.1.6 Control Specification Manager

Este apartado es uno de los componentes principales de un proyecto, aunque no contienen muchos datos, su propósito principal es controlar cuándo comienzan y terminan las simulaciones y qué intervalo de tiempo se usa en la simulación.

Están compuestas por “Time Window”, la ventana que especifica la fecha y la hora de inicio y final e igual que en los “Gage” el formato en el cual se introducen estos datos es muy importante.

The screenshot shows the 'Control Specifications' editor for a control named 'Control T10'. The fields are as follows:

- Name: Control T10
- Description: (empty)
- * Start Date (ddMMMYYYY): 01ene.2000
- * Start Time (HH:mm): 00:00
- * End Date (ddMMMYYYY): 01ene.2000
- * End Time (HH:mm): 12:00
- Time Interval: 3 Minutes

Ilustración A.2- 18: Ejemplo del editor de "Control Specifications"

Como se puede ver, cada “Control Specifications” tiene un apartado de Intervalo de tiempo, “Time Interval”, el cual se utilizará para realizar los cálculos durante una simulación. Si se va a comparar varias simulaciones lo mas correcto seria que todos los intervalos de tiempo de cálculo fueran los mismos, o en caso de que no fuera posible interpolar los resultados para poder hacer el estudio.

Es importante que cualquier minuto incluido en una hora de inicio o fin sea múltiplo entero del intervalo de tiempo. Por ejemplo, si se eligió un intervalo de tiempo de tres minutos, como es el caso, la hora de inicio o finalización podría ser 10:03, 10:18, 10:57 pero no podría ser 10:02 porque no es múltiplo entero.

2.1.7 Simulación

Los resultados de ejecutar una simulación se general al calcularla. Cada vez que se haga un cambio en alguno de los componentes se tiene que volver a simular para que se actualicen los resultados. Para comenzar a simular se necesita definir una “Simulation run”

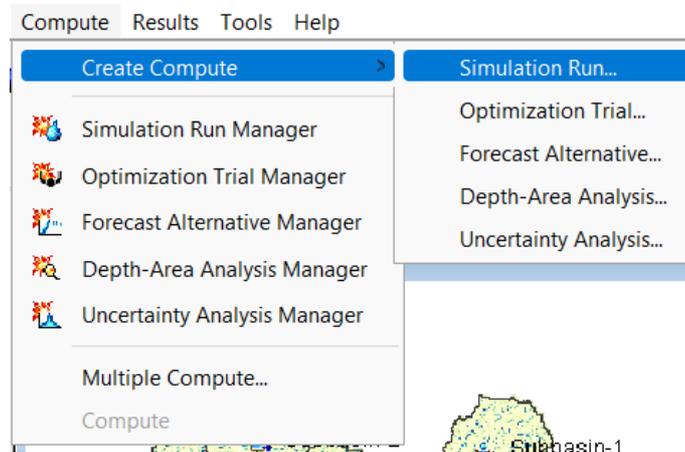


Ilustración A.2- 20: Ubicación de "Simulation Run" en el menú

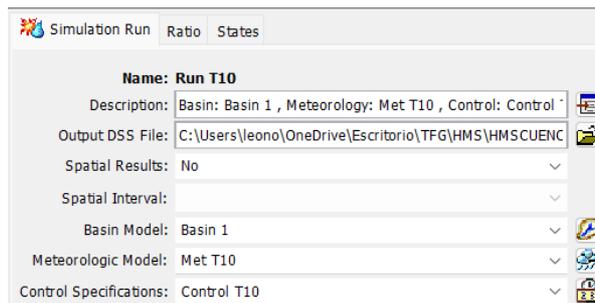


Ilustración A.2- 19: Ejemplo del editor de "Simulation Run"

Dentro, se selecciona los componentes que se quieran simular definidas anteriormente: “Basin Model”, “Meteorologic model” y “Control specifications”.

Para ejecutar la simulación previamente creada, se debe seleccionar en la barra situada en el menú de herramientas superior. El botón de cálculo estará habilitado cada vez que haya una simulación que se pueda calcular. Para ello la se seleccionará en el menú desplegable y se procederá a ejecutar la simulación en el botón de "Compute all Elements"

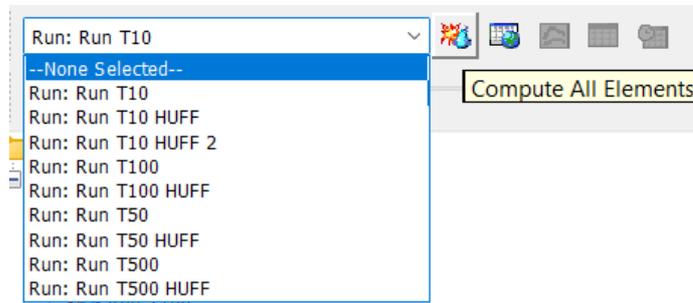


Ilustración A.2- 21: Desplegable en el menú para la simulación

2.1.8 Resultados

Una vez ejecutada la simulación, tendremos una gran variedad de resultados gráficos y tabulares. El programa rastrea todos los datos en la simulación, el modelos de la cuenca seleccionado, el modelo meteorológico y las especificaciones de control como se ha indicado previamente realizando un seguimiento de los datos de series temporales.

Para acceder al los resultados hay que hacer clic en el menú resultados, lo primero que se verá será un resumen global de toda la zona de estudio

The screenshot shows a window titled 'Global Summary Results for Run "Run T100"'. It displays simulation parameters and a table of results for various hydrologic elements.

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-32	32.3940	104.2	01ene.2000, 03:48	33.83
Subbasin-34	10.7750	59.6	01ene.2000, 00:42	9.58
Junction-26	43.1690	104.2	01ene.2000, 03:48	27.78
Reach-26	43.1690	104.0	01ene.2000, 03:54	27.78
Subbasin-58	21.7580	71.5	01ene.2000, 02:30	19.06
Subbasin-39	16.3390	12.6	01ene.2000, 01:51	2.76
Junction-20	81.2660	124.8	01ene.2000, 03:18	20.41
Reach-20	81.2660	124.7	01ene.2000, 03:24	20.41
Subbasin-40	25.0040	94.3	01ene.2000, 01:48	15.90
Subbasin-64	13.8910	38.2	01ene.2000, 01:21	8.79
Junction-18	120.1610	158.7	01ene.2000, 01:57	18.13
Reach-18	120.1610	158.0	01ene.2000, 02:03	18.13
Subbasin-37	23.7510	53.4	01ene.2000, 01:57	10.65
Subbasin-66	8.6313	12.8	01ene.2000, 01:24	4.58
Junction-17	152.5433	214.9	01ene.2000, 02:00	16.20

Ilustración A.2- 22: Ejemplo del "Global Summary Result" de una simulación

Los resultado que se han obtenido en este estudio son los caudales de avenida a lo largo del tiempo de estudio, así como el volumen. De aquí se obtienen los valores que se han usado para la comparativa de los métodos analizados en base a el caudal pico de avenida, el tiempo pico y el comportamiento de las tormentas en las subcuencas analizadas y el punto de desagüe de la cuenca, expuestos en el Apéndice 6.

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Para abrir los resultados individuales de cada elemento que compone la cuenca de estudio se realiza desde la misma barra de resultados anterior, haciendo clic en el elemento que se necesite. Se tienen tres opciones para la visualización: de manera gráfica (Element Graph), en forma de tabla resumen (Element Summary Table) o extensamente a lo largo del tiempo (Element Time-Series Table).

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)
01ene.2000	00:45	0.47	0.47	0.01	0.0	0.0
01ene.2000	00:48	0.47	0.43	0.04	0.0	0.0
01ene.2000	00:51	0.47	0.40	0.08	0.0	0.0
01ene.2000	00:54	0.47	0.37	0.11	0.0	0.0
01ene.2000	00:57	0.47	0.34	0.13	0.1	0.0
01ene.2000	01:00	0.47	0.32	0.16	0.1	0.0
01ene.2000	01:03	1.63	0.93	0.70	0.2	0.0
01ene.2000	01:06	1.63	0.75	0.88	0.4	0.0
01ene.2000	01:09	1.63	0.61	1.02	0.8	0.0
01ene.2000	01:12	1.63	0.51	1.12	1.3	0.0
01ene.2000	01:15	1.63	0.43	1.20	2.0	0.0
01ene.2000	01:18	1.63	0.37	1.26	3.0	0.0
01ene.2000	01:21	1.63	0.32	1.31	4.2	0.0
01ene.2000	01:24	1.63	0.28	1.35	5.9	0.0
01ene.2000	01:27	1.63	0.25	1.38	7.9	0.0

Ilustración A.2- 24: Ejemplo del listado de los resultados de una subcuenca

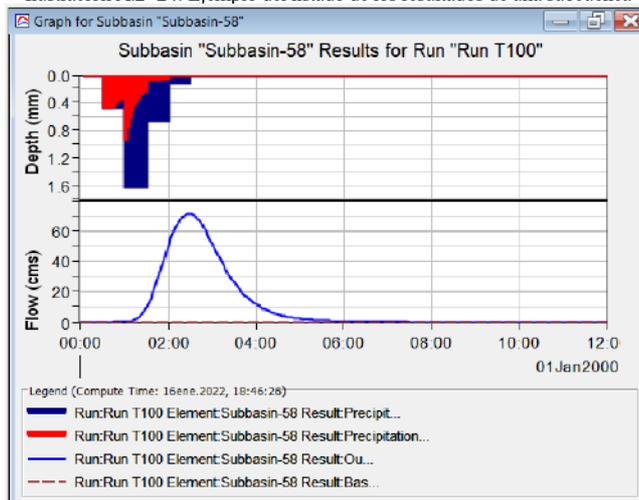


Ilustración A.2- 25: Ejemplo de la representación gráfica de los resultados de una subcuenca

Computed Results	
Peak Discharge:	71.5 (M3/S)
Precipitation Volume:	28.75 (MM)
Loss Volume:	9.69 (MM)
Excess Volume:	19.06 (MM)
Date/Time of Peak Discharge:	01ene.2000, 02:30
Direct Runoff Volume:	19.06 (MM)
Baseflow Volume:	0.00 (MM)
Discharge Volume:	19.06 (MM)

Ilustración A.2- 23: Ejemplo del resumen de los resultados de una subcuenca

HEC-HMS permite visualizar los resultados de forma gráfica y a lo largo del tiempo con la herramienta "Spatial Results". Para ello se tienen que activar en el editor de los datos la simulación. Estos resultados se dejan editar como la animación, colores, simbologías... dando la apariencia como si estuviéramos en HEC-RAS. Se pueden visualizar la profundidad hidráulica, la elevación del flujo de agua, el exceso y la pérdida de precipitación entre otros.

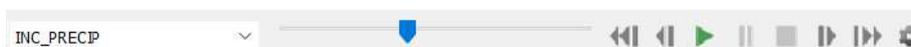


Ilustración A.2- 26: Herramienta para la representación de "Spacial Results"

APÉNDICE 1. DATOS MÁXIMOS MENSUALES POR PLUVIÓMETRO (MM)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁX
1961	13.9	2.6	6.7	19.7	26.8	23.7	5.3	0	53.2	12.6	59.4	44	59.4
1962	15.4	8.1	27.9	27.8	20.7	7.2	0	0.2	3.7	52.1	22.3	46.3	52.1
1963	23.1	61.8	8.4	15.7	24.1	18.7	0	0.4	29.5	5	20.3	37.6	61.8
1964	10	19.9	15.8	10.9	0	11.1	0	9.6	0.8	0.6	34.8	23.7	34.8
1965	25	9.3	22.2	16.1	6.6	10	0	0	30.8	31.3	20.7	15.7	31.3
1966	45.6	58	4.8	36.4	14.5	18	0	2.3	15.8	18.4	12.8	8.6	58
1967	17.6	28.2	16.5	23.4	8.2	49.2	0.1	0	0.6	13.1	55.6	12.9	55.6
1968	0.9	16.3	49.7	9.1	8.4	12.5	0	10.9	0	0	29.9	48	49.7
1969	48.5	24	20.1	54	16.6	9.1	0	24.8	29	39	47.1	35.2	54
1970	40.6	5	21	15.7	8.6	33.1	0	0	0	8.3	18.6	44.6	44.6
1971	26.7	2.7	28.6	24	26	16.8	1.7	1.2	1.7	8	12.1	15.2	28.6
1972	18.6	19.2	26	10.5	27	15.2	23.5	0.5	23.5	34.6	26.5	18	34.6
1973	17.5	14.2	33	28	27	24	0	1.2	0	48.3	14	33.5	48.3
1974	6.3	19.7	11	19.3	4.1	47.6	0	0	0	22	12	4.5	47.6
1975	18.5	23	25.1	16	22.7	23.5	0	0	5.2	2.8	10.3	16.5	25.1
1976	24.2	34	22.6	21.5	11.8	12.5	2.5	6.5	61.3	31.2	33.3	50.4	61.3
1977	35.6	22.6	16.5	4.8	15.2	8.1	24.5	2	19.5	28.6	15.1	35.1	35.6
1978	19.5	37.5	61.2	14.6	20.2	29.6	0	0.5	6.5	21	19.5	25.3	61.2
1979	33.5	35.1	20	25	6.4	0	6.5	0	33.6	40.8	39	10.4	40.8
1980	42.3	30.6	22.7	9.2	48	6.3	0	0.5	3.5	29.8	44.5	5.3	48
1981	0.2	4.5	22.5	33.5	19.4	7.8	0	10	10.8	5.1	0.2	33.5	33.5
1982	17.2	27.8	11	16.7	0	2.8	11.5	0	10.4	8.5	65.5	23.3	65.5
1983	0	5.5	20.5	12.7	3.5	0	0	7.2	0	7	24.5	38	38
1984	9	35	18.6	17	21	1.5	0	0	6.5	9.2	30	6.2	35
1985	18.5	25.5	13.5	12.3	32.7	1.8	0	0	27.5	0	25.2	16.7	32.7
1986	31.5	27	28.5	16	4.4	3.7	1	0	38.5	17.6	28	20	38.5
1987	31.5	21	3	14.3	2.7	2.5	8.7	26.5	21	26	19.4	48.5	48.5
1988	25.7	26.5	7.5	25.5	18	16	3.5	0	0	36.5	19	0.7	36.5
1989	45	15	27	15.5	7	0	0	5	28	49	64.5	39	64.5
1990	18	0	9.5	21	8	0	3	3	32	19.4	34.3	17.5	34.3
1991	1.5	20.3	22	11.5	0.8	3	10	0	29.5	37.5	24	18.5	37.5
1992	2.5	17.5	35.5	18.5	6	33	0	0	16	22.5	18	21.5	35.5
1993	22.5	4	17.5	18.5	16.5	25	0	0	4	34.2	38	1	38
1994	41	25	6.5	23.5	6	1	0	0.4	11.5	13	26.5	7.2	41
1995	14	6.2	20	7.7	0.7	10.6	3.5	3.5	4.3	0	27	36	36
1996	26.3	46.5	15.5	9	55	0	2	36.5	24	20	38.5	42	55
1997	37	0	0	9.7	30	9.3	0	3.2	48	13.3	22.7	34.5	48
1998	10	21	1.5	8.5	14.7	17	0	0	20.8	1.5	4.6	16.6	21
1999	40.2	14.5	14.5	6.2	5.3	2.2	0	0.3	20.5	36.1	15.7	24.2	40.2
2000	5.6	0	8.5	19.7	10.5	2.5	0	0	5.3	30	17.3	40.7	40.7
2001	17.8	9	33	3.2	14	9	0	0.9	27.5	30.2	25.4	23	33
2002	10.5	12.9	16.7	18.5	6.8	8	0	0	5	10	38.5	20.3	38.5
2003	25.8	14.2	10	7.6	4.2	0.9	0	0	9.7	33.6	36.2	26.5	36.2
2004	12	14.2	50.5	14.2	24.5	0.3	0	0.5	2.6	26.7	6.7	27.8	50.5
2005	0	38.2	19	4	7.4	0	0	0.2	33.2	15	14.5	13.8	38.2
2006	36	12	20.7	8.7	49.2	35	1.2	7.8	18.5	12.5	32.2	10.5	49.2
2007	14	10.3	7.7	10	31.2	0	0	0	28.1	12.4	16.8	4.8	31.2
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁX
1951	29.5	13	6.3	12.8	6.4	0	0	0	21.8	5.5	25.3	15.3	29.5
1952	23.1	6.7	20	12.1	25.1	1.5	0	12.3	1.7	21.8	13.3	16	25.1
1953	6.6	50	58.4	16.4	0	3.6	2.6	0	19.5	16.5	28.5	48.6	58.4
1954	10	40	28	21.3	0	4.5	3.3	0	0	14	18.2	19	40
1960	25	33.5	34	20	10	41.9	0	0	4.4	33	14	16	41.9
1961	13.5	5	11	27.5	38	15.5	0.8	0	24.8	12	36	36.5	38
1962	20.5	6	22	37	30.5	6	0	0.1	8	43	13.7	63	63
1963	13	33	11	18	22	7	0	0.3	19	17	27	36.5	36.5
1964	8	23.7	15	4.3	2	13.8	0	3.8	1.6	0.4	16.2	29	29
1965	15	12.7	18	22.3	4.5	6.1	0	1.9	32	14	21	22.5	32
1966	30	40.5	10	32	6.5	29	0	1.4	15	24	10	2.5	40.5
1967	13.6	38.5	9.3	7.2	5.6	11.3	0	0.2	0	20	58.5	15.5	58.5
1968	3.5	55.5	18	10.5	13.5	13	0	1.7	0	0	42	37	55.5
1969	33	33.5	26.6	62	10.5	10.5	0	40.9	57	28.5	55	22	62
1970	44	2	17.5	17.5	10	11.4	0	0	1.3	5.5	55	40	55
1971	17	11	33.5	25	31.5	6.9	0.1	1.7	7.7	0.6	21.8	14	33.5
1972	14	13	22	7	16.5	15	2.1	2.5	19	38	33	14	38
1973	18	12	20	12.2	21.3	5	0	0.9	0	11.9	6.6	35.2	35.2
1974	4.7	12.4	13.2	14.5	4.6	31.1	6.2	0	0	7.8	5.4	0.7	31.1
1975	8	10	20	20	22	10	0	0.3	0	4	6	17	22
1976	19	66	20.5	24	12	1.8	6	25	14	75	20	28	75
1977	37	16	8	6	0	0.3	16	0	0	23	19	26.8	37
1978	11	25.5	46	20.5	8.5	10.5	0	2	1.4	26	10.5	17	46
1979	20	33	26	14	21	0.5	40	0	35	65	12	6	65
1980	20	20	12	8	24.1	2.3	0	0	3.8	19.7	20.3	1.4	24.1
1981	0	3.9	10.8	28.4	10.7	1.9	0.3	11.7	4.7	6.4	0	27.5	28.4
1982	28	25	8	17	6.1	1.9	13	4	3.3	0	40.5	25	40.5
1983	0	8	25	6.5	0.2	0	0	22	1.3	7	22	24	25
1984	4	29	15	7	14	0	0	0	0	0	20	8	29
1985	12.5	8	0	15	26	0	0	0	26	0	27	25	27
1986	10	26	29	25	2	0	0	0	68	31	31	10	68
1987	28	14	0	21	0	0	0	60	15	22	24	42	60
1988	18	45	2.5	27	30	20	0	0	3	60	15.5	0	60
1989	29	14	25	14	12	0	0	19	14.5	50	50	35	50
1990	16	0	8	15	6	0	0	1.2	65	25	20	18	65
1991	0	12	35	20	0	16	0	0	25	32	18	12	35
1992	3	25	35	12	0	30	0	0	12	25	14	10	35
1993	13	5	18	18	17	0	0	0	2	27	28	0	28
1994	35	17	12	18.5	8	0	0	0	5	12.5	28	0	35
1995	14	7	20	7	0	15	0	0	0	1.5	50	29	50
1996	21	45	17	4.5	60	0	7	42	24	23	28	72	72
1997	29	0	0	9	28	3	0	3	37	10	29	35	37
1998	12	34	0	5.5	20	10	0	0	13	0	6	6	34
1999	20	12	15	2	8	0	0	0	0	45	10	15	45
2000	7	0	18	20.5	16	0	0	0	5	32	17	43	43
2001	13	7	30	0	32	4.7	0.2	0.4	45	46	50	20	50
2002	11	6	20	20	4	2	0	0	9	8	25	24	25
2003	21	25	13	8.5	3	0	0	0	38	34	26	28	38
2004	10	15.5	50	7.5	20	0	0	0	0	21	0	21	50
2005	0	28	12	0	8	0	0	15	15	15	10.2	11.5	28
2006	40	12	19.1	7	45	1.7	0.7	9	20	12	16	12	45
2007	10	7.5	9	13	20	0	0.1	2.1	35	17.6	11	8	35

ANTEQUERA EL ROSAL

APÉNDICE 1. Datos máximos mensuales por pluviómetro (mm)

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁX
CAMPILLOS	1961	12	2	21	17.5	31	14	0	0	14	14	50	27	50
	1962	20	12	21	67	26	11.5	0	0	10.5	30	23	75	75
	1963	30	34	40.5	23	30	9	0	0	32	0	38	39	40.5
	1964	12	21	17	12	0	15	0	0.4	4	2	24.5	35.5	35.5
	1965	30	20	22	28.5	4	0	0	2.1	27	36	25	22	36
	1966	29	33.5	9	26	9	8.5	0	1.9	7	29	34	4	34
	1967	9.5	21	12.5	5.5	8	14	0	0.2	0	27	34	21	34
	1968	21	66	19.5	19	10.5	0	0	10.5	0	43.5	21.5	38	66
	1969	45	27	27.5	12	6	4.2	0	124.5	37	210	49	23	210
	1970	35.5	2	12.5	16	12	16	0	0	1	4.5	16	45.8	45.8
	1971	18.5	0.9	29.5	25	33.5	7.5	0	0.9	49.5	0	41	11	49.5
	1972	22.5	11	17	24.5	43	6	0.4	0	39	40	30.5	20.9	43
	1973	24.6	8	86	10.5	28	11.2	0	2.5	0	5	19.7	37	86
	1974	8.8	15	13.5	13.8	2.1	38.5	0	0	0.5	3.3	7.3	1.2	38.5
	1975	18.5	16.5	22.2	15.3	20	5	0	0.3	2.5	0.6	11.7	25.7	25.7
	1976	19.5	51	26.5	16.8	11.3	1	0	6.3	7.5	18.8	19	25.7	51
	1977	36	14.8	8	1	2	8.5	22.5	1.5	0	21.5	30.4	25	36
	1978	20.5	27.3	50	20.6	11.4	9.2	0	3	2.5	20.5	12	12.5	50
	1979	36	41	20.8	16.5	1.5	1.1	0	0	5.5	123	7.8	3.8	123
	1980	19.8	33	19	5.4	12.5	1.5	0	0	4.9	28.5	37.5	0	37.5
	1981	0	1.9	8.4	36.9	13.5	1.5	0	13.3	7.1	0	0	32.3	36.9
	1982	40	34.5	13	16.8	7.5	0	16	0	5.5	13.4	63	10.5	63
	1983	0	5.7	41.1	15.5	0	0	0	8.1	0	4.8	21	33.3	41.1
	1984	4.5	33.1	16.5	12.3	14	0.9	0	0	8	4.2	30.5	7	33.1
	1985	20	16.5	3.7	15	26	3	0	0	0	0	28	20	28
	1986	10	32	27.5	15	0	0	0	0	9	17	29	9	32
	1987	35	15	0	18	0	0	0	55	20	21.5	17	43	55
	1988	25.5	28	11.2	16	11.5	15	0	0	36	25.5	13.5	0	36
	1989	26.5	55	28	21.5	8	0	0	1.7	21	36	69	50	69
	1990	29	0	10	32	21	0	0.1	5.3	45.5	19	20.5	16.5	45.5
	1991	3	34	36	16	2	68	0	0	27	30	29	23	68
	1992	7.5	28	43	21	4	35	0	0	18.5	22	7.5	15.5	43
	1993	21	3.7	7	17	20	14	0	0.5	8	32.1	33.5	0	33.5
	1994	46.5	26	0	27.5	18	0	0	0	0	19.8	39	4	46.5
1995	9.7	6.8	20.5	16.8	0	20	4.5	2	0	7	16	40	40	
1996	32.5	36	8.7	7.7	46.6	0	0	27.5	26.3	35.5	33	37.5	46.6	
1997	29.7	0	0	14	50	3.7	2.5	0.6	29.5	4.3	43	44	50	
1998	20	34	0	5	32	40	0	0	20	0	4.5	14.9	40	
1999	13	5.5	20	7	23	4.5	0	2	27	35	12	11	35	
2000	11	0	14.6	32	12	0	0	0	5	29	13	48	48	
2001	15.7	7.5	22	0	12	0	0	0	20.5	162	26	20	162	
2002	20	10.5	11.5	23.5	9	0	0	0.5	5.5	8	22	19	23.5	
2003	19	11.5	20.5	18	4.5	0	0	0	14	33.3	37	21	37	
2004	7.5	20.9	64.5	15	27	0	0	0	0	15	6	20.5	64.5	
2005	0	30	10	7	7	0	0	0	0	14.5	10.7	10.5	30	
2006	36	13.5	22	9.5	20	0	0	8	12	12.9	43.5	13.5	43.5	
2007	19.5	11.8	4.5	26	26	0	0	0	28.5	52.8	25.9	17.8	52.8	

APÉNDICE 2. DATOS DE LOS PLUVIÓGRAFOS DE LAS TORMENTAS ANALIZADAS

E047				
Duración (h)	2-6 horas	7-12 horas	13-24 horas	25-48 horas
Nº tormentas	177	69	43	14
% Intervalo I	19,40	22,06	23,44	26,01
% Intervalo II	23,66	22,51	25,99	21,90
% Intervalo III	26,12	20,78	21,14	14,15
% Intervalo IV	18,84	20,35	16,86	20,42
% Intervalo V	11,98	14,30	12,57	17,52

ESTACIÓN E047 2 - 6 HORAS

Nº TORMENTAS 2-6 HORAS		DURACIÓN				
		2	3	4	5	6
PRECIPITACIÓN	2	9	0	0	0	0
	3	16	8	0	0	0
	4	6	11	9	0	0
	5	5	6	7	4	0
	6	2	7	3	7	3
	7	1	4	4	5	2
	8	1	1	4	4	2
	9	3	0	3	3	2
	10	2	0	1	2	2
	12	1	0	0	1	2
	28	1	0	0	0	0
	11	0	2	0	1	0
	13	0	1	0	1	2
	14	0	0	1	1	0
	15	0	0	1	2	0
	16	0	0	1	0	1
	19	0	0	1	0	0
	22	0	0	1	1	0
	34	0	0	1	0	0
	18	0	0	0	1	1
20	0	0	0	1	0	
26	0	0	0	0	1	
36	0	0	0	0	1	

APÉNDICE 2. Datos de los pluviógrafos de las tormentas analizadas

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1989	1	2	3	19.20	38.40	58.40	79.20	100.00
1989	2	5	8	16.46	26.58	65.82	89.87	100.00
1989	3	2	5	27.20	54.40	74.40	87.20	100.00
1989	4	2	2	36.36	72.73	92.73	96.36	100.00
1990	5	4	15	1.56	21.82	56.10	90.13	100.00
1990	6	3	4	29.30	58.60	87.91	98.60	100.00
1990	7	4	8	13.33	34.52	58.33	80.95	100.00
1990	8	2	2	16.00	32.00	52.00	76.00	100.00
1990	9	2	3	4.44	8.89	28.89	64.44	100.00
1990	10	2	9	21.98	43.96	63.96	81.98	100.00
1991	11	3	7	11.64	28.96	57.61	80.30	100.00
1991	12	4	5	1.51	22.26	60.75	98.49	100.00
1991	13	3	3	33.53	64.12	88.82	98.24	100.00
1991	14	3	5	49.81	86.04	95.09	98.87	100.00
1991	15	6	7	10.81	38.92	74.59	90.81	100.00
1991	16	2	3	30.34	60.69	80.69	90.34	100.00
1992	17	3	3	13.55	37.42	81.94	98.06	100.00
1992	18	3	3	9.09	19.39	32.12	61.82	100.00
1992	19	3	6	11.19	34.24	81.02	97.97	100.00
1992	20	6	18	2.81	10.22	40.90	89.89	100.00
1992	21	2	4	35.79	71.58	91.58	95.79	100.00
1992	22	5	12	26.09	40.00	80.00	97.39	100.00
1993	23	3	3	21.18	45.88	77.65	92.94	100.00
1993	24	4	7	27.04	62.54	85.63	93.24	100.00
1993	25	2	3	3.87	7.74	27.74	63.87	100.00
1994	26	6	36	24.85	49.09	77.52	96.69	100.00
1994	27	4	7	8.48	53.33	88.48	98.79	100.00
1994	28	2	4	22.22	44.44	64.44	82.22	100.00
1994	29	3	6	2.00	19.33	67.33	90.00	100.00
1994	30	5	13	0.78	20.31	78.13	90.63	100.00
1994	31	3	4	11.05	28.95	60.53	82.63	100.00
1994	32	4	7	1.13	23.38	56.62	87.61	100.00
1994	33	2	2	34.29	68.57	88.57	94.29	100.00
1995	34	3	5	1.18	13.73	49.02	76.47	100.00
1995	35	3	4	46.29	81.14	93.14	98.29	100.00
1995	36	6	12	8.47	43.39	92.20	96.61	100.00
1995	37	2	10	39.60	79.19	99.19	99.60	100.00
1995	38	2	7	27.25	54.49	74.49	87.25	100.00
1995	39	4	10	3.27	20.00	53.47	90.20	100.00
1995	40	2	3	20.61	41.21	61.21	80.61	100.00
1995	41	2	3	28.80	57.60	77.60	88.80	100.00
1996	42	6	10	27.47	49.29	91.11	98.79	100.00
1996	43	5	7	4.23	36.62	38.03	59.15	100.00
1996	44	4	4	17.14	31.43	61.90	98.10	100.00
1996	45	2	3	4.00	8.00	28.00	64.00	100.00
1996	46	4	9	73.56	96.09	98.85	99.08	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los imput en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

1996	47	4	5	1.78	3.56	30.22	75.11	100.00
1996	48	2	3	38.79	77.58	97.58	98.79	100.00
1996	49	4	4	16.36	54.55	82.73	92.73	100.00
1996	50	4	5	24.35	47.39	70.00	89.57	100.00
1996	51	4	4	31.22	50.73	71.22	92.20	100.00
1996	52	2	3	15.17	30.34	50.34	75.17	100.00
1996	53	3	4	12.63	36.32	82.11	98.42	100.00
1996	54	2	2	23.64	47.27	67.27	83.64	100.00
1996	55	2	2	36.52	73.04	93.04	96.52	100.00
1996	56	6	26	59.46	95.89	99.15	99.61	100.00
1996	57	2	28	27.29	54.58	74.58	87.29	100.00
1996	58	4	6	64.52	85.48	91.94	97.42	100.00
1996	59	5	15	1.32	1.32	17.11	64.47	100.00
1997	60	5	5	11.76	27.45	74.51	94.12	100.00
1997	61	5	6	6.78	47.46	88.14	98.31	100.00
1997	62	5	8	32.89	51.32	51.32	61.84	100.00
1997	63	5	9	2.22	7.78	42.22	83.33	100.00
1997	64	2	5	20.44	40.89	60.89	80.44	100.00
1997	65	5	10	1.02	8.16	27.55	47.96	100.00
1997	66	6	10	2.71	13.96	55.83	94.17	100.00
1997	67	6	6	53.23	93.85	95.69	96.92	100.00
1997	68	6	6	17.19	38.44	53.44	84.69	100.00
1997	69	4	5	1.60	32.00	67.20	92.00	100.00
1997	70	2	3	23.23	46.45	66.45	83.23	100.00
1997	71	3	4	19.50	44.00	78.50	94.00	100.00
1997	72	4	5	26.12	59.59	80.82	88.57	100.00
1997	73	4	19	41.08	74.38	92.76	97.84	100.00
1997	74	6	6	41.31	91.15	96.07	98.03	100.00
1997	75	2	12	39.66	79.31	99.31	99.66	100.00
1997	76	3	3	15.00	34.38	62.50	83.13	100.00
1997	77	2	9	39.56	79.12	99.12	99.56	100.00
1997	78	3	4	8.57	22.38	46.67	72.86	100.00
1997	79	2	3	16.25	32.50	52.50	76.25	100.00
1997	80	3	4	8.18	25.45	60.91	83.64	100.00
1997	81	2	3	38.52	77.04	97.04	98.52	100.00
1997	82	2	4	35.79	71.58	91.58	95.79	100.00
1997	83	4	4	38.00	49.00	61.00	82.00	100.00
1997	84	5	18	52.00	87.43	94.86	94.86	100.00
1998	85	6	7	1.76	20.59	61.18	92.94	100.00
1998	86	2	3	13.85	27.69	47.69	73.85	100.00
1998	87	2	2	36.00	72.00	92.00	96.00	100.00
1998	88	3	6	4.00	24.33	77.33	97.00	100.00
1998	89	4	8	20.25	58.73	87.59	97.97	100.00
1998	90	5	6	25.00	60.71	87.50	94.64	100.00
1998	91	3	13	38.14	66.98	77.21	88.37	100.00
1998	92	4	22	18.52	25.09	54.72	97.78	100.00
1998	93	4	4	6.00	15.00	47.00	90.00	100.00

APÉNDICE 2. Datos de los pluviógrafos de las tormentas analizadas

1998	94	5	7	4.62	35.38	78.46	84.62	100.00
1999	95	2	5	15.11	30.22	50.22	75.11	100.00
1999	96	2	6	32.90	65.81	85.81	92.90	100.00
1999	97	5	6	3.64	70.91	90.91	92.73	100.00
1999	98	3	8	8.89	28.40	69.14	89.63	100.00
1999	99	3	11	31.09	59.64	83.09	94.55	100.00
1999	100	2	2	33.33	66.67	86.67	93.33	100.00
1999	101	5	10	18.18	28.28	39.39	84.85	100.00
1999	102	6	12	6.50	29.27	67.32	92.68	100.00
1999	103	4	34	0.47	41.07	80.24	98.82	100.00
1999	104	6	13	2.83	22.36	44.57	86.46	100.00
1999	105	2	2	2.00	4.00	24.00	62.00	100.00
1999	106	3	3	4.00	24.67	78.67	98.00	100.00
2000	107	5	5	1.89	3.77	35.85	35.85	100.00
2000	108	3	6	5.81	23.23	63.87	86.45	100.00
2000	109	3	5	11.76	31.76	68.24	88.24	100.00
2000	110	4	4	58.00	83.00	91.00	94.00	100.00
2000	111	3	5	28.75	57.92	87.92	98.75	100.00
2000	112	6	8	13.33	66.67	95.95	98.33	100.00
2000	113	6	9	38.72	66.81	80.85	91.06	100.00
2000	114	4	4	2.00	11.50	49.50	98.00	100.00
2001	115	5	9	45.45	53.41	73.86	95.45	100.00
2001	116	3	7	58.33	97.50	98.33	99.17	100.00
2001	117	5	15	82.35	83.01	83.01	83.66	100.00
2002	118	3	3	11.61	27.74	52.90	76.77	100.00
2002	119	5	14	1.45	38.41	72.46	99.28	100.00
2002	120	5	7	4.05	25.68	79.73	97.30	100.00
2002	121	2	5	17.96	35.92	55.92	77.96	100.00
2002	122	5	8	9.09	10.39	81.82	96.10	100.00
2002	123	5	11	39.29	67.86	96.43	99.11	100.00
2002	124	4	9	1.76	31.21	69.45	98.24	100.00
2002	125	5	7	6.76	22.97	78.38	94.59	100.00
2002	126	3	6	5.45	19.64	51.27	77.09	100.00
2003	127	5	22	4.11	56.62	79.00	91.32	100.00
2003	128	3	3	7.74	29.03	77.42	96.13	100.00
2003	129	5	5	1.85	16.67	85.19	98.15	100.00
2003	130	5	6	1.82	63.64	67.27	87.27	100.00
2003	131	3	4	4.74	20.00	56.32	81.05	100.00
2003	132	2	3	23.70	47.41	67.41	83.70	100.00
2003	133	2	10	35.83	71.67	91.67	95.83	100.00
2003	134	2	4	35.79	71.58	91.58	95.79	100.00
2003	135	6	16	6.71	24.10	67.33	95.16	100.00
2003	136	5	6	46.88	79.69	98.44	98.44	100.00
2003	137	2	3	27.14	54.29	74.29	87.14	100.00
2004	138	4	16	2.03	14.68	32.15	56.96	100.00
2004	139	4	7	24.79	52.96	80.00	98.87	100.00
2004	140	4	9	4.30	20.86	43.23	69.03	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

2004	141	6	8	15.26	48.42	71.32	91.32	100.00
2004	142	4	4	24.00	39.00	61.00	88.00	100.00
2004	143	5	9	15.38	27.47	74.73	78.02	100.00
2004	144	4	4	1.82	15.91	41.36	72.73	100.00
2004	145	3	5	16.80	41.20	80.80	96.40	100.00
2004	146	2	4	24.00	48.00	68.00	84.00	100.00
2004	147	5	6	1.75	19.30	42.11	78.95	100.00
2004	148	3	5	21.33	45.78	76.44	92.00	100.00
2004	149	6	13	24.06	39.69	51.88	64.38	100.00
2004	150	2	2	33.33	66.67	86.67	93.33	100.00
2004	151	4	14	2.29	19.57	49.86	82.86	100.00
2005	152	5	5	4.00	80.00	98.00	98.00	100.00
2005	153	4	5	4.62	40.38	77.31	98.46	100.00
2005	154	2	8	39.51	79.02	99.02	99.51	100.00
2005	155	5	8	7.41	23.46	24.69	87.65	100.00
2006	156	5	6	30.00	50.00	51.67	83.33	100.00
2006	157	3	11	7.64	27.64	72.36	92.36	100.00
2006	158	2	6	19.67	39.34	59.34	79.67	100.00
2006	159	4	5	1.67	15.83	51.67	93.33	100.00
2006	160	3	4	41.05	74.21	91.58	98.42	100.00
2006	161	2	9	3.18	6.36	26.36	63.18	100.00
2006	162	4	6	9.66	38.97	73.45	98.62	100.00
2006	163	2	3	18.67	37.33	57.33	78.67	100.00
2006	164	2	4	13.95	27.91	47.91	73.95	100.00
2006	165	5	7	30.88	55.88	98.53	98.53	100.00
2006	166	4	8	48.42	77.89	93.16	98.95	100.00
2006	167	3	6	3.05	22.03	72.88	93.90	100.00
2007	168	3	7	20.27	40.27	59.73	79.73	100.00
2007	169	3	4	54.29	91.90	96.19	98.57	100.00
2007	170	3	4	6.86	26.29	70.86	91.43	100.00
2007	171	2	5	1.74	3.48	23.48	61.74	100.00
2007	172	3	7	13.91	38.26	83.48	99.13	100.00
2007	173	4	8	13.00	20.75	53.25	98.00	100.00
2007	174	6	9	14.32	17.05	27.95	77.05	100.00
2007	175	4	6	16.27	66.10	97.29	98.64	100.00
2007	176	3	6	3.27	8.36	17.09	52.00	100.00
2007	177	5	20	1.00	8.50	9.50	84.50	100.00

ESTACIÓN E047 7 - 12 HORAS

N° TORMENTAS 7-12 HORAS		DURACIÓN					
		7	8	9	10	11	12
PRECIPITACIÓN	7	2	0	0	0	0	0
	8	2	1	0	0	0	0
	9	1	3	1	0	0	0
	10	1	2	1	1	0	0
	11	2	3	2	0	1	0
	12	1	2	0	0	2	0
	13	2	0	1	0	0	1
	14	3	1	0	1	0	2
	15	0	1	0	0	0	0
	16	1	0	1	0	1	0
	18	1	0	0	1	1	0
	19	0	0	1	0	0	0
	20	0	1	2	0	0	0
	22	1	0	0	0	1	0
	23	0	0	0	0	1	0
	24	0	0	2	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	2
	27	0	0	0	0	2	0
	28	0	0	0	1	1	0
	33	0	0	0	0	0	1
	34	0	0	1	0	0	0
	37	0	0	1	1	0	0
	39	0	0	1	0	0	0
	41	0	0	0	0	0	1
43	1	0	0	0	0	0	
48	0	0	1	0	0	0	

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1990	1	8	8	26.51	88.92	97.59	98.80	100.00
1990	2	9	20	22.23	74.31	78.17	90.96	100.00
1990	3	9	11	38.70	52.41	93.52	97.59	100.00
1991	4	9	24	11.56	29.87	52.74	92.49	100.00
1992	5	7	43	3.12	25.63	60.05	85.44	100.00
1992	6	7	22	83.80	84.17	89.17	98.06	100.00
1993	7	8	15	30.46	70.86	88.34	96.95	100.00
1994	8	10	37	1.36	1.36	42.39	89.13	100.00
1994	9	10	28	60.64	62.06	73.05	81.21	100.00
1994	10	10	18	26.86	53.71	69.14	80.00	100.00
1994	11	8	10	5.83	15.53	44.27	46.60	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los imput en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

1994	12	12	14	1.82	9.23	10.63	59.72	100.00
1994	13	7	8	14.81	69.35	92.21	92.21	100.00
1995	14	7	14	44.41	75.29	94.41	98.97	100.00
1996	15	12	25	31.74	59.60	60.89	76.84	100.00
1996	16	7	11	74.23	77.48	78.38	78.38	100.00
1996	17	8	11	5.19	33.70	94.44	95.74	100.00
1996	18	8	11	0.89	3.04	34.46	75.89	100.00
1996	19	9	48	1.38	6.82	59.33	79.54	100.00
1996	20	9	16	2.18	2.56	3.85	28.46	100.00
1997	21	9	39	8.82	25.38	41.69	85.54	100.00
1997	22	9	37	1.29	20.11	48.25	74.12	100.00
1997	23	11	12	23.64	33.22	67.77	73.39	100.00
1997	24	12	25	12.48	24.80	37.52	70.88	100.00
1997	25	7	16	5.90	29.74	85.26	98.85	100.00
1997	26	11	22	21.20	36.85	42.31	47.22	100.00
1997	27	8	20	70.56	92.82	94.87	96.10	100.00
1997	28	9	10	4.54	27.01	57.53	96.49	100.00
1997	29	12	14	41.88	53.33	59.28	92.75	100.00
1997	30	9	11	34.26	41.91	42.96	88.87	100.00
1998	31	12	13	12.42	14.09	35.15	84.85	100.00
1998	32	8	10	9.42	12.31	50.77	99.04	100.00
1998	33	8	9	51.56	86.00	87.78	92.22	100.00
1998	34	12	33	7.76	12.06	26.15	83.70	100.00
1999	35	7	9	65.18	72.94	74.59	84.00	100.00
1999	36	9	34	54.24	98.82	99.41	99.71	100.00
1999	37	12	41	9.63	24.08	34.89	77.89	100.00
1999	38	11	27	31.54	77.57	93.60	98.53	100.00
1999	39	9	13	16.43	20.62	52.87	96.12	100.00
2000	40	7	13	11.97	68.50	94.49	98.58	100.00
2000	41	11	28	13.96	43.38	74.82	86.69	100.00
2000	42	8	14	16.06	43.36	64.38	95.33	100.00
2000	43	11	18	8.74	56.17	82.62	99.23	100.00
2000	44	11	23	4.91	51.23	83.42	87.11	100.00
2000	45	8	12	25.13	32.99	43.25	88.38	100.00
2000	46	8	12	18.50	60.17	80.17	97.17	100.00
2001	47	7	8	80.00	87.20	92.80	97.60	100.00
2002	48	7	11	39.62	89.71	93.33	96.76	100.00
2002	49	7	10	3.23	5.86	22.02	80.81	100.00
2002	50	8	11	0.88	8.67	62.48	97.52	100.00
2003	51	7	13	1.69	12.92	29.23	66.46	100.00
2003	52	9	9	37.45	54.89	87.02	91.70	100.00
2003	53	9	19	2.67	11.12	17.11	44.17	100.00
2003	54	8	9	15.00	26.14	27.05	69.32	100.00
2003	55	9	20	0.51	3.45	51.57	92.99	100.00
2004	56	7	12	19.67	31.22	65.53	89.76	100.00
2004	57	7	14	7.35	21.03	36.18	59.41	100.00
2004	58	7	7	45.00	91.11	98.61	98.61	100.00

APÉNDICE 2. Datos de los pluviógrafos de las tormentas analizadas

2004	59	10	10	28.71	92.08	92.08	94.06	100.00
2004	60	8	9	32.89	40.00	79.11	96.44	100.00
2004	61	10	14	5.19	5.19	36.30	55.56	100.00
2004	62	11	16	8.64	15.56	50.74	91.60	100.00
2004	63	7	14	13.71	67.55	97.90	97.90	100.00
2006	64	11	12	27.06	74.29	87.90	94.96	100.00
2006	65	7	18	12.57	77.49	98.58	99.45	100.00
2006	66	9	24	31.20	64.56	84.32	97.18	100.00
2007	67	7	7	1.37	44.11	79.45	94.52	100.00
2007	68	11	11	13.51	44.50	79.28	80.00	100.00
2007	69	11	27	24.30	51.11	67.56	90.96	100.00

ESTACIÓN E047 13 - 24 HORAS

N° TORMENTAS 13-24 HORAS		DURACIÓN									
		13	14	15	16	17	18	19	21	22	23
PRECIPITACIÓN	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	22	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	24	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	25	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	26	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	28	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	32	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	39	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
42	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
43	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1993	7	13	14	18.19	32.92	70.56	93.61	100.00
1996	15	13	14	28.39	68.53	71.75	88.39	100.00
1996	16	13	26	96.00	98.92	99.23	99.62	100.00
1998	28	13	20	22.12	41.82	71.62	99.19	100.00
1999	29	13	18	10.45	53.52	79.32	96.02	100.00
2003	37	13	15	14.81	33.38	52.60	59.74	100.00
2004	39	13	24	6.80	37.01	72.78	96.68	100.00
2004	41	13	15	17.95	44.93	93.15	93.42	100.00
2007	43	13	20	29.11	60.69	80.00	91.88	100.00
1993	6	14	16	59.75	88.86	95.57	95.95	100.00
1997	20	14	18	15.85	34.21	52.57	92.46	100.00
1997	23	14	25	1.71	15.12	47.07	99.59	100.00
1997	25	14	19	87.85	94.09	98.06	98.92	100.00
1998	26	14	16	8.35	65.06	71.52	88.73	100.00
2003	35	14	23	70.96	95.22	95.39	97.48	100.00
2004	40	14	28	13.67	39.29	43.77	47.47	100.00
1989	1	15	22	17.86	74.11	80.36	95.54	100.00
1992	3	15	22	24.20	46.12	52.97	63.47	100.00
1996	12	15	26	46.67	73.33	80.39	90.20	100.00
1996	13	15	19	10.42	13.02	27.60	66.67	100.00
1997	19	15	26	12.50	14.77	26.89	73.11	100.00
1992	5	16	24	5.15	39.83	81.52	96.03	100.00
1998	27	16	16	12.80	41.34	94.76	99.27	100.00
2001	32	16	19	68.02	81.82	82.14	96.79	100.00
2002	34	16	23	13.78	24.89	41.96	92.27	100.00
2004	42	16	16	0.61	5.40	17.06	74.11	100.00
1995	10	17	34	13.97	37.73	51.46	89.91	100.00
1997	18	17	19	35.11	57.55	92.98	96.60	100.00
1997	21	17	28	20.79	68.46	84.66	96.56	100.00
1997	22	17	43	7.49	22.90	89.93	99.77	100.00
2000	31	17	25	22.86	63.10	74.37	74.69	100.00
2001	33	17	27	6.72	33.96	98.88	99.25	100.00
2003	36	17	17	15.67	74.39	76.02	91.81	100.00
1991	2	18	21	34.27	84.56	96.41	97.57	100.00
1992	4	18	32	0.93	4.57	48.64	90.49	100.00
1994	8	19	24	39.75	57.80	74.15	74.58	100.00
1996	14	19	42	0.72	29.12	49.59	85.25	100.00
1996	11	21	39	12.95	23.47	47.36	86.74	100.00
2003	38	22	43	6.23	42.19	96.56	99.77	100.00
1994	9	23	49	7.74	56.82	84.32	92.51	100.00
1996	17	23	29	1.40	2.10	2.73	3.15	100.00
1997	24	23	30	22.96	66.60	92.79	97.31	100.00
2000	30	23	30	44.28	81.87	92.98	96.79	100.00

ESTACIÓN E047 25 - 48 HORAS

N° TORMENTAS 25-48 HORAS		DURACIÓN									
		25	26	27	30	34	35	40	42	44	46
PRECIPITACIÓN	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	29	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	33	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	39	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	43	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	46	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	47	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	50	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	53	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	54	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1990	1	25	28	54.23	69.37	74.30	98.94	100.00
1991	2	26	43	18.57	56.46	75.26	97.61	100.00
1996	3	34	54	13.96	72.74	91.60	96.06	100.00
1997	4	30	50	40.88	78.16	93.39	94.59	100.00
1997	5	46	57	1.41	19.44	45.45	63.13	100.00
1998	6	30	46	0.44	13.97	21.83	63.97	100.00
1998	7	40	53	24.48	33.33	71.19	89.83	100.00
2000	8	27	29	63.93	81.03	88.34	95.52	100.00
2003	9	25	28	9.86	65.85	73.94	96.83	100.00
2003	10	26	33	4.38	5.65	24.08	40.06	100.00
2005	11	44	47	15.82	28.27	38.95	63.46	100.00
2006	12	35	39	0.78	4.65	22.48	82.17	100.00
2006	13	34	43	67.06	80.61	82.57	90.89	100.00
2006	14	42	47	48.31	61.24	65.44	81.67	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los imput en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

E216				
Duración (h)	2-6 horas	7-12 horas	13-24 horas	25-48 horas
Nº tormentas	191	67	40	9
% Intervalo I	18,47	21,37	24,04	28,95
% Intervalo II	25,92	23,29	18,07	21,07
% Intervalo III	24,63	20,58	22,13	20,87
% Intervalo IV	19,18	20,78	23,66	18,68
% Intervalo V	11,80	13,98	12,10	10,43

ESTACIÓN E216 2 - 6 HORAS

Nº TORMENTAS 2-6 HORAS		DURACIÓN				
		2	3	4	5	6
PRECIPITACIÓN	2	20	0	0	0	0
	3	16	6	0	0	0
	4	9	8	4	0	0
	5	3	4	4	4	0
	6	6	2	6	5	4
	7	2	3	5	8	3
	8	1	3	3	3	4
	9	1	3	2	5	2
	10	0	1	2	5	0
	11	1	0	1	3	1
	12	0	0	0	1	2
	13	1	0	3	2	1
	14	0	0	1	1	0
	15	1	0	0	1	1
	16	0	0	1	1	1
	18	0	1	0	0	1
	20	0	0	0	0	1
	21	0	0	1	1	0
	22	0	1	0	0	0
23	0	0	0	1	0	
24	0	0	1	0	0	
27	0	0	0	0	1	
36	0	0	0	0	1	

APÉNDICE 2. Datos de los pluviógrafos de las tormentas analizadas

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1991	1	2	3	36.47	72.94	92.94	96.47	100.00
1991	2	2	4	39.02	78.05	98.05	99.02	100.00
1993	3	5	15	0.67	18.67	52.67	98.00	100.00
1993	4	5	9	29.21	68.54	69.66	96.63	100.00
1993	5	5	8	14.47	55.26	55.26	98.68	100.00
1993	6	6	8	4.81	12.41	34.43	82.03	100.00
1993	7	4	14	2.80	27.41	65.17	98.32	100.00
1994	8	6	36	26.14	49.69	73.86	92.56	100.00
1994	9	5	8	9.33	74.67	89.33	96.00	100.00
1994	10	2	2	2.00	4.00	24.00	62.00	100.00
1994	11	3	8	5.45	15.32	34.03	64.16	100.00
1994	12	4	6	18.67	30.33	54.33	86.67	100.00
1994	13	3	5	7.78	30.00	81.11	98.89	100.00
1994	14	3	18	0.33	15.91	61.99	86.41	100.00
1994	15	2	6	37.50	75.00	95.00	97.50	100.00
1994	16	2	5	37.65	75.29	95.29	97.65	100.00
1994	17	2	9	22.92	45.84	65.84	82.92	100.00
1994	18	3	4	28.50	57.00	85.50	97.00	100.00
1994	19	3	6	4.69	23.13	69.06	90.63	100.00
1994	20	2	3	27.10	54.19	74.19	87.10	100.00
1994	21	2	5	1.60	3.20	23.20	61.60	100.00
1994	22	2	2	19.05	38.10	58.10	79.05	100.00
1994	23	4	7	50.91	82.73	96.06	97.58	100.00
1994	24	6	6	6.88	34.38	64.38	94.38	100.00
1994	25	2	4	19.00	38.00	58.00	79.00	100.00
1994	26	3	3	1.76	21.76	78.24	98.24	100.00
1995	27	3	3	24.00	50.29	81.14	94.86	100.00
1995	28	5	10	2.06	57.73	64.95	69.07	100.00
1995	29	4	5	17.78	50.00	80.37	98.52	100.00
1995	30	5	11	64.81	79.63	83.33	95.37	100.00
1996	31	4	7	2.35	37.35	73.82	95.29	100.00
1996	32	6	13	14.88	49.92	85.27	97.36	100.00
1996	33	6	7	6.48	32.96	56.62	85.35	100.00
1996	34	2	4	25.45	50.91	70.91	85.45	100.00
1996	35	4	6	19.05	41.90	71.11	97.46	100.00
1996	36	4	6	26.67	38.60	60.35	90.18	100.00
1996	37	5	7	12.86	57.14	65.71	98.57	100.00
1996	38	5	5	16.00	62.00	68.00	78.00	100.00
1997	39	6	8	21.25	26.25	38.25	88.25	100.00
1997	40	4	7	35.69	73.23	92.92	95.08	100.00
1997	41	4	13	15.63	39.69	69.38	95.00	100.00
1997	42	2	3	27.69	55.38	75.38	87.69	100.00
1997	43	5	7	15.38	75.38	75.38	86.15	100.00
1997	44	4	5	6.40	41.60	76.00	95.20	100.00
1997	45	5	9	9.20	29.89	87.36	95.40	100.00
1997	46	2	2	38.18	76.36	96.36	98.18	100.00
1997	47	6	16	15.68	35.93	68.89	94.81	100.00
1997	48	6	27	10.79	59.09	85.81	98.49	100.00
1997	49	5	7	8.70	65.22	89.86	97.10	100.00
1997	50	4	4	5.85	19.02	45.37	78.54	100.00
1997	51	5	11	28.95	48.25	60.53	60.53	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

1997	52	5	7	45.95	56.76	58.11	97.30	100.00
1997	53	4	4	7.44	28.84	64.19	98.14	100.00
1997	54	5	9	74.19	75.27	75.27	80.65	100.00
1998	55	6	6	79.03	91.94	94.84	98.06	100.00
1998	56	2	6	23.86	47.72	67.72	83.86	100.00
1998	57	2	6	2.11	4.21	24.21	62.11	100.00
1998	58	4	9	0.89	15.78	54.89	99.11	100.00
1998	59	3	4	12.56	20.93	20.93	52.56	100.00
1998	60	2	7	6.38	12.75	32.75	66.38	100.00
1998	61	5	6	5.26	59.65	84.21	92.98	100.00
1998	62	5	7	10.77	44.62	63.08	95.38	100.00
1998	63	4	5	5.33	6.67	16.44	44.89	100.00
1998	64	3	4	38.05	70.24	90.73	98.54	100.00
1999	65	2	3	3.20	6.40	26.40	63.20	100.00
1999	66	2	3	14.81	29.63	49.63	74.81	100.00
1999	67	3	4	27.57	56.22	87.03	98.38	100.00
1999	68	2	3	22.86	45.71	65.71	82.86	100.00
1999	69	4	16	0.52	32.00	70.19	96.90	100.00
1999	70	2	4	25.71	51.43	71.43	85.71	100.00
1999	71	5	14	16.43	66.43	90.71	97.14	100.00
1999	72	2	3	35.71	71.43	91.43	95.71	100.00
1999	73	2	4	34.29	68.57	88.57	94.29	100.00
2000	74	6	6	11.48	23.28	46.89	82.30	100.00
2000	75	4	5	6.67	27.08	60.42	93.33	100.00
2000	76	2	2	22.86	45.71	65.71	82.86	100.00
2000	77	2	2	13.33	26.67	46.67	73.33	100.00
2000	78	6	6	1.56	7.81	17.19	82.19	100.00
2000	79	5	12	0.81	3.23	20.16	87.10	100.00
2000	80	4	6	15.71	48.57	77.14	92.86	100.00
2000	81	4	13	1.85	18.00	45.69	77.23	100.00
2000	82	3	7	17.91	36.12	54.93	76.72	100.00
2000	83	4	24	7.49	62.98	99.06	99.66	100.00
2000	84	4	7	7.27	9.09	11.52	32.12	100.00
2000	85	2	2	34.29	68.57	88.57	94.29	100.00
2000	86	5	7	22.54	40.85	76.06	98.59	100.00
2000	87	4	9	28.51	62.53	87.82	99.08	100.00
2000	88	3	9	28.67	57.33	86.00	97.33	100.00
2001	89	3	4	9.00	30.00	75.00	94.00	100.00
2001	90	5	13	7.69	61.54	79.23	83.85	100.00
2001	91	2	8	22.40	44.80	64.80	82.40	100.00
2001	92	2	3	38.46	76.92	96.92	98.46	100.00
2001	93	2	3	24.24	48.48	68.48	84.24	100.00
2001	94	5	5	1.92	1.92	48.08	98.08	100.00
2001	95	2	2	36.19	72.38	92.38	96.19	100.00
2001	96	3	8	23.08	46.41	70.26	86.92	100.00
2001	97	3	4	6.32	11.58	14.74	49.47	100.00
2001	98	2	2	13.33	26.67	46.67	73.33	100.00
2001	99	5	23	0.44	90.83	97.82	99.56	100.00
2001	100	3	22	19.28	44.98	83.53	97.83	100.00
2002	101	5	6	1.72	17.24	24.14	44.83	100.00
2002	102	4	4	3.90	25.37	58.54	90.24	100.00
2002	103	6	12	2.86	16.64	35.80	84.54	100.00

APÉNDICE 2. Datos de los pluviógrafos de las tormentas analizadas

2002	104	6	11	9.52	49.90	87.62	99.05	100.00
2002	105	2	2	14.00	28.00	48.00	74.00	100.00
2002	106	5	6	18.18	54.55	81.82	89.09	100.00
2002	107	4	11	5.23	52.52	88.41	97.01	100.00
2002	108	5	11	0.91	12.73	50.00	89.09	100.00
2002	109	5	10	1.98	1.98	40.59	85.15	100.00
2002	110	3	5	9.33	27.56	63.56	85.33	100.00
2002	111	6	7	7.57	31.89	73.24	94.86	100.00
2002	112	2	4	1.11	2.22	22.22	61.11	100.00
2002	113	4	6	15.44	29.82	57.89	91.58	100.00
2002	114	3	10	0.61	11.02	41.02	70.61	100.00
2002	115	6	20	8.30	26.10	62.70	95.70	100.00
2002	116	4	21	11.59	41.74	72.66	93.43	100.00
2003	117	5	21	13.11	39.32	92.72	99.51	100.00
2003	118	4	4	1.82	41.82	80.00	98.18	100.00
2003	119	5	10	63.11	73.79	75.73	97.09	100.00
2003	120	3	9	34.77	63.86	81.59	92.50	100.00
2003	121	2	3	23.23	46.45	66.45	83.23	100.00
2003	122	5	6	10.00	41.67	63.33	93.33	100.00
2003	123	5	9	1.18	25.88	69.41	96.47	100.00
2003	124	2	4	38.97	77.95	97.95	98.97	100.00
2003	125	4	8	6.83	17.32	49.02	90.24	100.00
2003	126	2	3	36.00	72.00	92.00	96.00	100.00
2003	127	4	7	4.38	26.85	64.11	98.90	100.00
2003	128	2	4	22.73	45.45	65.45	82.73	100.00
2003	129	6	18	7.95	54.77	91.93	98.98	100.00
2003	130	6	15	12.52	60.68	86.80	96.87	100.00
2003	131	3	3	1.88	21.88	78.13	98.13	100.00
2004	132	5	7	20.29	50.72	59.42	98.55	100.00
2004	133	4	8	1.98	49.14	87.65	99.01	100.00
2004	134	3	6	0.97	13.55	49.35	76.77	100.00
2004	135	3	4	1.58	21.05	76.32	96.84	100.00
2004	136	3	5	19.62	45.77	85.00	98.85	100.00
2004	137	2	5	0.83	1.67	21.67	60.83	100.00
2004	138	3	3	14.00	37.33	79.33	96.00	100.00
2004	139	3	4	1.50	14.00	48.50	76.00	100.00
2004	140	5	5	18.87	41.51	71.70	92.45	100.00
2004	141	2	7	13.33	26.67	46.67	73.33	100.00
2004	142	2	2	29.09	58.18	78.18	89.09	100.00
2004	143	3	3	8.00	15.33	21.33	54.00	100.00
2005	144	2	2	36.36	72.73	92.73	96.36	100.00
2005	145	2	2	32.00	64.00	84.00	92.00	100.00
2005	146	4	8	7.27	9.09	10.13	29.35	100.00
2005	147	2	2	26.67	53.33	73.33	86.67	100.00
2005	148	6	7	7.88	12.73	54.55	78.79	100.00
2005	149	2	3	38.46	76.92	96.92	98.46	100.00
2005	150	3	7	14.12	36.76	76.47	93.82	100.00
2005	151	2	3	11.20	22.40	42.40	71.20	100.00
2005	152	2	2	27.27	54.55	74.55	87.27	100.00
2005	153	2	3	18.75	37.50	57.50	78.75	100.00
2006	154	5	6	21.31	22.95	72.13	96.72	100.00
2006	155	5	9	11.83	17.20	48.39	72.04	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

2006	156	3	3	54.00	91.33	95.33	98.00	100.00
2006	157	5	8	42.68	74.39	95.12	98.78	100.00
2006	158	2	2	20.95	41.90	61.90	80.95	100.00
2006	159	3	9	33.03	61.12	79.33	91.24	100.00
2006	160	2	6	39.27	78.55	98.55	99.27	100.00
2006	161	5	10	23.53	60.78	92.16	98.04	100.00
2006	162	2	2	32.00	64.00	84.00	92.00	100.00
2006	163	6	9	21.16	53.26	78.37	96.51	100.00
2006	164	4	10	51.96	82.89	95.67	97.53	100.00
2006	165	2	4	35.68	71.35	91.35	95.68	100.00
2006	166	3	7	5.83	21.67	57.50	81.67	100.00
2006	167	5	16	14.47	54.72	94.97	99.37	100.00
2006	168	2	6	22.46	44.91	64.91	82.46	100.00
2006	169	4	6	5.71	54.29	89.29	95.71	100.00
2006	170	4	13	68.84	93.95	99.22	99.38	100.00
2007	171	3	8	34.18	63.54	83.29	93.92	100.00
2007	172	6	12	18.81	31.02	66.10	94.24	100.00
2007	173	5	5	7.84	76.47	82.35	94.12	100.00
2007	174	2	2	22.86	45.71	65.71	82.86	100.00
2007	175	2	3	38.46	76.92	96.92	98.46	100.00
2007	176	2	3	19.31	38.62	58.62	79.31	100.00
2007	177	3	5	39.23	71.92	91.54	98.85	100.00
2007	178	2	11	14.72	29.43	49.43	74.72	100.00
2007	179	2	15	28.34	56.69	76.69	88.34	100.00
2007	180	5	7	8.33	36.11	81.94	98.61	100.00
2007	181	2	6	33.55	67.10	87.10	93.55	100.00
2007	182	4	10	4.80	57.60	94.80	99.20	100.00
2007	183	6	9	5.59	47.74	98.06	98.92	100.00
2007	184	6	8	14.46	26.02	68.67	94.22	100.00
2007	185	2	2	33.33	66.67	86.67	93.33	100.00
2008	186	6	8	16.39	70.36	79.76	93.73	100.00
2008	187	5	13	2.40	24.80	63.20	99.20	100.00
2008	188	2	2	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00
2008	189	2	2	38.26	76.52	96.52	98.26	100.00
2008	190	5	10	12.50	66.67	90.63	92.71	100.00
2008	191	2	13	26.56	53.13	73.13	86.56	100.00

ESTACIÓN E216 7 - 12 HORAS

N° TORMENTAS 7-12 HORAS		DURACIÓN						
		7	8	8	9	10	11	12
PRECIPITACIÓN	7	1	0	0	0	0	0	0
	8	4	0	0	0	0	0	0
	9	3	1	1	3	0	0	0
	10	0	1	1	2	0	0	0
	11	2	0	0	3	0	1	0
	12	1	1	1	1	2	3	0
	13	1	0	0	0	0	1	2
	14	1	0	0	2	0	1	1
	15	0	0	0	1	5	0	2
	16	1	0	0	0	1	0	0
	17	0	0	0	3	0	0	0
	18	0	2	2	0	2	1	1
	19	0	1	1	0	0	0	0
	22	0	1	1	1	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	1
	24	0	1	1	0	0	1	0
	25	0	1	1	1	0	0	0
28	0	1	1	0	0	0	0	

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1991	1	11	24	8.65	30.20	71.10	87.27	100.00
1991	2	11	13	8.00	27.04	33.28	65.28	100.00
1991	3	10	18	17.14	45.14	58.86	63.43	100.00
1993	4	9	10	51.92	73.46	85.58	88.27	100.00
1993	5	7	9	10.33	28.57	58.46	89.45	100.00
1993	6	7	14	0.69	0.69	12.08	76.25	100.00
1994	7	10	15	42.00	55.33	81.33	99.33	100.00
1995	8	9	12	16.78	68.31	85.93	99.15	100.00
1995	9	10	12	8.13	24.39	30.08	43.90	100.00
1996	10	9	25	8.35	34.14	63.94	80.64	100.00
1996	11	10	18	25.57	31.25	51.70	88.64	100.00
1996	12	9	11	8.15	38.15	60.00	73.89	100.00
1996	13	8	9	15.06	36.00	39.76	58.35	100.00
1997	14	11	12	21.36	37.63	45.93	88.98	100.00
1997	15	7	16	1.27	22.53	88.23	99.37	100.00
1997	16	8	25	7.87	25.14	54.70	89.56	100.00
1997	17	11	12	10.34	22.76	30.69	44.31	100.00
1997	18	8	18	42.44	43.44	68.33	97.44	100.00
1997	19	12	15	44.41	56.97	72.00	79.31	100.00
1998	20	8	18	42.46	84.13	91.28	99.44	100.00
1998	21	8	19	50.00	82.58	82.99	90.82	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los imput en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

1999	22	7	8	49.87	77.22	83.54	91.90	100.00
1999	23	8	28	11.56	66.45	88.58	98.51	100.00
1999	24	10	15	22.88	71.90	79.08	85.62	100.00
2000	25	10	12	3.33	16.67	45.00	91.67	100.00
2000	26	11	12	42.62	56.39	89.84	99.18	100.00
2000	27	9	9	3.78	10.44	44.89	74.22	100.00
2000	28	7	9	6.45	9.89	70.97	70.97	100.00
2000	29	11	32	47.48	82.64	90.44	98.11	100.00
2000	30	9	9	13.48	24.57	42.17	84.13	100.00
2000	31	9	11	1.79	13.04	38.21	85.89	100.00
2001	32	8	10	41.35	63.46	78.08	95.19	100.00
2001	33	10	15	21.19	68.21	84.77	96.03	100.00
2001	34	9	9	4.89	19.78	40.22	79.78	100.00
2002	35	9	11	15.05	49.33	72.19	84.57	100.00
2002	36	9	15	19.35	40.52	62.60	88.96	100.00
2002	37	11	11	12.87	44.17	70.26	93.91	100.00
2002	38	9	17	17.60	20.57	50.86	89.49	100.00
2002	39	7	11	6.55	42.30	53.63	81.42	100.00
2002	40	11	18	4.55	5.91	16.14	85.80	100.00
2002	41	10	15	24.49	29.93	44.22	80.95	100.00
2003	42	7	8	4.53	32.80	79.20	89.07	100.00
2003	43	9	17	7.86	12.38	23.57	47.86	100.00
2003	44	12	18	12.95	41.25	66.14	86.82	100.00
2003	45	7	7	19.46	85.95	98.65	98.65	100.00
2003	46	10	15	48.00	90.67	98.00	98.00	100.00
2004	47	11	14	18.34	56.28	69.10	93.52	100.00
2004	48	7	9	40.67	46.07	65.62	93.48	100.00
2004	49	12	13	45.41	78.80	91.73	98.50	100.00
2004	50	7	11	4.72	30.75	67.92	93.02	100.00
2005	51	7	8	13.33	20.49	55.06	98.27	100.00
2006	52	12	13	18.46	49.23	68.31	94.46	100.00
2006	53	9	10	8.32	72.28	79.60	87.33	100.00
2006	54	12	23	20.18	68.33	79.74	92.02	100.00
2006	55	10	16	33.54	50.00	94.94	99.37	100.00
2007	56	7	8	7.01	43.64	78.18	92.99	100.00
2007	57	9	22	63.77	67.71	73.99	95.25	100.00
2007	58	8	22	57.04	73.63	85.11	99.55	100.00
2007	59	9	17	31.33	59.04	94.58	96.27	100.00
2007	60	7	13	55.54	82.62	98.00	99.23	100.00
2008	61	12	14	0.71	9.93	52.06	79.43	100.00
2008	62	9	14	18.68	77.94	91.91	92.94	100.00
2008	63	8	12	13.04	32.17	60.00	86.26	100.00
2008	64	8	24	14.05	36.20	61.98	84.13	100.00
2008	65	12	15	51.08	76.49	85.41	90.41	100.00
2008	66	9	14	0.69	4.72	9.03	21.11	100.00
2008	67	7	12	11.17	11.67	31.17	96.00	100.00

ESTACIÓN E216 13 - 24 HORAS

N° TORMENTAS 13-24 HORAS		DURACIÓN											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PRECIPITACIÓN	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	30	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	34	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
41	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1991	1	16	19	33.33	54.50	92.17	92.59	100.00
1993	2	14	24	5.56	9.29	64.07	93.78	100.00
1994	3	21	36	82.61	98.61	98.89	99.17	100.00
1994	4	24	26	44.34	67.13	77.98	86.59	100.00
1994	5	24	32	35.60	58.99	68.24	96.60	100.00
1994	6	21	31	1.02	29.62	60.19	89.43	100.00
1995	7	13	20	35.41	50.71	69.39	97.96	100.00
1996	8	13	15	15.63	51.26	83.58	94.70	100.00
1996	9	21	21	13.68	38.58	48.11	75.75	100.00
1996	10	13	17	39.31	48.57	75.77	97.71	100.00
1997	11	17	41	13.85	67.85	80.63	85.71	100.00
1997	12	13	16	36.95	39.63	61.34	84.39	100.00
1997	13	19	26	0.39	17.05	86.82	96.90	100.00
1997	14	13	33	11.66	18.55	25.32	47.61	100.00
1997	15	14	23	1.82	16.10	20.52	47.19	100.00
1997	16	13	27	1.92	2.21	3.10	82.14	100.00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

1998	22	18	30	25.43	63.51	79.54	98.34	100.00
1999	23	13	34	5.89	14.11	66.30	98.78	100.00
1999	24	13	15	26.06	54.58	78.19	99.35	100.00
2000	25	23	29	29.65	55.14	68.68	88.89	100.00
2001	26	22	46	0.48	33.87	48.51	74.04	100.00
2001	27	20	46	8.44	15.80	52.60	79.87	100.00
2002	28	15	34	26.74	36.05	64.53	96.51	100.00
2002	29	14	19	18.35	48.97	87.73	90.21	100.00
2002	30	16	19	6.88	8.89	12.49	67.83	100.00
2002	31	14	15	23.53	36.99	84.84	96.08	100.00
2003	32	13	24	62.29	87.29	87.97	89.83	100.00
2003	33	22	32	59.62	77.15	89.94	99.68	100.00
2004	34	13	14	51.39	56.25	56.81	99.31	100.00
2005	35	23	27	2.88	26.64	58.89	90.26	100.00
2006	36	18	30	51.45	82.37	89.28	96.71	100.00
2007	37	22	25	33.87	65.08	75.97	95.16	100.00
2007	38	14	23	28.42	68.86	72.02	72.81	100.00
2008	39	14	15	2.90	8.97	81.10	99.31	100.00
2008	40	17	21	0.95	6.38	9.43	81.43	100.00

ESTACIÓN E216 25 - 48 HORAS

N° TORMENTAS 25-48 HORAS		DURACIÓN						
		26	27	28	29	30	34	39
PRECIPITACIÓN	30	1	0	0	0	0	0	0
	31	0	0	0	1	0	0	0
	32	0	0	1	0	0	0	0
	39	0	1	0	0	0	1	1
	41	0	0	0	0	0	1	0
	47	0	0	0	0	1	0	0
	54	0	0	0	0	0	0	1

Año	Num	Dur,(h)	P,T(mm)	I	II	III	IV	V
1996	1	39	54	12.84	46.46	67.16	90.83	100.00
1997	2	30	47	51.72	74.89	88.63	98.28	100.00
1997	3	34	39	37.85	64.30	92.12	99.74	100.00
1998	4	26	30	4.35	21.27	62.21	84.75	100.00
1998	5	39	39	22.84	36.35	63.81	87.97	100.00
1999	6	29	31	32.92	50.00	50.32	86.10	100.00
2001	7	34	41	23.91	51.59	83.37	86.65	100.00
2003	8	28	32	62.64	82.58	98.93	99.37	100.00
2006	9	27	39	11.43	22.76	31.43	72.45	100.00

APÉNDICE 3. ESTUDIO ESTADÍSTICO

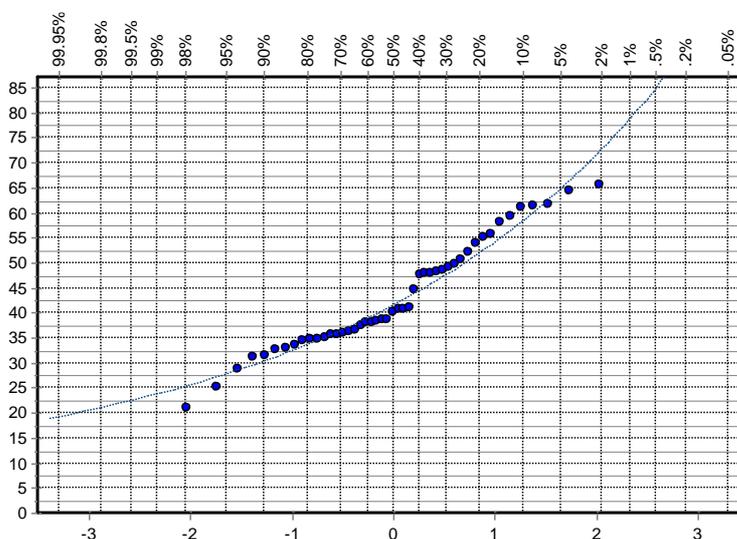
ARCHIDONA

DISTRIBUCIÓN NORMAL						
MEDIA	43.172	T (AÑOS)	P=1/T	F(x)=1-1/T	z	P (mm)
VARIANZA	117.762	10	0.100	0.900	1.282	57.230
DESV TIPICA	10.852	50	0.020	0.980	2.054	65.700
CV	0.251	100	0.010	0.990	2.326	68.690
CS	0.380	500	0.002	0.998	2.878	74.743

DISTRIBUCIÓN GUMBELL				
MEDIA	0.547 <th>T (AÑOS)</th> <th>F(x)=1-1/T</th> <th>P(mm)</th>	T (AÑOS)	F(x)=1-1/T	P(mm)
DESV TIP	1.168	10	0.900	57.488
α	9.291	50	0.980	69.619
μ	38.088	100	0.990	73.593
		500	0.998	85.397

DISTRIBUCIÓN LOGPEARSON III						
MEDIA	1.621 <th>T (AÑOS)</th> <th>Z</th> <th>kt</th> <th>log P</th> <th>P (mm)</th>	T (AÑOS)	Z	kt	log P	P (mm)
DESV TIP	0.112	10	1.282	1.264	1.763	58.178
CS	-0.172	50	2.054	1.964	1.841	70.725
K	-0.029	100	2.326	2.203	1.868	75.568
		500	2.878	2.676	1.921	85.813

DISTRIBUCIÓN SQRT-ETMAX				
K	6987.955 <th>T (AÑOS)</th> <th>F(x)=1-1/T</th> <th>P (mm)</th>	T (AÑOS)	F(x)=1-1/T	P (mm)
I	0.044	10	0.900	54.178
α	3.581	50	0.980	67.939
		100	0.990	74.659
		500	0.998	84.917



ANTEQUERA EL ROSAL

DISTRIBUCIÓN NORMAL

MEDIA	42.494	T (AÑOS)	P=1/T	F(x)=1-1/T	z	P (mm)
VARIANZA	192.251	10	0.100	0.900	1.282	60.264
DESV TIPICA	13.865	50	0.020	0.980	2.054	70.970
CV	0.326	100	0.010	0.990	2.326	74.750
CS	0.615	500	0.002	0.998	2.878	82.401

DISTRIBUCIÓN GUMBELL

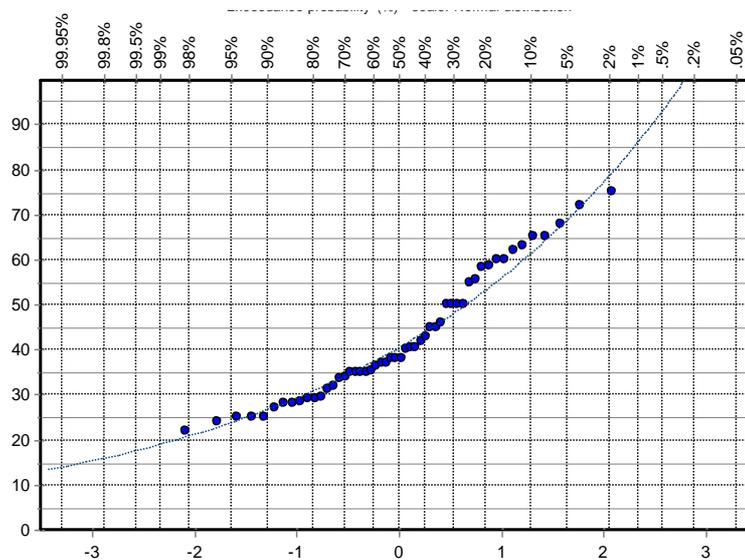
MEDIA	0.549	T (AÑOS)	F(x)=1-1/T	P(mm)
DESV TIP	1.175	10	0.900	57.488
α	11.799	50	0.980	69.619
μ	36.013	100	0.990	73.593
		500	0.998	85.397

DISTRIBUCIÓN LOGPEARSON III

MEDIA	1.606	T (AÑOS)	Z	kt	log P	P (mm)
DESV TIP	0.141	10	1.282	1.297	1.788	61.117
CS	0.143	50	2.054	2.132	1.906	78.490
K	0.024	100	2.326	2.434	1.948	85.738
		500	2.878	3.057	2.036	102.522

DISTRIBUCIÓN SQRT-ETMAX

K	562.141	T (AÑOS)	F(x)=1-1/T	P (mm)
I	0.315	10	0.900	58.803
α	2.086	50	0.980	79.533
		100	0.990	85.630
		500	0.998	102.560



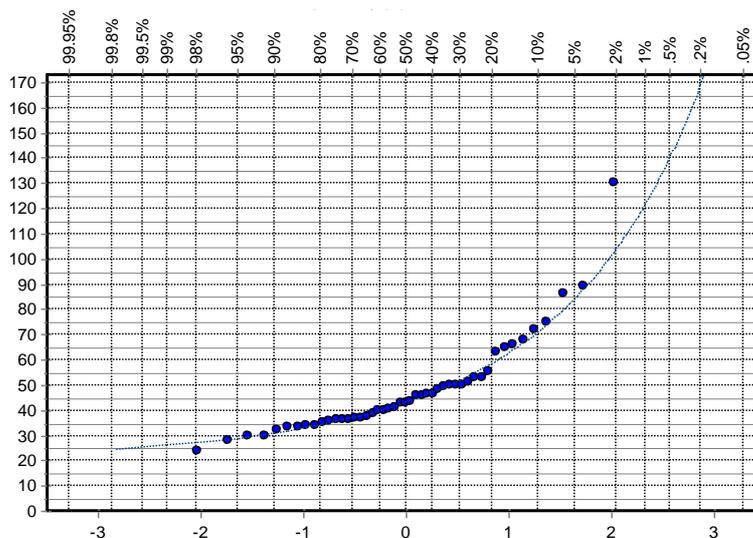
CAMPILLOS

DISTRIBUCIÓN NORMAL						
MEDIA	52.564	T (AÑOS)	P=1/T	F(x)=1-1/T	z	P (mm)
VARIANZA	1111.442	10	0.100	0.900	1.282	65.289
DESV TIPICA	33.338	50	0.020	0.980	2.054	101.032
CV	0.634	100	0.010	0.990	2.326	120.120
CS	3.245	500	0.002	0.998	2.878	148.517

DISTRIBUCIÓN GUMBELL				
MEDIA	0.547 <th>T (AÑOS)</th> <th>F(x)=1-1/T</th> <th>P(mm)</th>	T (AÑOS)	F(x)=1-1/T	P(mm)
DESV TIP	1.168	10	0.900	68.174
α	28.542	50	0.980	98.314
μ	36.944	100	0.990	118.242
		500	0.998	164.293

DISTRIBUCIÓN LOGPEARSON III						
MEDIA	1.671 <th>T (AÑOS)</th> <th>Z</th> <th>kt</th> <th>log P</th> <th>P (mm)</th>	T (AÑOS)	Z	kt	log P	P (mm)
DESV TIP	0.187	10	1.282	1.458	1.944	69.3906
CS	1.585	50	2.054	3.020	2.236	105.385
K	0.264	100	2.326	3.678	2.359	124.021
		500	2.878	5.200	2.644	176.836

DISTRIBUCIÓN SQRT-ETMAX				
K	562.141 <th>T (AÑOS)</th> <th>F(x)=1-1/T</th> <th>P (mm)</th>	T (AÑOS)	F(x)=1-1/T	P (mm)
l	0.315	10	0.900	68.596
α	2.086	50	0.980	106.227
		100	0.990	121.730
		500	0.998	175.475



APÉNDICE 4. HIDROGRAMAS DEL MÉTODO DE LOS BLOQUES ALTERNOS

SUBCUENCA 1	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.971	SUBCUENCA 2	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.938	SUBCUENCA 3	t (h)		0	0.1	0.2	0.3	0.371
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.48	3.70	12.74	5.18	2.95	2.03		T 10	Vol (mm)	0.00	3.28	10.15	4.47	2.04		T 10	Vol (mm)	0.00	2.03	5.57	2.68	1.22
	T 50		0.00	3.10	4.64	15.97	6.49	3.70	2.54		T 50		0.00	4.87	15.06	6.63	3.03		T 50		0.00	2.61	7.15	3.45	1.57
	T 100		0.00	3.35	5.02	17.27	7.02	4.00	2.75		T 100		0.00	5.67	17.56	7.72	3.53		T 100		0.00	2.85	7.81	3.76	1.72
	T 500		0.00	3.92	5.87	20.19	8.21	4.67	3.21		T 500		0.00	7.93	24.54	10.80	4.94		T 500		0.00	3.41	9.34	4.50	2.05
SUBCUENCA 4	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.919	SUBCUENCA 5	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.864	SUBCUENCA 6	t (h)		0	0.25	0.5	0.743			
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.94	9.11	4.01	1.66		T 10	Vol (mm)	0.00	2.84	8.79	3.86	1.10		T 10	Vol (mm)	0.00	3.03	9.60	4.22			
	T 50		0.00	3.78	11.70	5.15	2.13		T 50		0.00	3.45	10.68	4.70	1.34		T 50		0.00	4.19	13.28	5.84			
	T 100		0.00	4.13	12.78	5.62	2.32		T 100		0.00	3.69	11.41	5.02	1.43		T 100		0.00	4.74	15.04	6.61			
	T 500		0.00	4.94	15.28	6.72	2.78		T 500		0.00	4.19	12.96	5.70	1.63		T 500		0.00	6.20	19.66	8.65			
SUBCUENCA 7	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.844	SUBCUENCA 8	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.778	SUBCUENCA 9	t (h)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.444	
	T 10	Vol (mm)	0.00	3.79	13.03	5.29	2.13		T 10	Vol (mm)	0.00	3.63	12.49	5.07	1.68		T 10	Vol (mm)	0.00	0.67	2.03	5.55	2.68	1.68	
	T 50		0.00	4.75	16.34	6.64	2.68		T 50		0.00	4.41	15.18	6.17	2.04		T 50		0.00	0.86	2.60	7.13	3.44	2.16	
	T 100		0.00	5.14	17.68	7.18	2.90		T 100		0.00	4.71	16.22	6.59	2.18		T 100		0.00	0.94	2.84	7.79	3.75	2.36	
	T 500		0.00	6.01	20.69	8.41	3.39		T 500		0.00	5.35	18.42	7.48	2.47		T 500		0.00	1.12	3.40	9.32	4.49	2.82	
SUBCUENCA 10	t (h)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.444	SUBCUENCA 11	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.951	SUBCUENCA 12	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.944	
	T 10	Vol (mm)	0.00	0.67	2.03	5.55	2.68	1.68		T 10	Vol (mm)	0.00	2.89	8.96	3.94	1.92		T 10	Vol (mm)	0.00	2.98	9.21	4.05	1.91	
	T 50		0.00	0.86	2.60	7.13	3.44	2.16		T 50		0.00	3.72	11.50	5.06	2.47		T 50		0.00	3.82	11.83	5.20	2.46	
	T 100		0.00	0.94	2.84	7.79	3.75	2.36		T 100		0.00	4.06	12.57	5.53	2.69		T 100		0.00	4.18	12.92	5.69	2.68	
	T 500		0.00	1.12	3.40	9.32	4.49	2.82		T 500		0.00	4.86	15.03	6.61	3.22		T 500		0.00	4.99	15.45	6.80	3.21	
SUBCUENCA 13	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.407	SUBCUENCA 14	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.925	SUBCUENCA 15	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.268
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.32	4.20	14.45	5.87	3.34		T 10	Vol (mm)	0.00	3.38	10.46	4.60	1.97		T 10	Vol (mm)	0.00	1.39	3.73	12.84	5.22	2.97
	T 50		0.00	3.38	6.13	21.08	8.57	4.88		T 50		0.00	5.13	15.89	6.99	2.99		T 50		0.00	1.73	4.65	15.99	6.50	3.70
	T 100		0.00	3.91	7.10	24.41	9.92	5.65		T 100		0.00	6.04	18.70	8.23	3.52		T 100		0.00	1.87	5.02	17.26	7.01	4.00
	T 500		0.00	5.39	9.77	33.62	13.66	7.78		T 500		0.00	8.61	26.66	11.73	5.01		T 500		0.00	2.17	5.84	20.08	8.16	4.65

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 17	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.562	SUBCUENCA 18	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.835	SUBCUENCA 20	t (h)		0	1	2	3	4	4.219
	T 10	Vol (mm)	0.00	0.42	2.11	3.06	9.46	4.16	2.48	1.85		T 10	Vol (mm)	0.00	3.72	12.79	5.20	2.04		T 10	Vol (mm)	0.00	0.80	5.34	20.72	7.69	4.17
	T 50	Vol (mm)	0.00	0.55	2.71	3.92	12.15	5.34	3.18	2.37		T 50	Vol (mm)	0.00	4.64	15.96	6.49	2.55		T 50	Vol (mm)	0.00	1.22	8.11	31.47	11.68	6.33
	T 100	Vol (mm)	0.00	0.60	2.96	4.29	13.27	5.84	3.48	2.59		T 100	Vol (mm)	0.00	5.01	17.24	7.00	2.75		T 100	Vol (mm)	0.00	1.44	9.55	37.04	13.75	7.45
	T 500	Vol (mm)	0.00	0.71	3.54	5.13	15.87	6.98	4.16	3.10		T 500	Vol (mm)	0.00	5.84	20.08	8.16	3.21		T 500	Vol (mm)	0.00	2.05	13.61	52.81	19.61	10.62

SUBCUENCA 21	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.86	SUBCUENCA 24	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.475	SUBCUENCA 25	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.845
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.51	3.76	12.93	5.26	2.99	1.59		T 10	Vol (mm)	0.00	2.34	3.67	12.64	5.14	2.93		T 10	Vol (mm)	0.00	2.80	4.19	14.42	5.86	3.34	1.71
	T 50	Vol (mm)	0.00	3.23	4.83	16.61	6.75	3.84	2.04		T 50	Vol (mm)	0.00	2.92	4.58	15.77	6.41	3.65		T 50	Vol (mm)	0.00	4.26	6.37	21.91	8.90	5.07	2.59
	T 100	Vol (mm)	0.00	3.52	5.27	18.14	7.37	4.20	2.23		T 100	Vol (mm)	0.00	3.15	4.95	17.04	6.92	3.94		T 100	Vol (mm)	0.00	5.01	7.49	25.78	10.48	5.97	3.05
	T 500	Vol (mm)	0.00	4.21	6.31	21.69	8.82	5.02	2.67		T 500	Vol (mm)	0.00	3.68	5.77	19.85	8.07	4.60		T 500	Vol (mm)	0.00	7.14	10.68	36.76	14.94	8.51	4.35

SUBCUENCA 27	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.834	SUBCUENCA 28	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.051	SUBCUENCA 29	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.771
	T 10	Vol (mm)	0.00	3.32	10.29	4.53	0.96		T 10	Vol (mm)	0.00	0.29	3.95	13.60	5.52	3.15		T 10	Vol (mm)	0.00	4.35	14.96	6.08	1.96
	T 50	Vol (mm)	0.00	4.84	14.98	6.59	1.39		T 50	Vol (mm)	0.00	0.38	5.17	17.78	7.22	4.11		T 50	Vol (mm)	0.00	6.60	22.72	9.23	2.98
	T 100	Vol (mm)	0.00	5.60	17.33	7.62	1.61		T 100	Vol (mm)	0.00	0.42	5.69	19.59	7.96	4.53		T 100	Vol (mm)	0.00	7.77	26.74	10.87	3.51
	T 500	Vol (mm)	0.00	7.70	23.82	10.48	2.22		T 500	Vol (mm)	0.00	0.51	6.97	23.98	9.75	5.55		T 500	Vol (mm)	0.00	11.08	38.12	15.49	5.00

SUBCUENCA 30	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.381	SUBCUENCA 31	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.676
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.38	3.45	10.67	4.70	2.80	1.13		T 10	Vol (mm)	0.00	1.16	2.07	3.00	9.28	4.08	2.43	1.81
	T 50	Vol (mm)	0.00	2.57	3.73	11.53	5.07	3.02	1.22		T 50	Vol (mm)	0.00	1.52	2.70	3.91	12.11	5.33	3.17	2.37
	T 100	Vol (mm)	0.00	2.81	4.07	12.60	5.54	3.30	1.33		T 100	Vol (mm)	0.00	1.67	2.97	4.31	13.33	5.86	3.49	2.61
	T 500	Vol (mm)	0.00	3.36	4.87	15.07	6.63	3.95	1.59		T 500	Vol (mm)	0.00	2.04	3.63	5.26	16.27	7.16	4.26	3.18

SUBCUENCA 32	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.968	SUBCUENCA 33	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.835	SUBCUENCA 34	t (h)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.476
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.41	3.60	12.40	5.04	2.87	1.96		T 10	Vol (mm)	0.00	3.02	9.36	4.12	0.88		T 10	Vol (mm)	0.00	1.08	1.94	5.33	2.57	1.61
	T 50	Vol (mm)	0.00	2.93	4.38	15.07	6.13	3.49	2.38		T 50	Vol (mm)	0.00	3.88	12.02	5.29	1.13		T 50	Vol (mm)	0.00	1.31	2.36	6.47	3.12	1.96
	T 100	Vol (mm)	0.00	3.13	4.68	16.11	6.55	3.73	2.55		T 100	Vol (mm)	0.00	4.24	13.13	5.78	1.23		T 100	Vol (mm)	0.00	1.40	2.53	6.92	3.33	2.09
	T 500	Vol (mm)	0.00	3.55	5.32	18.29	7.43	4.23	2.89		T 500	Vol (mm)	0.00	5.07	15.70	6.91	1.48		T 500	Vol (mm)	0.00	1.59	2.87	7.85	3.79	2.38

APÉNDICE 4. Hidrogramas del Método de los Bloques Alternos

SUBCUENCA 35	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.664	SUBCUENCA 36	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.862	SUBCUENCA 37	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.368
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.53	3.79	13.03	5.29	3.02	0.75		T 10	Vol (mm)	0.00	2.88	8.91	3.92	1.10		T 10	Vol (mm)	0.00	2.01	2.92	9.02	3.97	2.36	0.86
	T 50		0.00	3.25	4.86	16.73	6.80	3.87	0.96		T 50		0.00	3.50	10.84	4.77	1.34		T 50		0.00	2.55	3.69	11.43	5.03	3.00	1.09
	T 100		0.00	3.55	5.31	18.27	7.43	4.23	1.05		T 100		0.00	3.74	11.58	5.09	1.43		T 100		0.00	2.77	4.01	12.42	5.46	3.25	1.18
	T 500		0.00	4.24	6.35	21.85	8.88	5.06	1.26		T 500		0.00	4.25	13.15	5.78	1.62		T 500		0.00	3.27	4.74	14.67	6.45	3.84	1.39
SUBCUENCA 39	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.065	SUBCUENCA 40	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.214	SUBCUENCA 41	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.279
	T 10	Vol (mm)	0.00	0.53	2.84	8.80	3.87	2.31		T 10	Vol (mm)	0.00	1.68	2.82	8.72	3.84	2.28		T 10	Vol (mm)	0.00	2.20	3.19	9.86	4.34	2.58	0.24
	T 50		0.00	0.65	3.46	10.70	4.71	2.80		T 50		0.00	2.05	3.44	10.65	4.69	2.79		T 50		0.00	3.14	4.55	14.08	6.20	3.69	0.34
	T 100		0.00	0.69	3.69	11.43	5.03	3.00		T 100		0.00	2.19	3.68	11.40	5.02	2.99		T 100		0.00	3.61	5.22	16.16	7.11	4.24	0.39
	T 500		0.00	0.79	4.19	12.98	5.71	3.40		T 500		0.00	2.50	4.20	13.01	5.72	3.41		T 500		0.00	4.87	7.05	21.82	9.60	5.72	0.52
SUBCUENCA 45	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.182	SUBCUENCA 48	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.247	SUBCUENCA 49	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.940		
	T 10	Vol (mm)	0.00	1.53	2.99	9.25	4.07	2.43		T 10	Vol (mm)	0.00	1.92	2.81	8.69	3.82	2.28		T 10	Vol (mm)	0.00	3.67	12.62	5.13	2.60		
	T 50		0.00	1.97	3.84	11.89	5.23	3.11		T 50		0.00	2.33	3.41	10.56	4.65	2.77		T 50		0.00	4.46	15.34	6.23	3.16		
	T 100		0.00	2.15	4.19	12.98	5.71	3.40		T 100		0.00	2.49	3.65	11.28	4.96	2.96		T 100		0.00	4.76	16.39	6.66	3.37		
	T 500		0.00	2.57	5.02	15.52	6.83	4.07		T 500		0.00	2.83	4.14	12.81	5.64	3.36		T 500		0.00	5.41	18.61	7.56	3.83		
SUBCUENCA 53	t (h)		0	0.1	0.2	0.285	SUBCUENCA 54	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.561	SUBCUENCA 56	t (h)		0	1	2	3	4	4.738	
	T 10	Vol (mm)	0.00	1.93	6.10	2.94		T 10	Vol (mm)	0.00	0.41	2.08	3.01	9.32	4.10	2.44	1.82		T 10	Vol (mm)	0.00	2.23	4.59	17.80	6.61	3.58	
	T 50		0.00	2.47	7.83	3.78		T 50		0.00	0.53	2.67	3.87	11.97	5.27	3.14	2.34		T 50		0.00	2.71	5.58	21.63	8.03	4.35	
	T 100		0.00	2.70	8.56	4.12		T 100		0.00	0.58	2.92	4.23	13.08	5.75	3.43	2.56		T 100		0.00	2.89	5.96	23.11	8.58	4.65	
	T 500		0.00	3.23	10.23	4.93		T 500		0.00	0.70	3.49	5.05	15.64	6.88	4.10	3.06		T 500		0.00	3.28	6.77	26.25	9.75	5.28	
SUBCUENCA 58	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.632	SUBCUENCA 59	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.168	SUBCUENCA 63	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.687			
	T 10	Vol (mm)	0.00	3.65	12.56	5.10	0.82		T 10	Vol (mm)	0.00	0.95	4.01	13.78	5.60	3.19		T 10	Vol (mm)	0.00	3.87	13.31	5.41	1.22			
	T 50		0.00	4.44	15.27	6.20	1.00		T 50		0.00	1.21	5.14	17.70	7.19	4.10		T 50		0.00	4.97	17.10	6.95	1.57			
	T 100		0.00	4.74	16.31	6.63	1.07		T 100		0.00	1.33	5.62	19.33	7.86	4.47		T 100		0.00	5.43	18.68	7.59	1.72			
	T 500		0.00	5.38	18.53	7.53	1.21		T 500		0.00	1.59	6.72	23.12	9.39	5.35		T 500		0.00	6.49	22.33	9.08	2.05			

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 64	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.882	SUBCUENCA 65	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.282	SUBCUENCA 66	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.863
	T 10	Vol (mm)	0.00	2.86	8.85	3.89	1.27		T 10	Vol (mm)	0.00	1.70	4.36	14.99	6.09	3.47		T 10	Vol (mm)	0.00	2.90	8.98	3.95	1.12
T 50	Vol (mm)	0.00	3.47	10.75	4.73	1.55	T 50	Vol (mm)	0.00	2.58	6.62	22.77	9.25	5.27	T 50	Vol (mm)	0.00	3.53	10.91	4.80	1.36			
T 100	Vol (mm)	0.00	3.71	11.49	5.06	1.65	T 100	Vol (mm)	0.00	3.03	7.79	26.79	10.89	6.20	T 100	Vol (mm)	0.00	3.77	11.66	5.13	1.45			
T 500	Vol (mm)	0.00	4.22	13.05	5.74	1.88	T 500	Vol (mm)	0.00	4.32	11.10	38.20	15.52	8.84	T 500	Vol (mm)	0.00	4.28	13.24	5.83	1.65			

SUBCUENCA 68	t (h)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.693	SUBCUENCA 75	t (h)		0	0.5	1	1.5	1.953	SUBCUENCA 66	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	0.951
	T 10	Vol (mm)	0.00	1.30	1.73	2.42	6.63	3.19	2.00	1.54		T 10	Vol (mm)	0.00	3.86	13.28	5.40	2.81		T 10	Vol (mm)	0.00	2.80	8.68	3.82	1.86
T 50	Vol (mm)	0.00	1.97	2.63	3.68	10.07	4.85	3.04	2.34	T 50	Vol (mm)	0.00	4.96	17.06	6.93	3.61	T 50	Vol (mm)	0.00	3.41	10.55	4.64	2.26			
T 100	Vol (mm)	0.00	2.32	3.10	4.33	11.85	5.71	3.58	2.75	T 100	Vol (mm)	0.00	5.42	18.64	7.57	3.94	T 100	Vol (mm)	0.00	3.64	11.27	4.96	2.41			
T 500	Vol (mm)	0.00	3.30	4.42	6.17	16.89	8.14	5.11	3.93	T 500	Vol (mm)	0.00	6.48	22.28	9.06	4.71	T 500	Vol (mm)	0.00	4.13	12.80	5.63	2.74			

SUBCUENCA 79	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.197	SUBCUENCA 80	t (h)		0	0.25	0.5	0.75	1	1.084	SUBCUENCA 84	t (h)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.798
	T 10	Vol (mm)	0.00	1.73	3.12	9.67	4.25	2.53		T 10	Vol (mm)	0.00	0.85	3.49	10.80	4.75	2.83		T 10	Vol (mm)	0.00	2.86	4.28	14.72	5.98	3.41	1.51
T 50	Vol (mm)	0.00	2.34	4.23	13.09	5.76	3.43	T 50	Vol (mm)	0.00	1.28	5.27	16.30	7.17	4.27	T 50	Vol (mm)	0.00	4.31	6.45	22.19	9.02	5.14	2.28			
T 100	Vol (mm)	0.00	2.62	4.74	14.66	6.45	3.84	T 100	Vol (mm)	0.00	1.50	6.18	19.14	8.42	5.01	T 100	Vol (mm)	0.00	5.06	7.57	26.04	10.58	6.03	2.68			
T 500	Vol (mm)	0.00	3.34	6.04	18.70	8.23	4.90	T 500	Vol (mm)	0.00	2.13	8.77	27.14	11.94	7.11	T 500	Vol (mm)	0.00	7.17	10.73	36.90	15.00	8.54	3.79			

APÉNDICE 5. HIDROGRAMAS DEL ANÁLISIS DE HUFF

SUBCUENCA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TIEMPO POR INTERVALO (min)		30	10	6	10	10	10	10	20	6	15	10	10	30	10
T10	I	5.642	3.869	2.233	3.437	3.065	3.268	4.703	4.224	2.445	3.565	3.436	3.522	5.855	3.960
	II	6.881	4.719	2.723	4.191	4.301	3.986	5.736	5.927	2.982	5.003	4.191	4.295	7.141	4.829
	III	7.596	5.210	3.006	4.627	4.087	4.400	6.333	5.632	3.292	4.754	4.627	4.742	7.884	5.331
	IV	5.479	3.758	2.168	3.337	3.182	3.174	4.568	4.386	2.375	3.702	3.337	3.420	5.686	3.846
	V	3.484	2.390	1.379	2.122	1.958	2.018	2.905	2.698	1.510	2.277	2.122	2.175	3.616	2.445
T50	I	7.068	5.739	2.867	4.413	3.726	4.523	5.898	5.134	3.140	4.333	4.413	4.523	8.543	6.014
	II	8.620	6.999	3.497	5.383	5.228	5.517	7.193	7.205	3.830	6.081	5.382	5.516	10.419	7.334
	III	9.516	7.727	3.860	5.942	4.968	6.090	7.941	6.847	4.228	5.779	5.942	6.090	11.502	8.097
	IV	6.864	5.574	2.784	4.286	3.869	4.393	5.727	5.332	3.050	4.500	4.286	4.392	8.296	5.840
	V	4.365	3.544	1.770	2.725	2.380	2.793	3.642	3.280	1.939	2.769	2.725	2.793	5.276	3.714
T100	I	7.645	6.690	3.132	4.821	3.981	5.120	6.382	5.486	3.430	4.630	4.821	4.941	9.892	7.077
	II	9.324	8.160	3.819	5.880	5.586	6.244	7.783	7.699	4.183	6.498	5.879	6.026	12.064	8.631
	III	10.293	9.008	4.216	6.491	5.308	6.893	8.592	7.316	4.618	6.174	6.491	6.652	13.318	9.529
	IV	7.424	6.497	3.041	4.682	4.134	4.972	6.198	5.697	3.331	4.808	4.682	4.798	9.606	6.873
	V	4.721	4.132	1.934	2.977	2.543	3.162	3.941	3.505	2.118	2.958	2.977	3.051	6.108	4.370
T500	I	8.939	9.350	3.744	5.765	4.520	6.694	7.468	6.230	4.102	5.258	5.764	5.908	13.623	10.091
	II	10.902	11.404	4.566	7.031	6.344	8.164	9.108	8.743	5.002	7.379	7.030	7.205	16.614	12.307
	III	12.036	12.589	5.041	7.762	6.028	9.013	10.055	8.308	5.523	7.012	7.761	7.954	18.341	13.587
	IV	8.681	9.080	3.636	5.598	4.694	6.501	7.253	6.469	3.983	5.460	5.598	5.737	13.229	9.800
	V	5.520	5.774	2.312	3.560	2.888	4.134	4.612	3.980	2.533	3.359	3.560	3.648	8.412	6.232

APÉNDICE 5. Hidrogramas del Análisis de Huff

SUBCUENCA		15	17	18	20	21	22	24	25	27	28	29	30	31	32
TIEMPO POR INTERVALO (min)		20	15	20	60	30	60	30	30	10	20	20	15	20	30
T10	I	5.064	4.566	4.595	7.514	5.634	6.120	5.170	6.271	3.705	5.143	5.306	4.874	4.626	5.224
	II	6.202	5.569	5.650	9.164	6.872	7.983	6.349	7.648	4.518	6.272	6.471	5.944	5.642	7.331
	III	6.817	6.148	6.183	10.116	7.586	8.204	6.958	8.443	4.988	6.924	7.144	6.562	6.228	6.967
	IV	4.927	4.434	4.479	7.297	5.472	6.133	5.037	6.090	3.598	4.994	5.153	4.733	4.492	5.425
	V	3.130	2.820	2.843	4.640	3.479	3.840	3.198	3.873	2.288	3.176	3.276	3.010	2.857	3.338
T50	I	6.310	5.864	5.733	11.411	7.236	7.462	6.453	9.524	5.393	6.724	8.058	5.267	6.035	6.351
	II	7.728	7.151	7.050	13.917	8.825	9.733	7.924	11.616	6.578	8.200	9.827	6.423	7.360	8.912
	III	8.493	7.895	7.715	15.364	9.742	10.003	8.684	12.823	7.261	9.053	10.849	7.091	8.125	8.469
	IV	6.139	5.695	5.589	11.082	7.027	7.479	6.287	9.249	5.238	6.530	7.825	5.115	5.860	6.595
	V	3.900	3.621	3.547	7.047	4.468	4.682	3.991	5.881	3.330	4.152	4.976	3.252	3.727	4.057
T100	I	6.810	6.405	6.192	13.429	7.904	7.984	6.970	11.208	6.239	7.410	9.483	5.753	6.643	6.786
	II	8.341	7.812	7.614	16.378	9.640	10.413	8.559	13.670	7.609	9.037	11.565	7.016	8.102	9.523
	III	9.167	8.624	8.333	18.081	10.642	10.702	9.380	15.091	8.400	9.977	12.768	7.746	8.944	9.049
	IV	6.627	6.220	6.036	13.041	7.676	8.001	6.790	10.885	6.059	7.196	9.209	5.587	6.451	7.047
	V	4.210	3.955	3.831	8.293	4.881	5.009	4.311	6.922	3.853	4.576	5.856	3.553	4.102	4.335
T500	I	7.923	7.659	7.213	19.148	9.451	9.094	8.122	15.982	8.576	9.071	13.521	6.879	8.108	7.706
	II	9.703	9.341	8.870	23.352	11.527	11.861	9.974	19.491	10.459	11.063	16.490	8.390	9.888	10.814
	III	10.664	10.312	9.707	25.780	12.725	12.190	10.930	21.518	11.546	12.213	18.205	9.262	10.916	10.276
	IV	7.709	7.438	7.032	18.595	9.179	9.113	7.912	15.520	8.328	8.809	13.131	6.681	7.874	8.002
	V	4.897	4.730	4.463	11.824	5.836	5.705	5.023	9.869	5.296	5.601	8.350	4.248	5.007	4.923

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los imput en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA		33	34	35	36	37	39	40	41	45	48	49	53	54	56
TIEMPO POR INTERVALO (min)		10	6	30	10	15	10	15	15	15	15	20	5	15	60
T10	I	3.372	2.313	5.510	3.106	4.100	3.391	3.605	4.346	3.933	3.606	4.434	2.127	4.501	6.427
	II	4.112	3.246	6.720	4.359	5.005	4.759	4.930	5.301	4.797	5.051	6.222	2.595	5.489	9.019
	III	4.539	3.084	7.418	4.142	5.520	4.522	4.816	5.852	5.296	4.809	5.912	2.864	6.060	8.570
	IV	3.274	2.402	5.351	3.225	3.983	3.521	3.696	4.221	3.820	3.741	4.604	2.066	4.371	6.674
	V	2.082	1.478	3.402	1.984	2.532	2.166	2.288	2.684	2.429	2.303	2.833	1.314	2.779	4.106
T50	I	4.330	2.812	7.076	3.776	5.194	4.122	4.403	6.208	5.052	4.383	5.390	2.732	5.780	7.813
	II	5.281	3.946	8.630	5.299	6.341	5.785	6.022	7.572	6.161	6.140	7.564	3.332	7.050	10.964
	III	5.830	3.750	9.527	5.035	6.993	5.497	5.882	8.359	6.801	5.846	7.187	3.679	7.782	10.418
	IV	4.205	2.920	6.872	3.921	5.047	4.281	4.515	6.029	4.906	4.548	5.597	2.653	5.613	8.113
	V	2.674	1.796	4.370	2.412	3.208	2.633	2.795	3.834	3.119	2.799	3.443	1.687	3.569	4.991
T100	I	4.730	3.004	7.729	4.034	5.644	4.404	4.714	7.125	5.518	4.684	5.759	2.984	6.314	8.348
	II	5.768	4.216	9.427	5.661	6.890	6.181	6.447	8.689	6.730	6.560	8.082	3.640	7.700	11.715
	III	6.368	4.006	10.407	5.380	7.598	5.873	6.298	9.592	7.429	6.247	7.680	4.018	8.501	11.132
	IV	4.593	3.120	7.506	4.189	5.483	4.574	4.833	6.919	5.359	4.859	5.980	2.898	6.132	8.669
	V	2.921	1.919	4.773	2.577	3.486	2.814	2.992	4.400	3.408	2.991	3.679	1.843	3.899	5.333
T500	I	5.656	3.412	9.243	4.581	6.667	5.001	5.378	9.618	6.598	5.319	6.540	3.569	7.550	9.479
	II	6.898	4.788	11.272	6.429	8.140	7.019	7.356	11.730	8.047	7.450	9.178	4.352	9.208	13.303
	III	7.615	4.550	12.444	6.109	8.976	6.670	7.186	12.950	8.884	7.093	8.721	4.805	10.165	12.641
	IV	5.493	3.543	8.976	4.757	6.478	5.194	5.515	9.340	6.408	5.518	6.791	3.466	7.332	9.844
	V	3.493	2.180	5.708	2.927	4.118	3.195	3.414	5.939	4.075	3.396	4.178	2.204	4.662	6.056

APÉNDICE 5. Hidrogramas del Análisis de Huff

SUBCUENCA		58	59	63	64	65	66	68	75	76	79	80	84
TIEMPO	POR	20	20	20	10	30	10	10	20	10	15	10	30
T10	I	4.089	5.339	4.621	3.116	5.938	3.131	3.651	4.919	3.168	4.134	4.407	6.357
	II	5.738	6.512	5.635	4.373	7.242	4.391	4.453	5.999	4.445	5.042	5.375	7.753
	III	5.453	7.189	6.221	4.155	7.995	4.175	4.916	6.622	4.224	5.566	5.934	8.559
	IV	4.246	5.185	4.487	3.236	5.766	3.250	3.546	4.777	3.290	4.015	4.280	6.174
	V	2.612	3.297	2.853	1.991	3.667	2.000	2.255	3.037	2.024	2.553	2.722	3.926
T50	I	4.971	6.857	5.934	3.788	9.018	3.806	5.545	6.317	3.851	5.594	6.652	9.583
	II	6.976	8.363	7.237	5.316	10.998	5.338	6.763	7.704	5.404	6.823	8.112	11.687
	III	6.628	9.232	7.990	5.051	12.142	5.075	7.466	8.505	5.135	7.532	8.956	12.902
	IV	5.162	6.659	5.763	3.934	8.758	3.951	5.385	6.135	3.999	5.433	6.460	9.306
	V	3.176	4.234	3.665	2.420	5.569	2.431	3.424	3.901	2.460	3.455	4.108	5.918
T100	I	5.311	7.490	6.482	4.047	10.613	4.066	6.526	6.900	4.115	6.267	7.809	11.244
	II	7.453	9.135	7.906	5.680	12.943	5.704	7.958	8.415	5.774	7.643	9.523	13.713
	III	7.082	10.085	8.727	5.397	14.289	5.423	8.786	9.290	5.487	8.438	10.513	15.139
	IV	5.515	7.274	6.295	4.203	10.306	4.222	6.337	6.701	4.273	6.086	7.583	10.920
	V	3.393	4.625	4.003	2.586	6.554	2.598	4.030	4.261	2.629	3.870	4.822	6.944
T500	I	6.031	8.957	7.751	4.596	15.132	4.618	9.304	8.251	4.672	7.994	11.076	15.934
	II	8.464	10.923	9.453	6.450	18.455	6.477	11.348	10.063	6.557	9.749	13.509	19.432
	III	8.043	12.059	10.436	6.129	20.374	6.158	12.527	11.109	6.231	10.763	14.913	21.453
	IV	6.263	8.698	7.527	4.773	14.695	4.794	9.036	8.013	4.852	7.763	10.757	15.474
	V	3.853	5.531	4.786	2.936	9.344	2.950	5.746	5.095	2.985	4.936	6.840	9.839

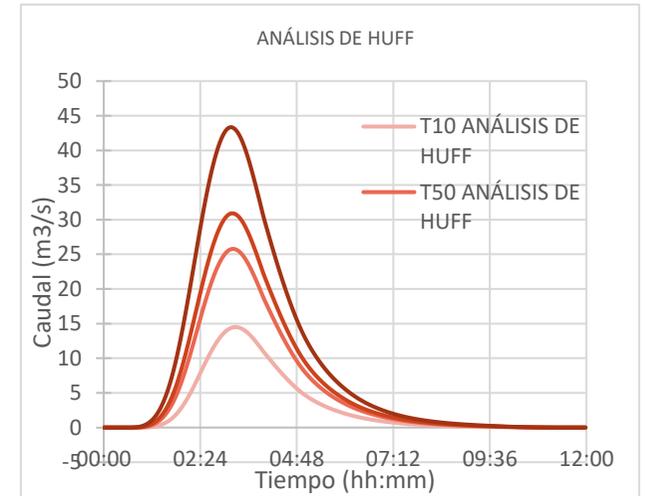
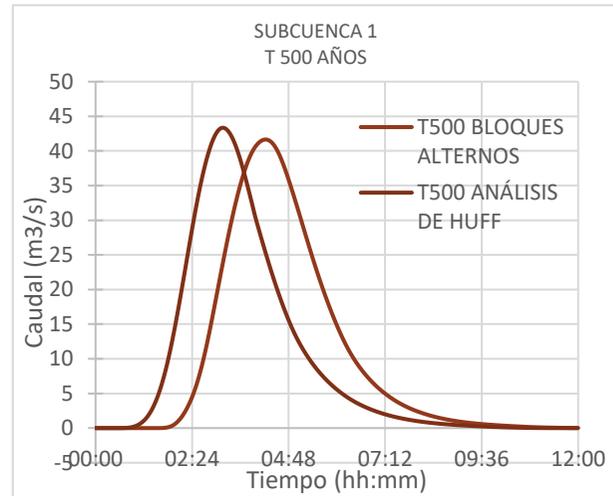
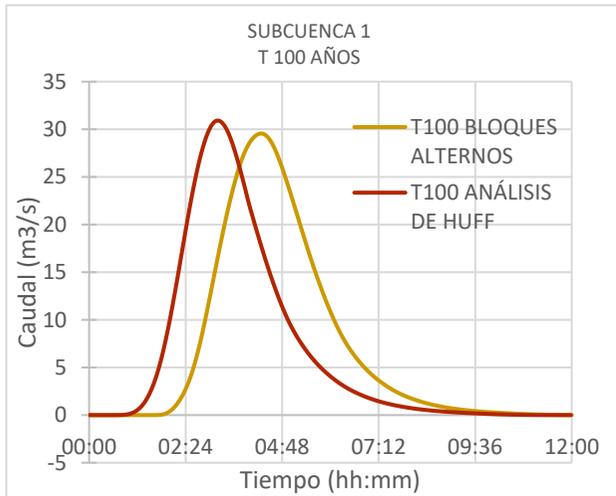
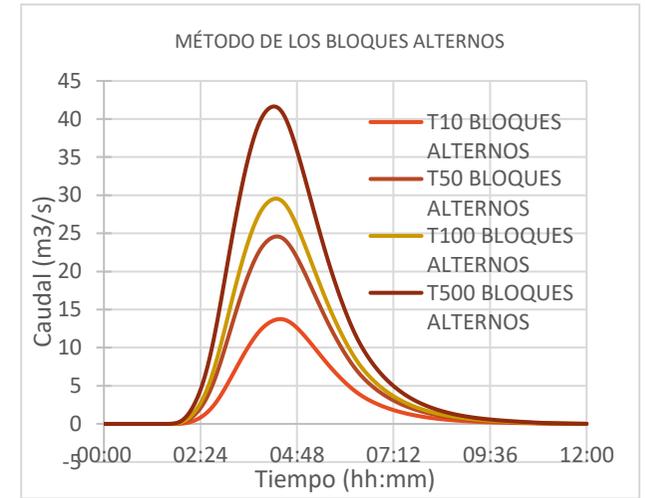
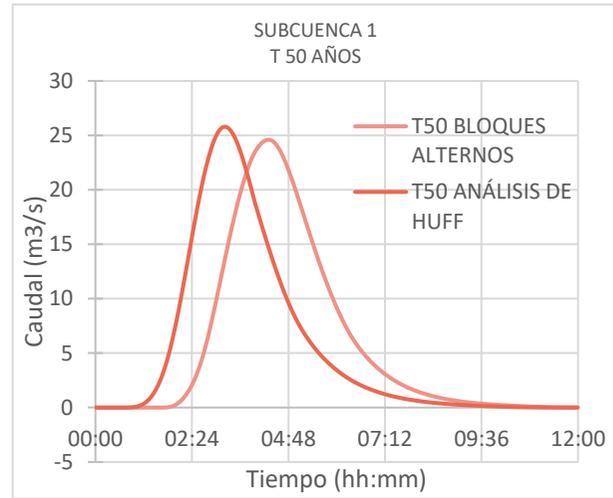
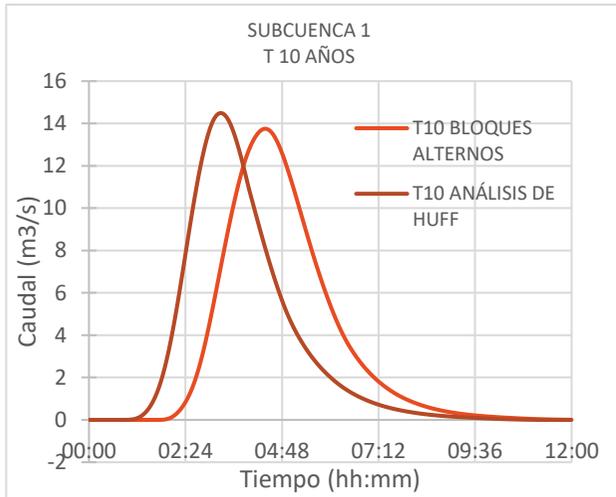
APÉNDICE 6. COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS DE LAS SUBCUENCAS

SUBBASIN	T10 MR	Q T10 BA	TIEMPO PICO	Q T10 HUFF	TIEMPO PICO	T50 MR	Q T50 BA	TIEMPO PICO	Q T50 HUFF	TIEMPO PICO
1	19.67	13.75	04:24:00	14.49	03:39:00	33.37	24.59	04:18:00	25.78	03:33:00
2	28.83	16.30	01:33:00	17.40	01:12:00	70.40	47.71	01:27:00	50.71	01:09:00
3	12.72	5.05	00:39:00	5.01	00:39:00	25.52	13.34	00:36:00	12.95	00:36:00
4	33.97	14.48	01:30:00	15.43	01:12:00	58.73	30.33	01:27:00	32.25	01:09:00
5	13.90	6.44	01:27:00	6.84	01:12:00	23.22	12.81	01:27:00	13.55	01:09:00
6	34.35	12.63	01:18:00	12.27	01:06:00	71.34	36.17	01:18:00	34.56	01:03:00
7	12.67	6.78	03:00:00	7.75	01:42:00	21.53	13.03	02:54:00	15.06	01:42:00
8	16.04	13.91	02:51:00	14.76	02:18:00	26.44	23.35	02:48:00	24.54	02:18:00
9	10.34	5.33	00:48:00	5.24	00:42:00	22.09	14.09	00:45:00	13.89	00:39:00
10	9.26	5.04	01:57:00	5.00	01:42:00	15.51	9.72	01:54:00	9.55	01:39:00
11	122.45	64.49	01:27:00	68.35	01:09:00	184.19	106.39	01:27:00	111.96	01:09:00
12	20.56	10.72	01:33:00	11.41	01:12:00	36.53	22.12	01:30:00	23.50	01:12:00
13	29.02	17.87	03:45:00	17.32	03:15:00	60.29	41.24	03:42:00	39.10	03:12:00
14	32.33	13.18	01:30:00	14.04	01:12:00	74.40	40.05	01:27:00	42.40	01:09:00
15	14.56	9.19	03:48:00	9.71	02:36:00	24.62	16.96	03:42:00	17.95	02:33:00
17	9.07	4.04	02:33:00	4.24	01:54:00	15.45	8.22	02:30:00	8.62	01:51:00
18	18.67	9.28	03:00:00	9.94	02:24:00	31.60	18.09	02:57:00	19.31	02:21:00
20	47.53	29.96	07:03:00	27.85	06:03:00	99.11	65.69	06:51:00	59.33	05:51:00
21	34.85	23.27	04:12:00	24.27	03:33:00	59.16	41.87	04:09:00	43.24	03:27:00
22	18.22	17.88	06:57:00	16.49	05:54:00	27.91	26.47	06:51:00	24.03	05:51:00
24	22.11	17.82	03:51:00	17.50	03:21:00	38.01	31.82	03:48:00	30.86	03:18:00
25	135.82	77.36	04:03:00	79.06	03:24:00	263.74	165.87	03:57:00	166.47	03:21:00
27	16.75	6.43	01:24:00	6.72	01:09:00	36.40	18.84	01:21:00	19.32	01:06:00
28	12.85	7.19	03:39:00	7.66	02:27:00	22.56	14.07	03:33:00	14.99	02:24:00
29	9.84	1.58	03:09:00	1.67	02:30:00	32.92	13.03	02:57:00	13.93	02:21:00
30	0.81	6.97	02:06:00	7.24	01:45:00	8.19	8.68	02:06:00	9.00	01:45:00
31	23.75	10.85	02:36:00	10.80	02:15:00	41.09	22.38	02:33:00	22.00	02:12:00
32	67.73	78.59	03:48:00	77.17	03:09:00	89.98	97.07	03:48:00	95.23	03:09:00
33	14.29	12.96	01:21:00	13.30	01:06:00	25.06	23.06	01:21:00	23.38	01:06:00
34	43.23	39.80	00:42:00	37.58	00:36:00	59.14	54.00	00:42:00	50.60	00:36:00
35	22.94	23.92	03:57:00	24.09	03:24:00	40.68	41.27	03:54:00	41.00	03:21:00
36	6.87	4.28	01:27:00	4.54	01:12:00	12.13	8.41	01:27:00	8.90	01:09:00
37	38.07	27.76	02:00:00	28.32	01:42:00	59.77	45.51	02:00:00	45.88	01:42:00
39	8.36	4.95	01:54:00	5.18	01:18:00	15.11	10.17	01:54:00	10.71	01:18:00
40	65.09	63.69	01:48:00	58.96	01:30:00	89.49	85.58	01:48:00	78.92	01:30:00
41	22.93	10.71	02:00:00	10.82	01:45:00	52.11	31.50	01:57:00	31.32	01:42:00
45	15.98	7.82	01:57:00	7.73	01:42:00	28.45	16.68	01:54:00	16.28	01:39:00
48	21.00	12.24	01:57:00	12.12	01:42:00	33.61	21.99	01:57:00	21.55	01:42:00
49	11.00	9.32	03:03:00	9.96	02:24:00	18.24	15.74	03:00:00	16.79	02:21:00
53	2.92	0.01	00:54:00	0.01	00:51:00	4.46	0.09	00:51:00	0.10	00:48:00
54	12.59	8.21	02:30:00	8.61	01:51:00	21.91	15.60	02:27:00	16.33	01:51:00
56	11.18	9.43	07:24:00	9.00	06:24:00	17.10	14.36	07:18:00	13.53	06:18:00
58	51.57	49.40	02:30:00	46.92	02:00:00	70.01	65.28	02:30:00	61.71	02:00:00
59	7.55	4.46	03:39:00	4.74	02:30:00	12.14	7.74	03:36:00	8.20	02:27:00
63	12.94	8.99	02:45:00	9.38	02:15:00	23.43	17.57	02:42:00	18.07	02:12:00
64	31.38	23.07	01:21:00	23.88	01:06:00	44.66	33.81	01:21:00	34.63	01:06:00
65	29.77	17.27	03:12:00	16.62	03:12:00	65.48	43.05	03:36:00	40.43	03:06:00
66	9.80	6.37	01:24:00	6.72	01:09:00	15.45	10.89	01:24:00	11.32	01:09:00
68	2.55	0.47	01:06:00	0.46	01:09:00	7.54	3.17	01:03:00	3.01	01:03:00
75	19.18	10.02	03:03:00	10.72	02:24:00	32.22	18.90	03:00:00	20.16	02:21:00
76	42.88	35.19	01:27:00	37.27	01:09:00	63.13	52.63	01:27:00	55.41	01:09:00
79	7.73	3.36	02:00:00	3.35	01:45:00	17.60	10.28	01:57:00	10.12	01:42:00
80	9.22	8.25	01:48:00	8.73	01:15:00	21.03	18.96	01:48:00	20.05	01:12:00
84	27.35	13.91	04:12:00	14.54	03:33:00	65.11	39.92	04:06:00	41.00	03:27:00

Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los imput en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

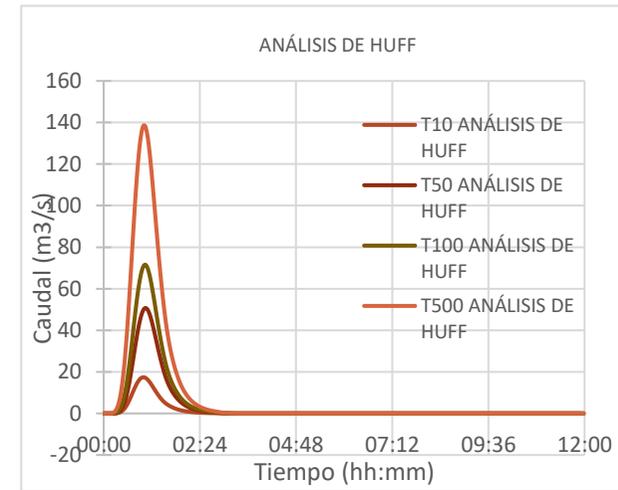
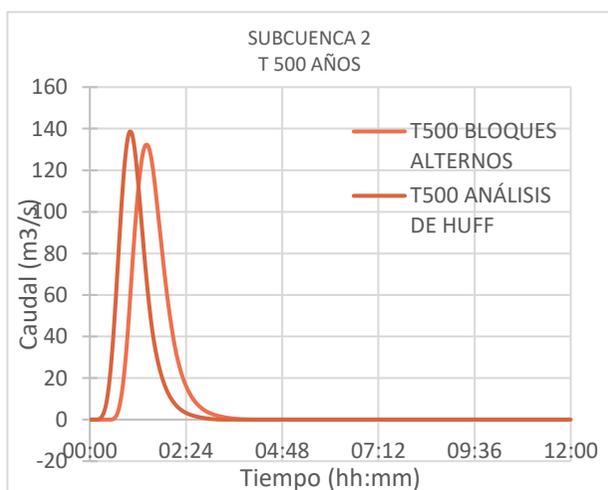
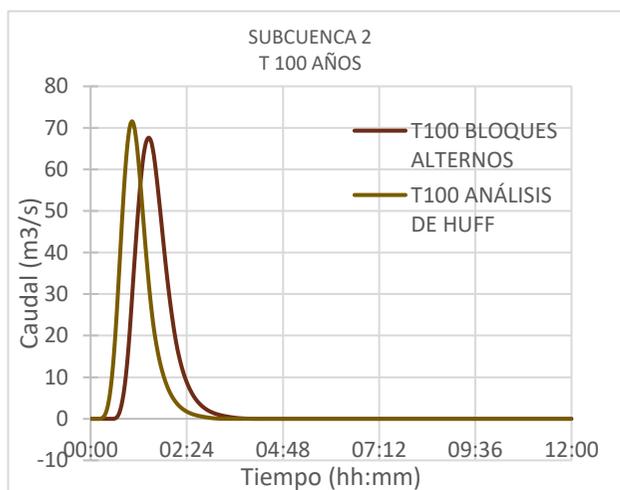
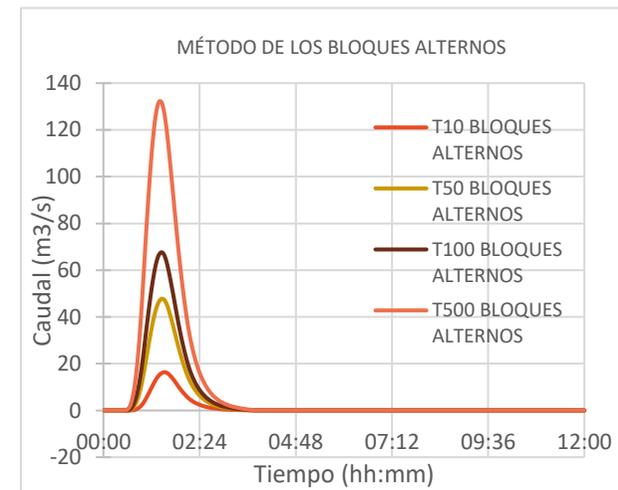
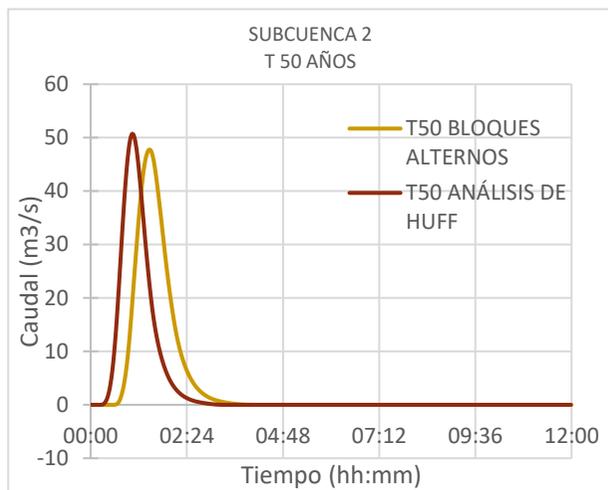
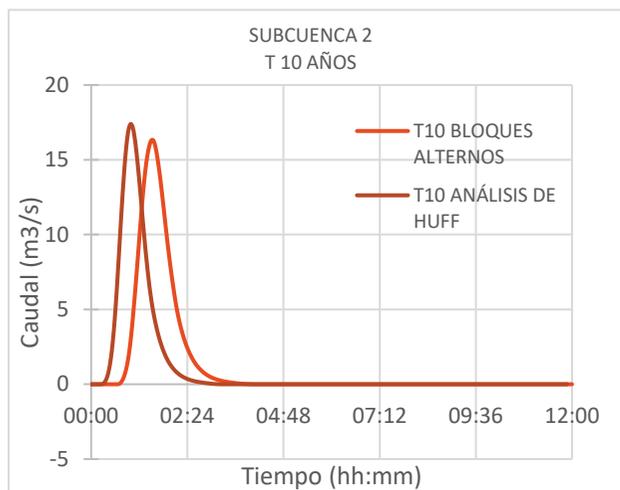
SUBBASIN	T100 MR	C T100 BA	TIEMPO PICO	C T100 HUFF	TIEMPO PICO	T500 MR	C T500 BA	TIEMPO PICO	C T500 HUFF	TIEMPO PICO
1	39.60	29.54	04:18:00	30.91	03:33:00	54.75	41.64	04:15:00	43.33	03:30:00
2	95.77	67.64	01:27:00	71.58	01:09:00	177.35	132.24	01:24:00	138.44	01:06:00
3	31.73	17.72	00:36:00	17.09	00:36:00	47.83	29.44	00:36:00	27.97	00:36:00
4	70.29	38.19	01:27:00	40.52	01:09:00	99.38	58.43	01:27:00	61.74	01:09:00
5	27.25	15.68	01:24:00	16.57	01:09:00	36.49	22.56	01:24:00	23.62	01:09:00
6	91.80	50.41	01:15:00	47.89	01:03:00	152.60	94.59	01:15:00	88.50	01:03:00
7	25.56	15.96	02:54:00	18.48	01:42:00	35.38	23.23	02:51:00	26.97	01:39:00
8	30.92	27.43	02:48:00	28.74	02:15:00	41.18	36.70	02:45:00	38.23	02:15:00
9	27.85	18.73	00:45:00	18.35	00:39:00	42.92	31.14	00:45:00	30.15	00:39:00
10	18.21	11.84	01:54:00	11.58	01:39:00	24.40	16.78	01:54:00	16.27	01:39:00
11	211.23	125.20	01:27:00	131.46	01:09:00	275.82	171.85	01:24:00	179.46	01:06:00
12	44.06	27.67	01:30:00	29.38	01:09:00	63.14	42.04	01:27:00	44.60	01:09:00
13	78.12	54.81	03:39:00	51.57	03:09:00	132.21	96.29	03:36:00	89.20	03:06:00
14	99.70	57.28	01:27:00	60.39	01:09:00	179.46	114.51	01:24:00	119.26	01:06:00
15	29.15	20.54	03:42:00	21.74	02:33:00	40.08	29.22	03:39:00	30.89	02:33:00
17	18.41	10.24	02:27:00	10.74	01:51:00	25.83	15.49	02:27:00	16.18	01:48:00
18	37.44	22.24	02:54:00	23.65	02:18:00	51.57	32.44	02:51:00	34.35	02:18:00
20	128.71	86.31	06:48:00	77.15	05:48:00	218.25	148.95	06:42:00	130.60	05:39:00
21	70.43	50.58	04:06:00	52.04	03:27:00	98.64	72.39	04:03:00	73.88	03:24:00
22	32.01	30.03	06:48:00	27.13	05:48:00	41.31	37.93	06:45:00	33.95	05:45:00
24	45.23	38.17	03:48:00	36.86	03:18:00	62.74	53.59	03:45:00	51.32	03:15:00
25	334.45	216.29	03:54:00	215.82	03:18:00	541.97	368.47	03:51:00	363.42	03:15:00
27	47.81	26.60	01:21:00	27.08	01:06:00	83.02	51.74	01:18:00	51.74	01:03:00
28	27.27	17.49	03:33:00	18.62	02:24:00	39.67	26.60	03:30:00	28.21	02:21:00
29	48.25	22.27	02:54:00	23.69	02:21:00	101.20	57.32	02:48:00	60.06	02:15:00
30	13.47	10.98	02:03:00	11.36	01:45:00	32.82	16.99	02:03:00	17.43	01:42:00
31	49.43	28.19	02:30:00	27.59	02:12:00	71.17	43.78	02:30:00	42.38	02:09:00
32	98.74	104.21	03:48:00	102.20	03:09:00	117.48	119.29	03:48:00	116.97	03:06:00
33	30.11	27.77	01:18:00	28.00	01:06:00	42.88	39.61	01:18:00	39.55	01:03:00
34	65.51	59.61	00:42:00	55.73	00:36:00	79.28	71.68	00:42:00	66.72	00:36:00
35	49.04	49.26	03:51:00	48.72	03:18:00	70.19	69.02	03:51:00	67.65	03:15:00
36	14.42	10.30	01:24:00	10.85	01:09:00	19.72	14.74	01:24:00	15.40	01:09:00
37	69.43	53.41	01:57:00	53.73	01:39:00	92.69	72.60	01:57:00	72.50	01:39:00
39	18.08	12.58	01:51:00	13.26	01:15:00	24.94	18.27	01:51:00	19.31	01:15:00
40	99.34	94.26	01:48:00	86.83	01:30:00	120.86	113.13	01:45:00	103.92	01:30:00
41	69.15	44.38	01:57:00	43.81	01:39:00	122.15	85.74	01:54:00	83.41	01:39:00
45	34.34	21.05	01:54:00	20.43	01:39:00	49.25	32.36	01:51:00	31.20	01:36:00
48	39.00	26.27	01:57:00	25.68	01:39:00	51.27	36.21	01:54:00	35.18	01:39:00
49	21.36	18.52	03:00:00	19.74	02:21:00	28.50	24.86	02:57:00	26.42	02:21:00
53	5.14	0.14	00:51:00	0.16	00:45:00	6.78	0.31	00:51:00	0.35	00:45:00
54	26.28	19.13	02:27:00	19.99	01:48:00	37.27	28.04	02:24:00	29.24	01:48:00
56	19.60	16.41	07:18:00	15.40	06:18:00	25.22	20.98	07:15:00	19.52	06:15:00
58	77.36	71.50	02:30:00	67.50	02:00:00	93.20	84.89	02:27:00	79.82	02:00:00
59	14.21	9.25	03:33:00	9.78	02:27:00	19.31	12.99	03:30:00	13.70	02:24:00
63	28.40	21.69	02:42:00	22.21	02:12:00	41.05	32.23	02:39:00	32.62	02:12:00
64	50.08	38.20	01:21:00	38.99	01:06:00	62.00	47.84	01:21:00	48.52	01:06:00
65	86.52	58.63	03:36:00	54.57	03:03:00	151.67	107.66	03:30:00	98.42	03:00:00
66	17.86	12.83	01:24:00	13.32	01:06:00	23.31	17.27	01:21:00	17.87	01:06:00
68	10.78	5.27	01:03:00	4.94	01:03:00	21.74	13.00	01:00:00	11.89	01:00:00
75	38.25	23.11	03:00:00	24.63	02:21:00	53.28	33.80	02:57:00	35.85	02:18:00
76	71.54	59.80	01:27:00	62.85	01:09:00	90.26	75.64	01:24:00	79.22	01:06:00
79	23.03	14.40	01:54:00	14.12	01:39:00	39.10	27.07	01:54:00	26.17	01:36:00
80	28.10	25.28	01:45:00	26.64	01:12:00	50.32	44.60	01:45:00	46.69	01:12:00
84	88.08	56.37	04:03:00	57.46	03:24:00	161.46	110.00	03:57:00	110.29	03:21:00

SUBCUENCA 1

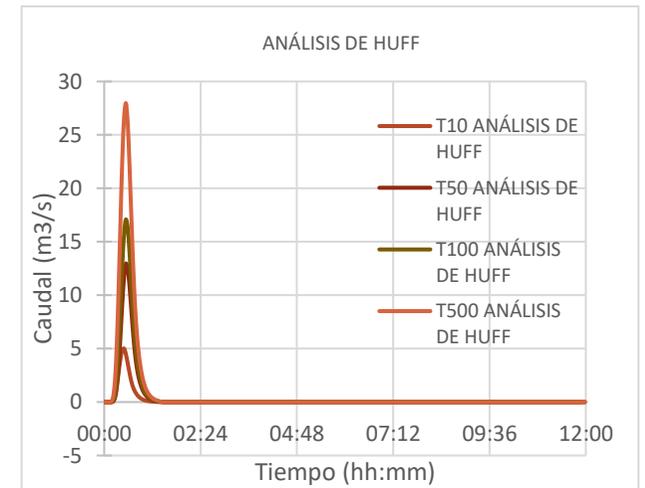
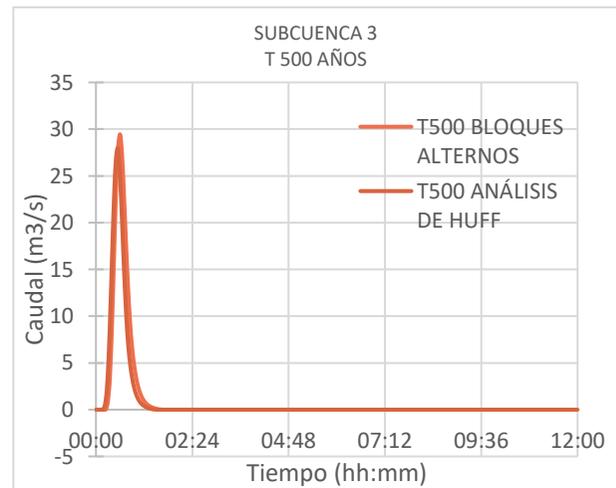
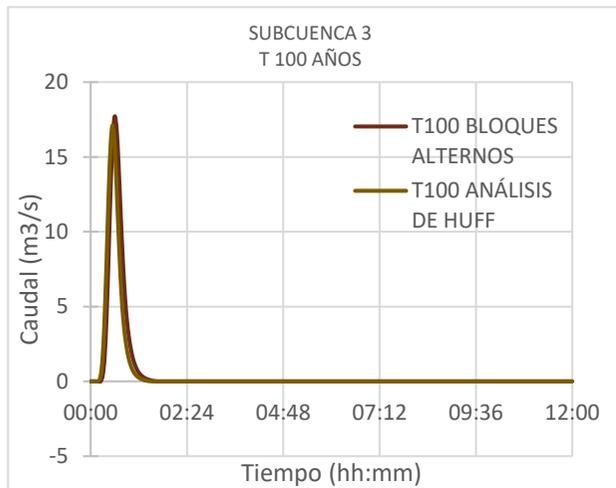
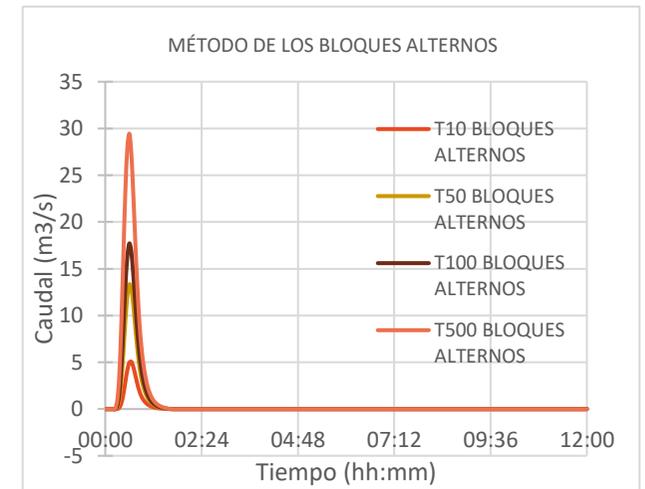
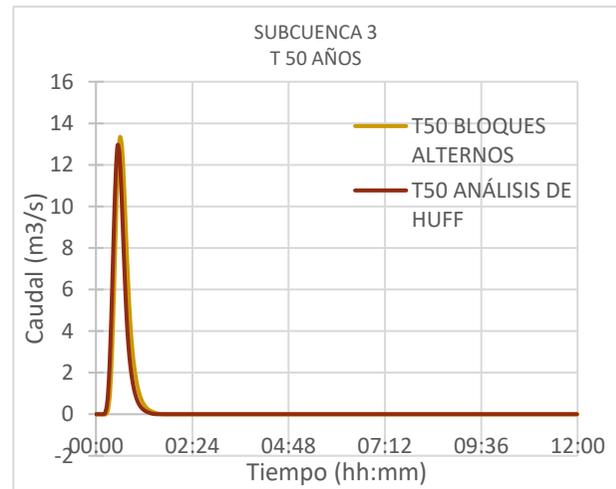
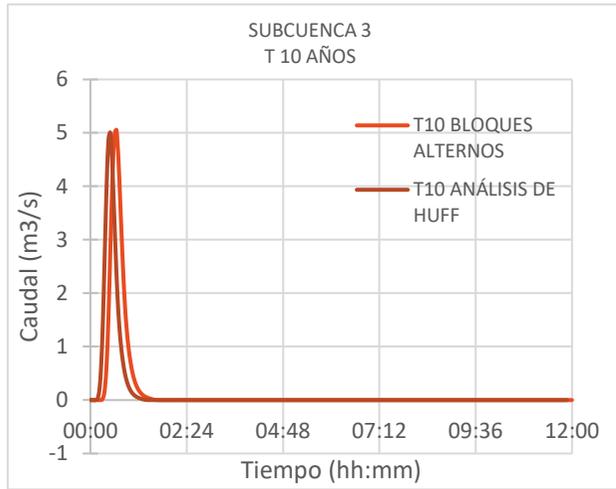


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 2

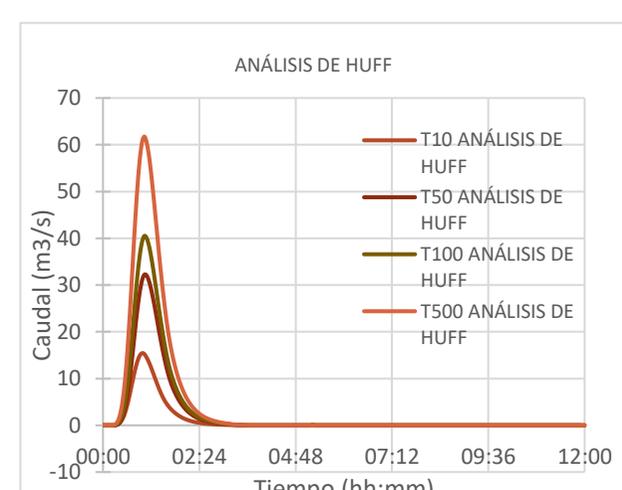
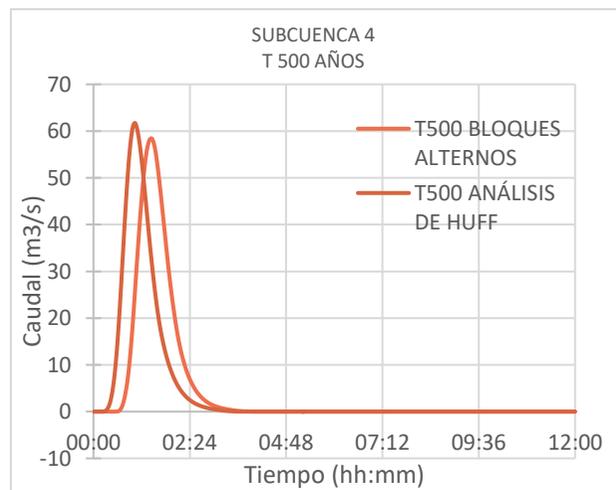
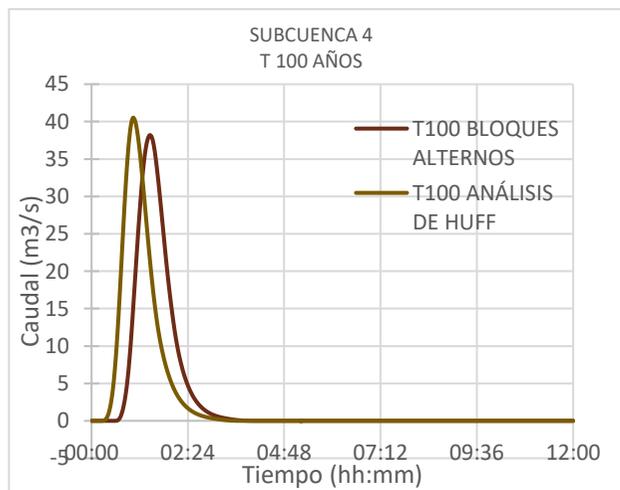
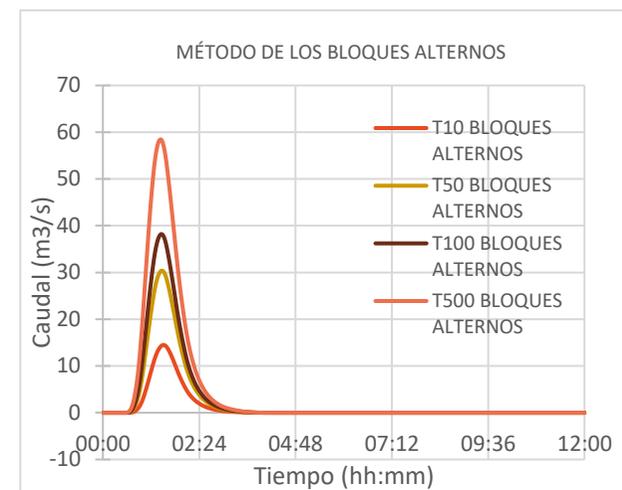
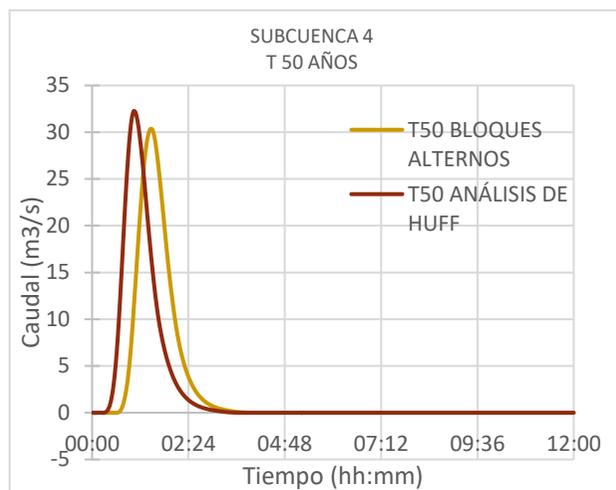
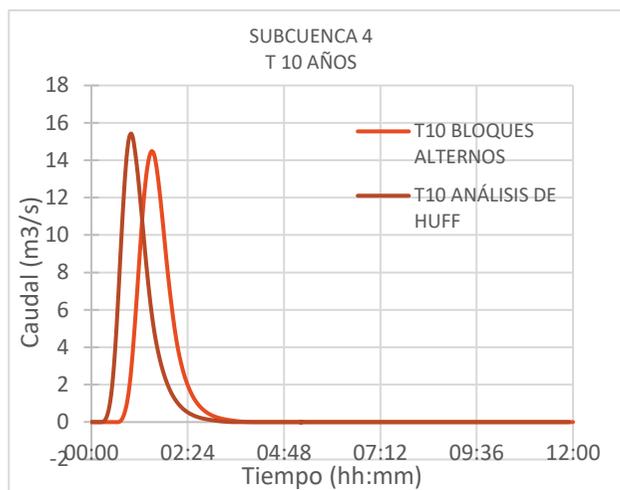


SUBCUENCA 3

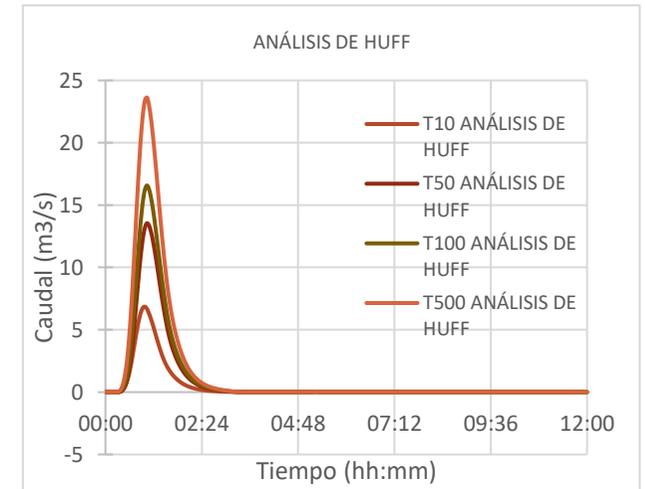
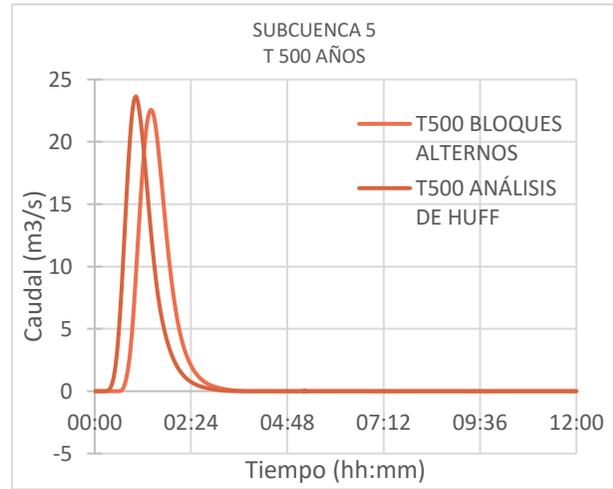
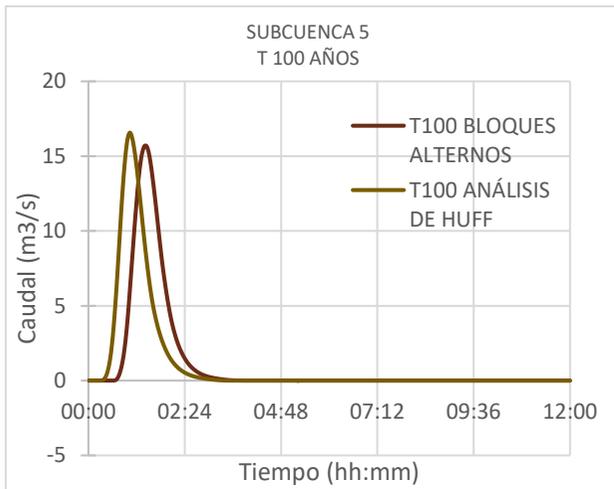
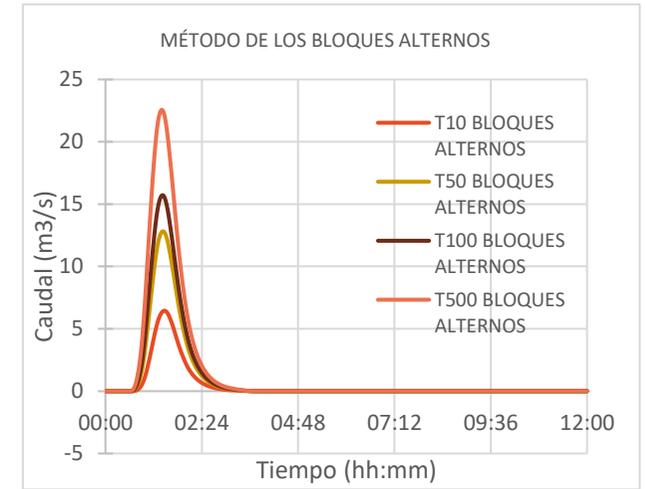
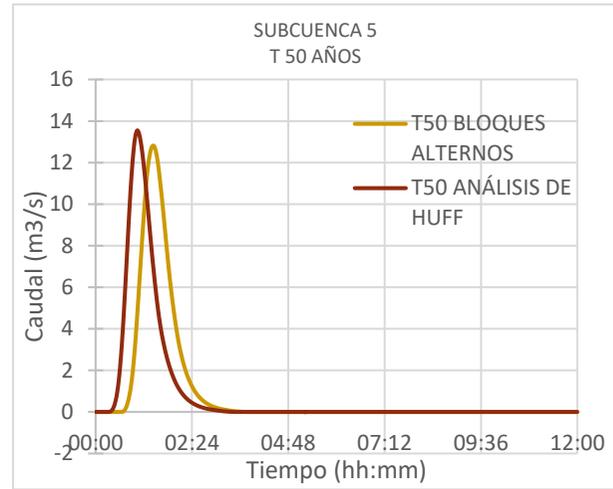
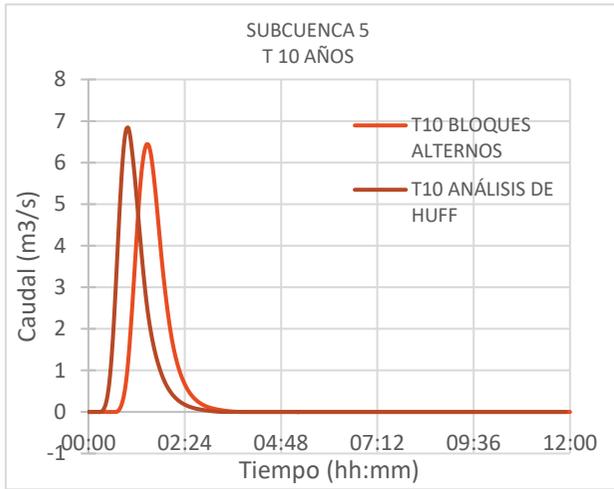


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 4

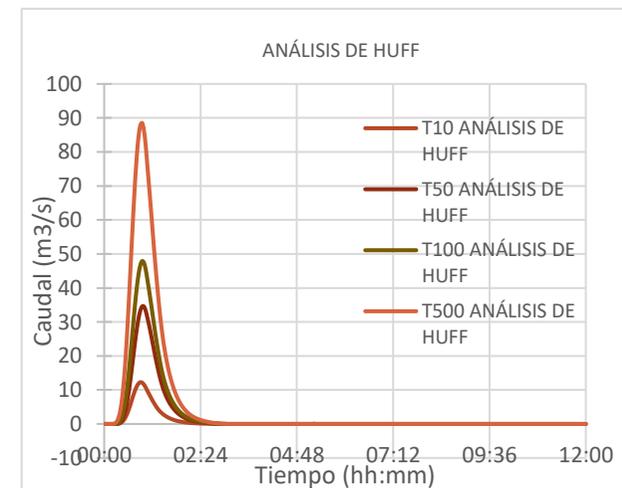
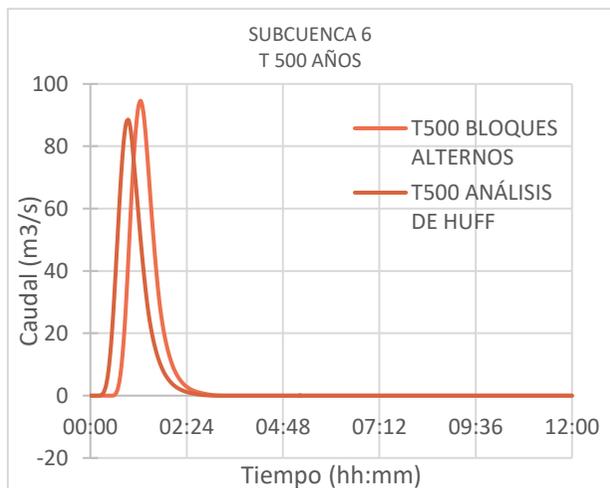
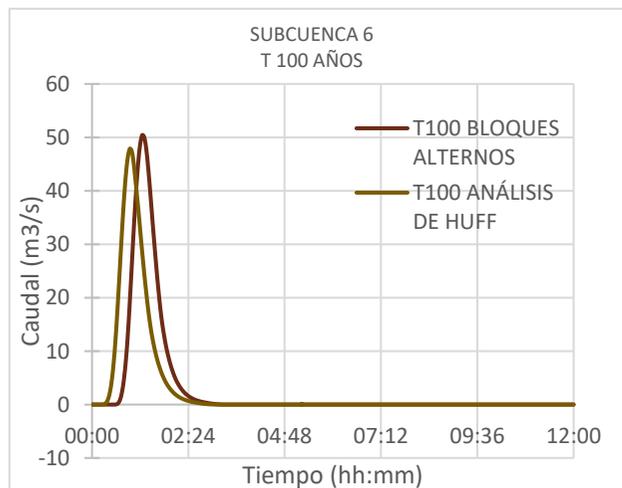
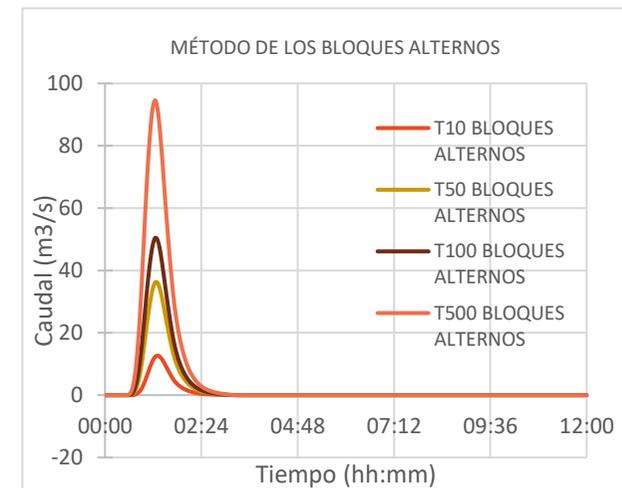
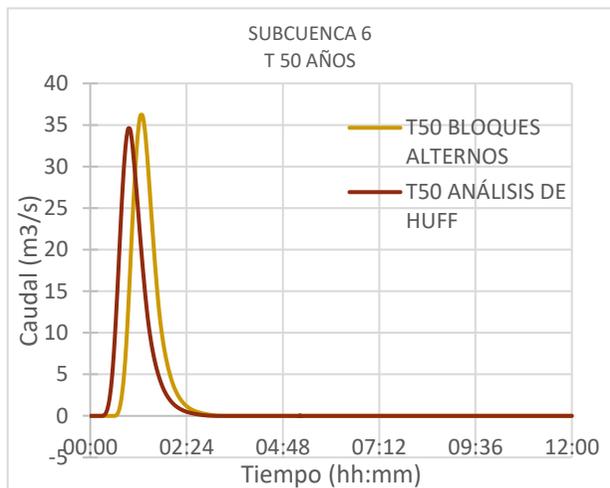
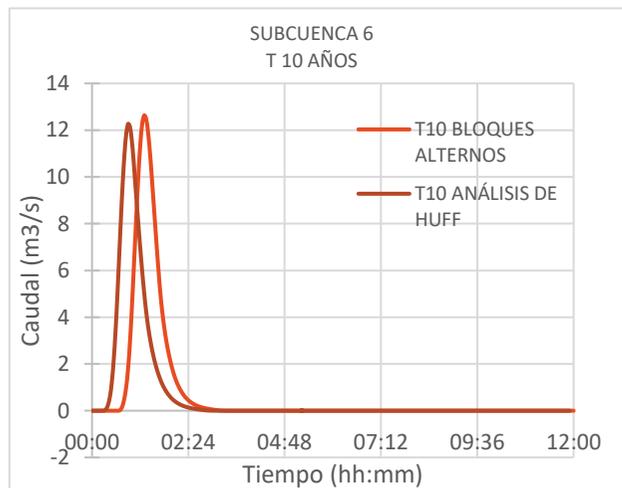


SUBCUENCA 5

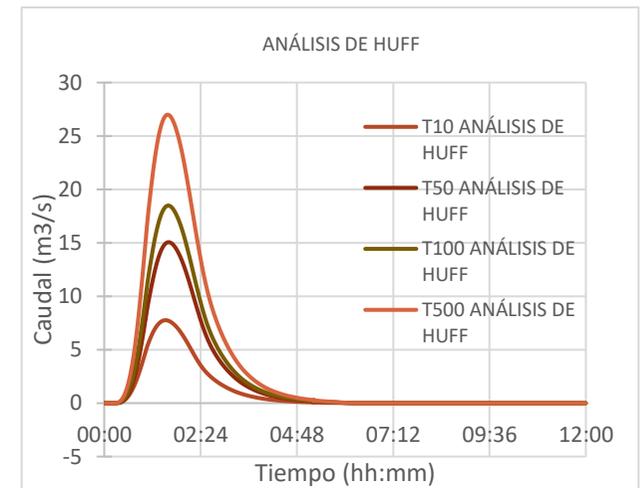
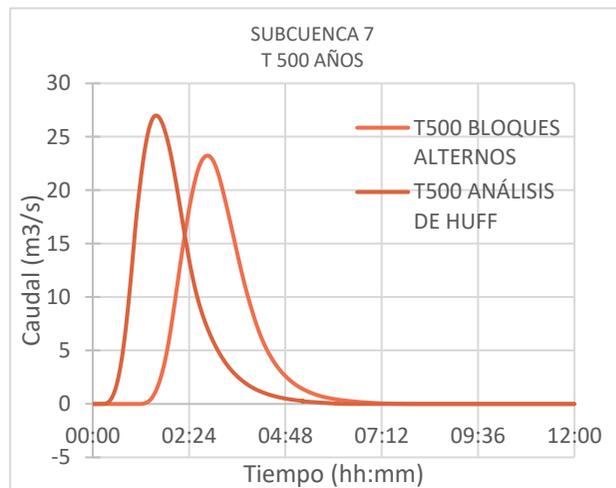
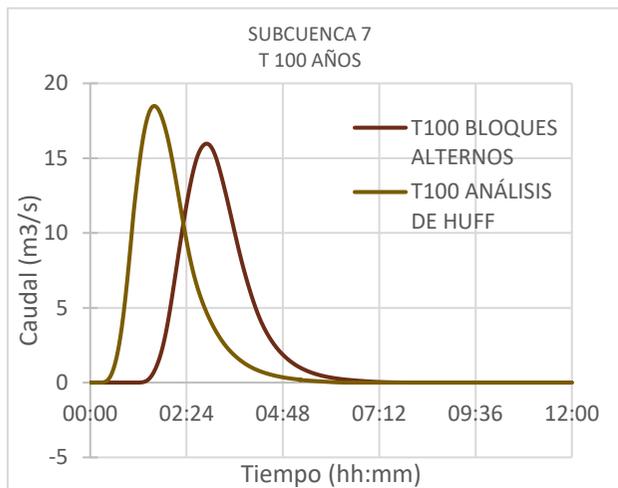
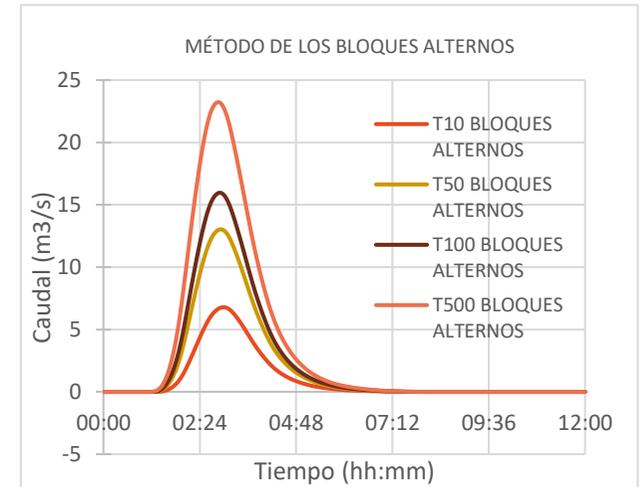
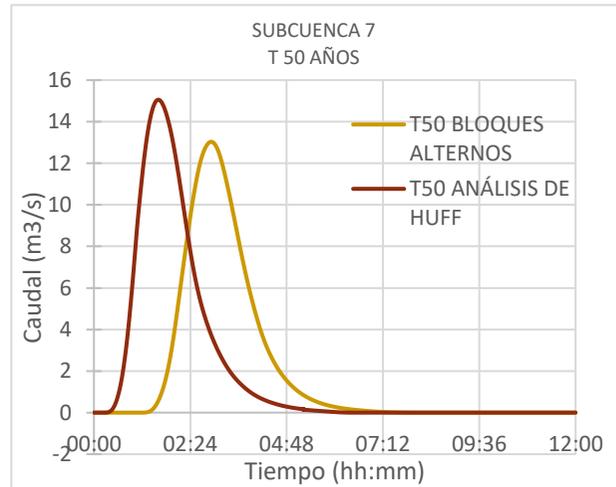
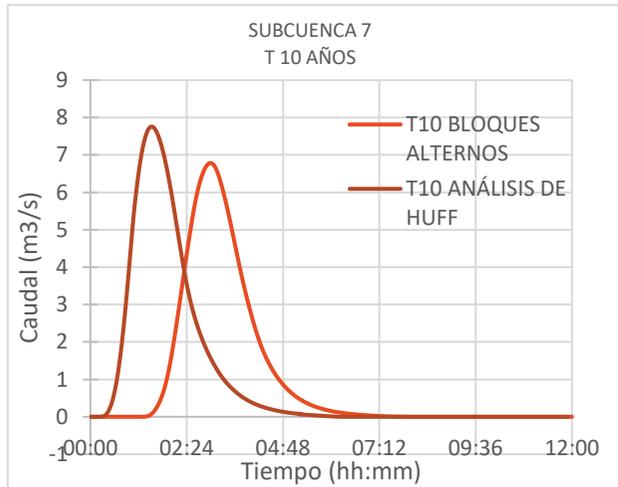


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 6

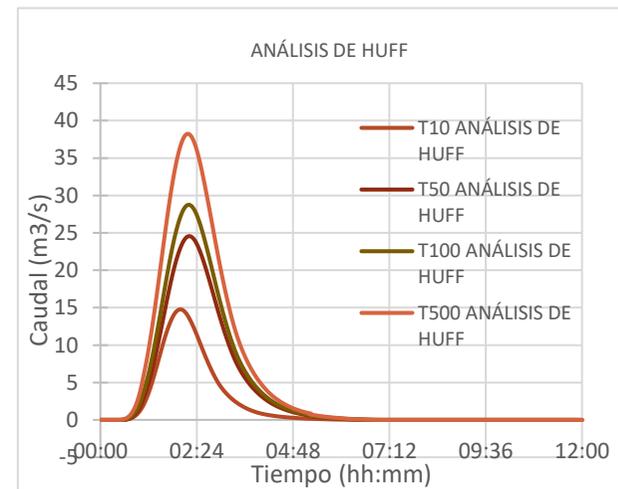
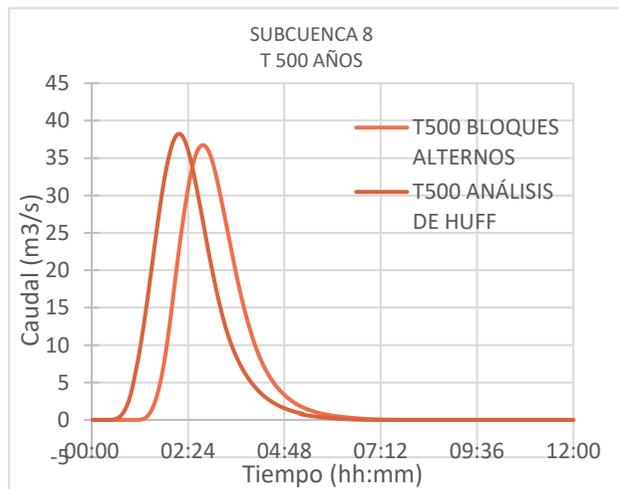
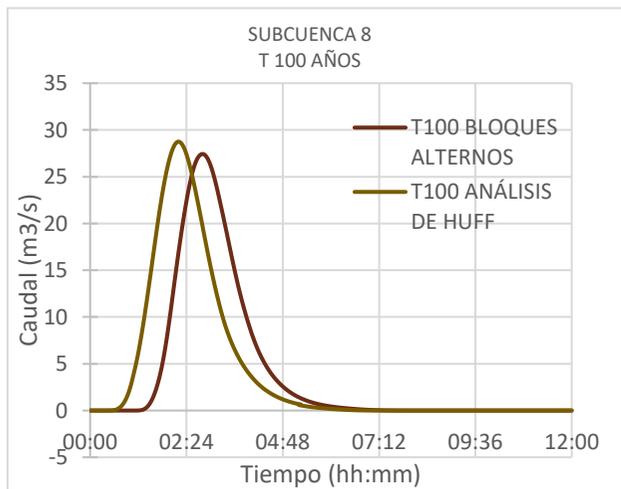
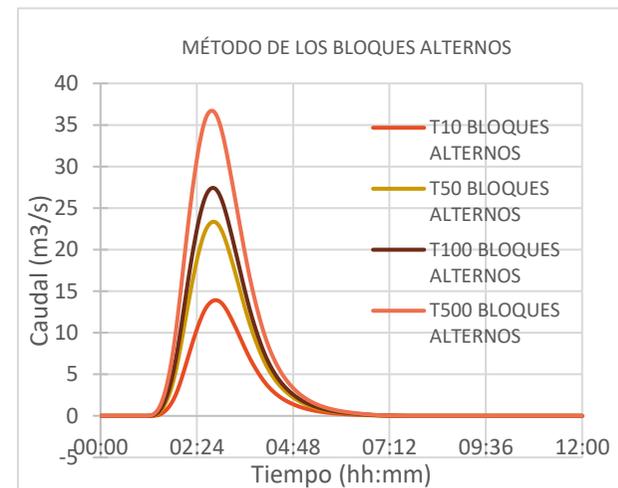
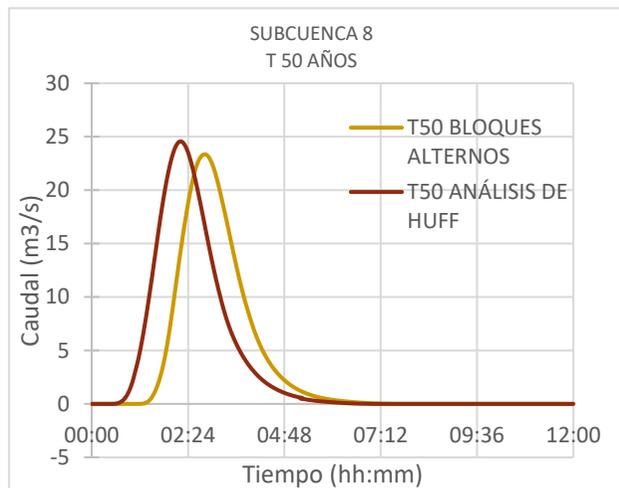
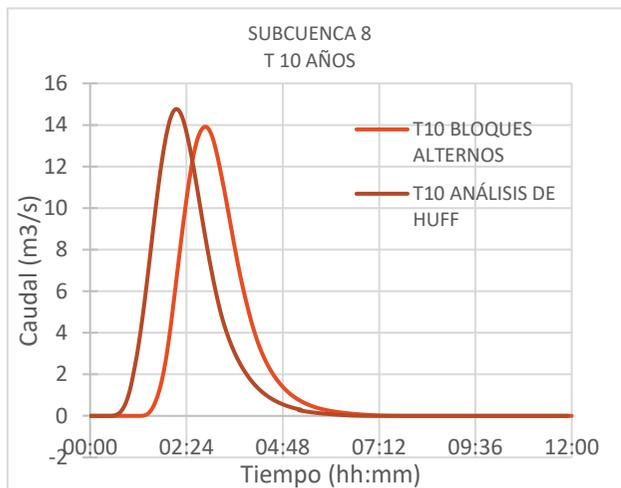


SUBCUENCA 7

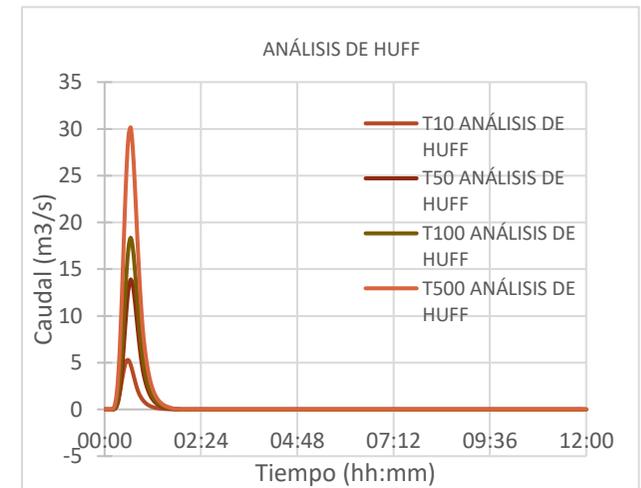
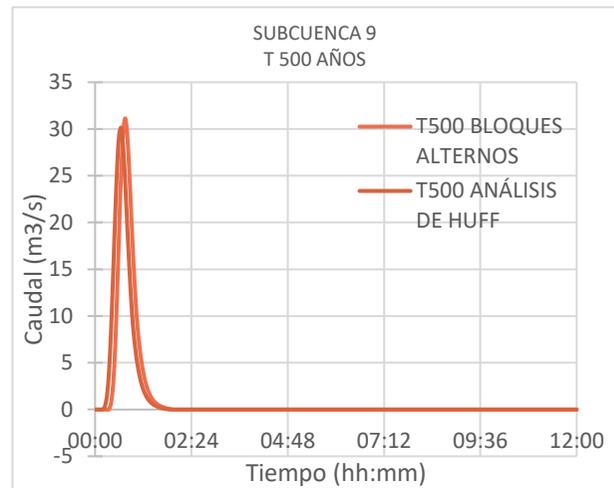
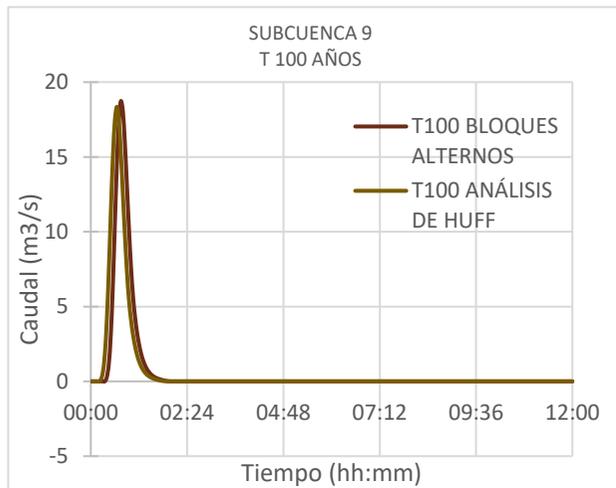
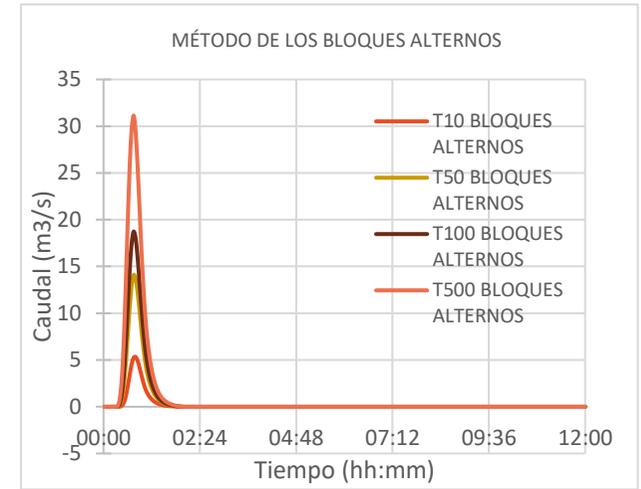
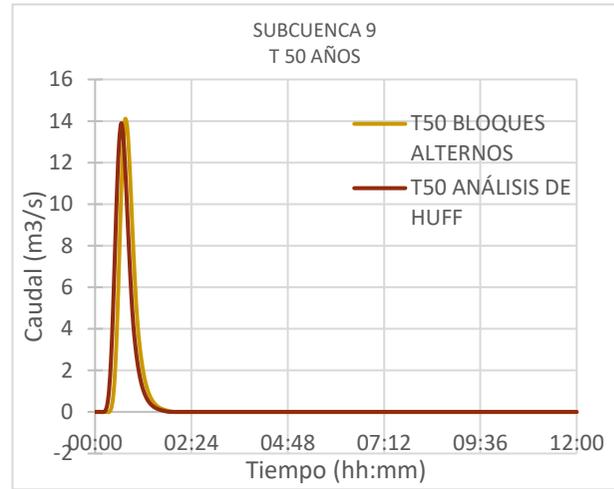
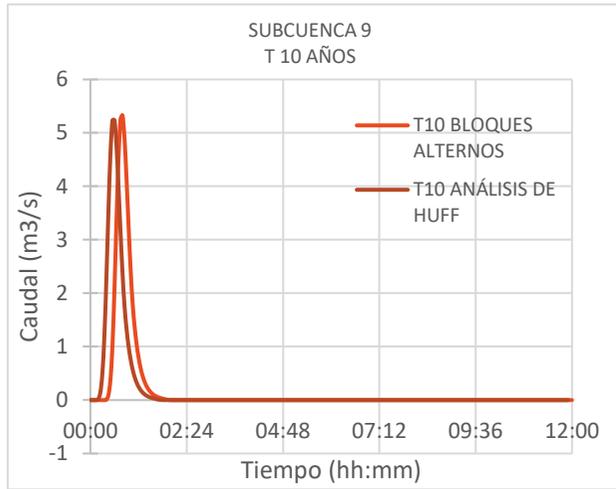


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 8

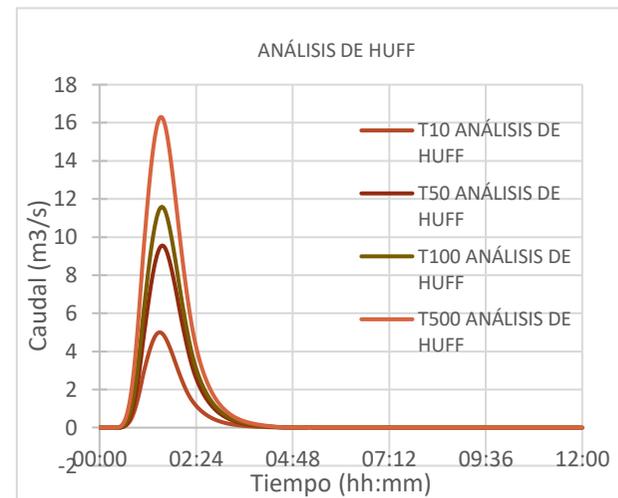
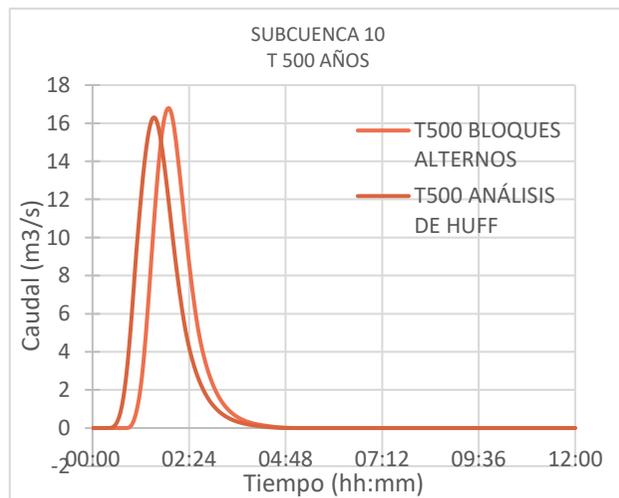
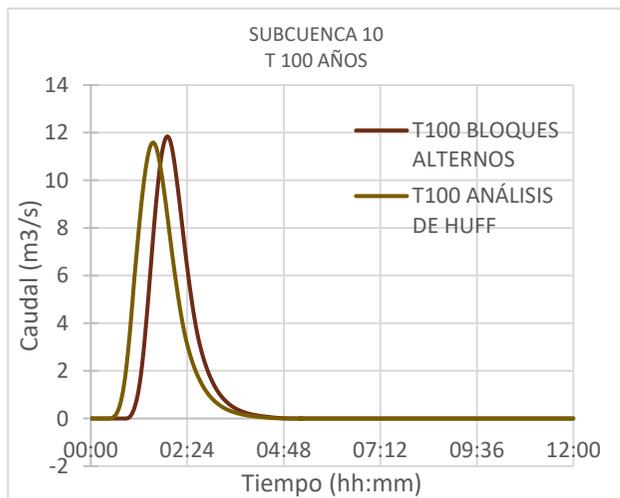
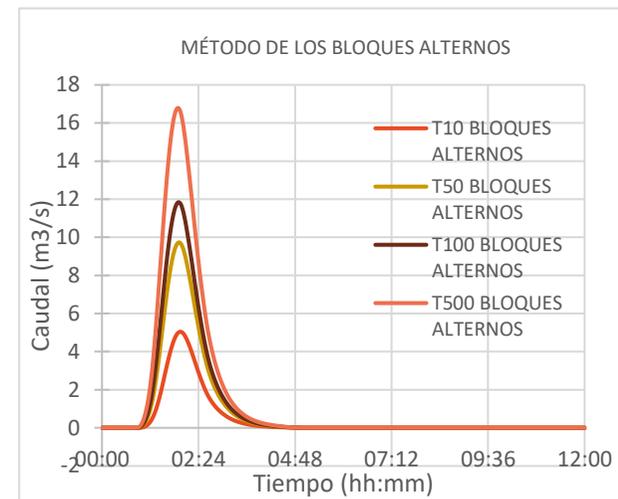
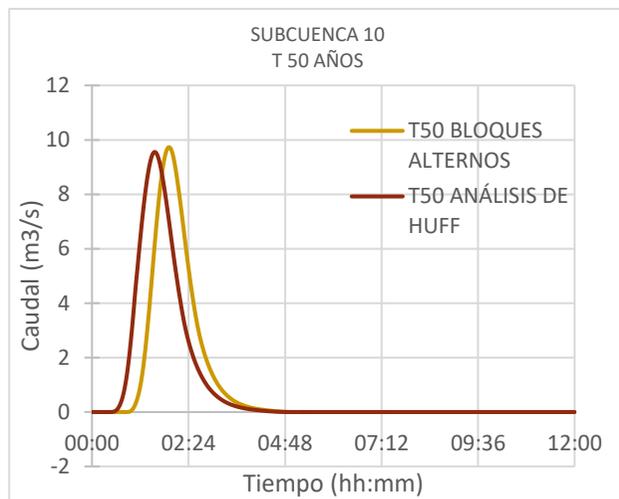
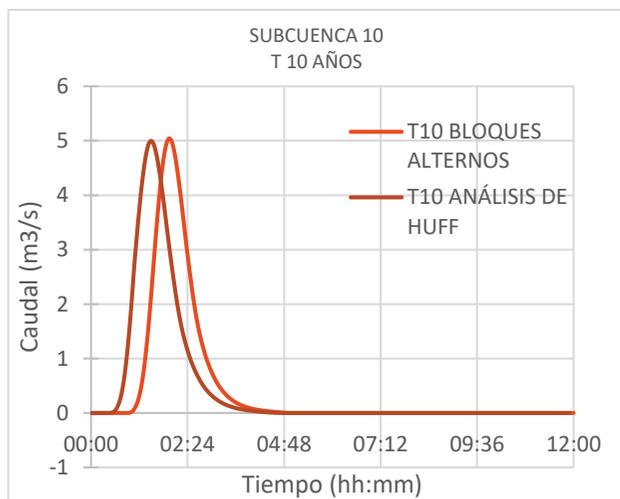


SUBCUENCA 9

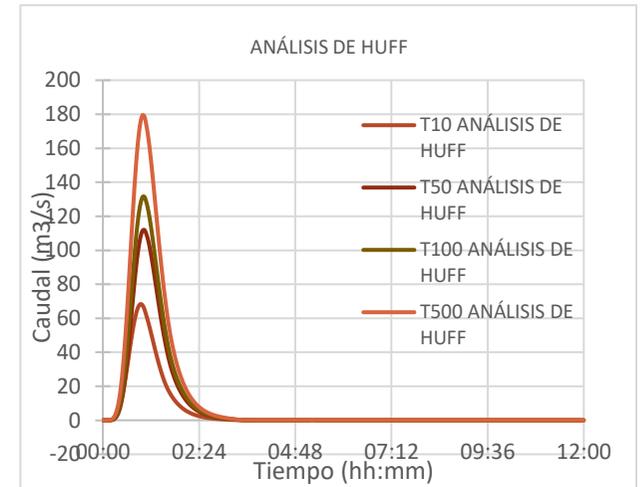
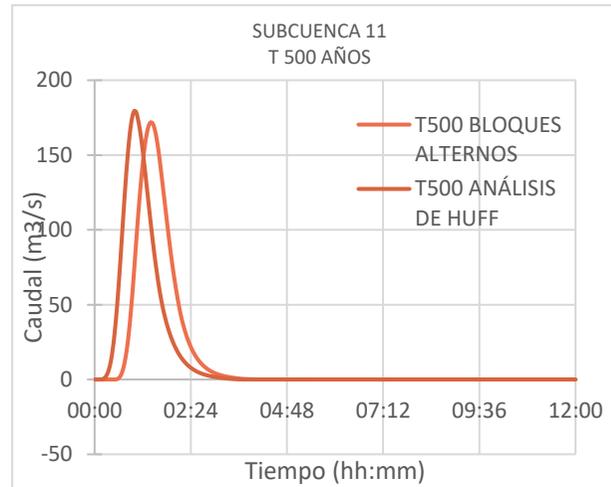
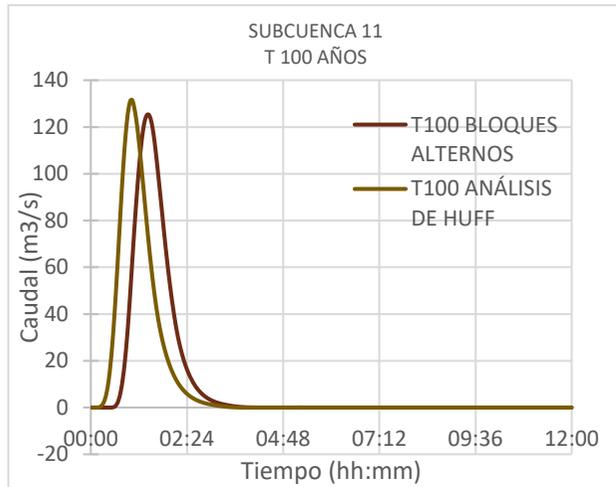
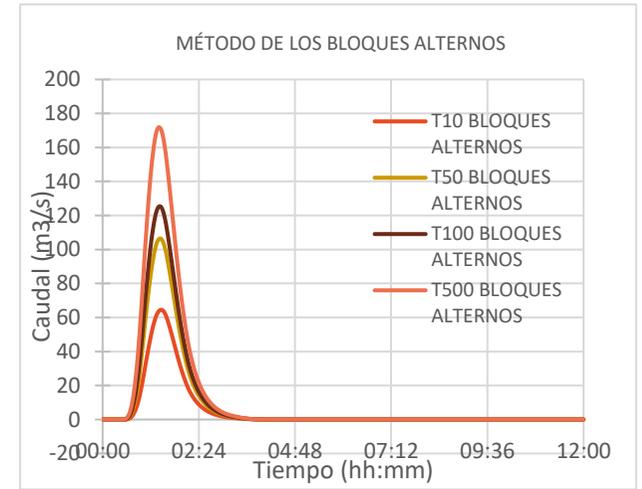
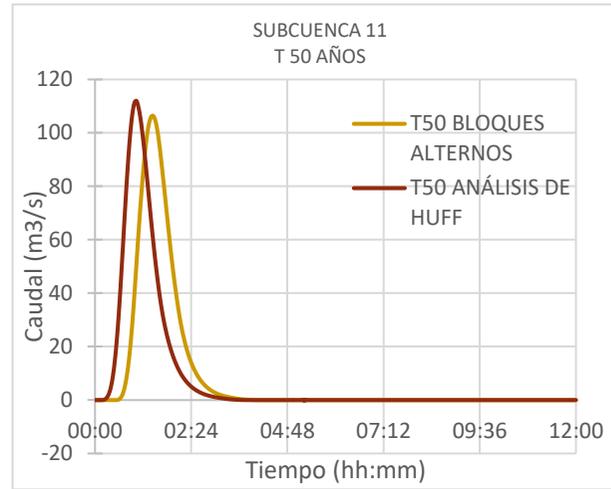
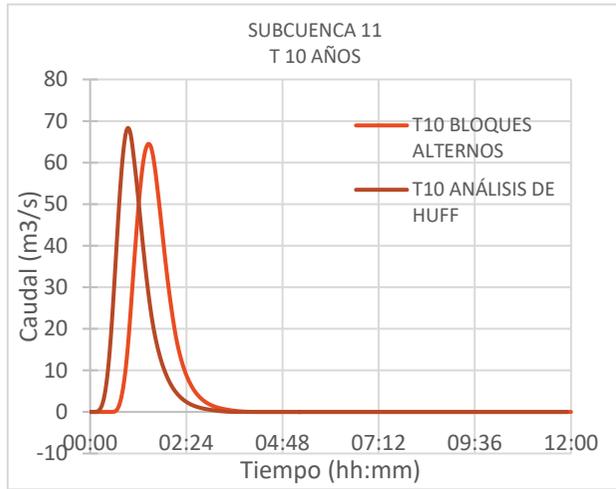


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 10

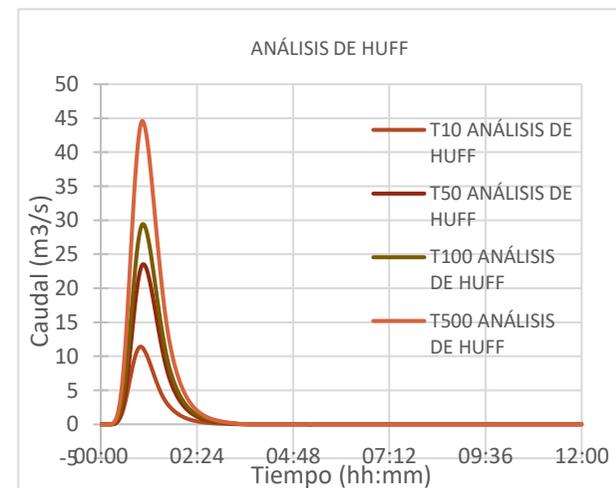
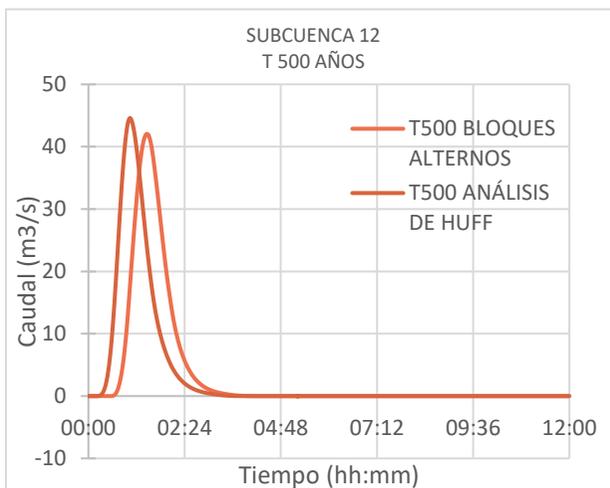
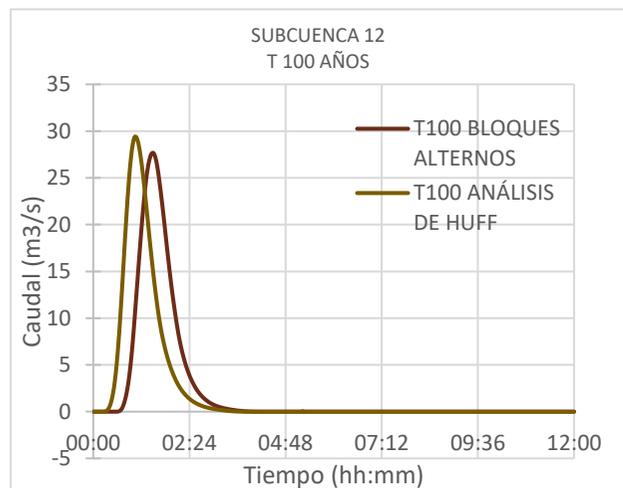
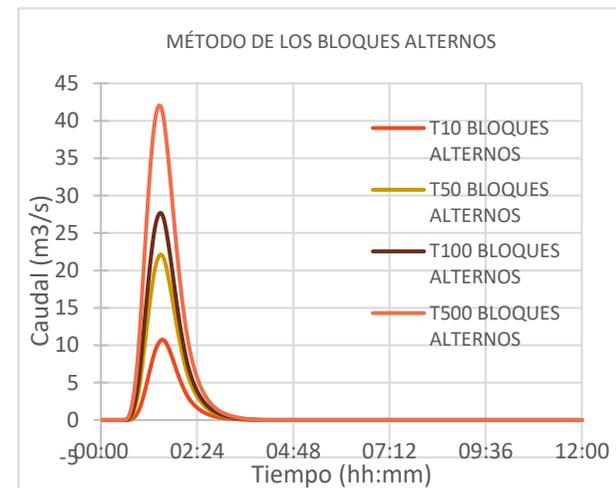
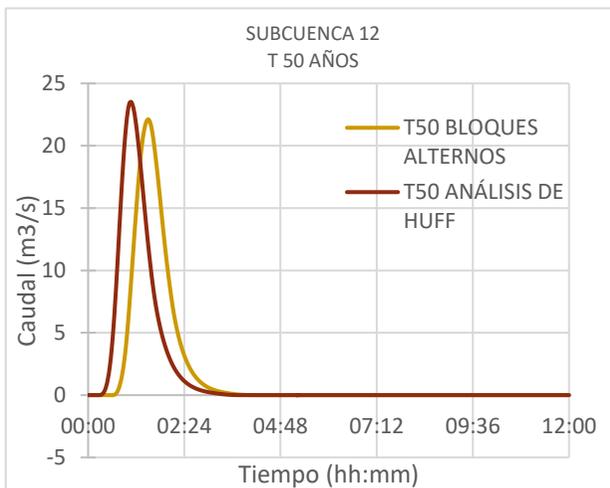
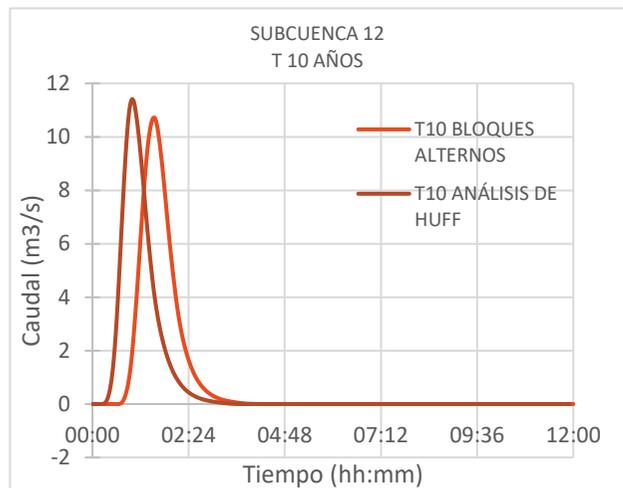


SUBCUENCA 11

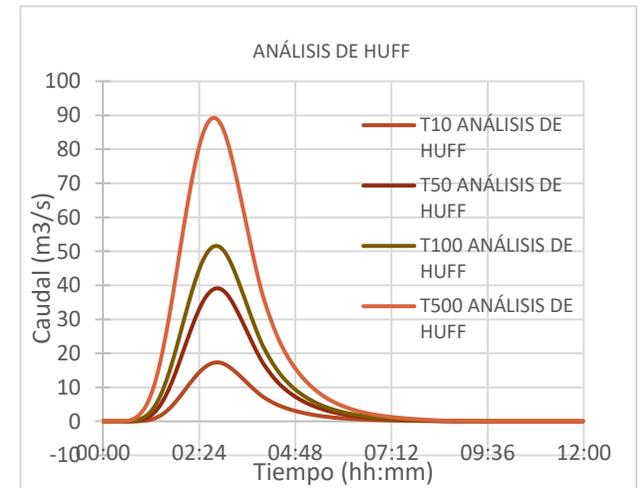
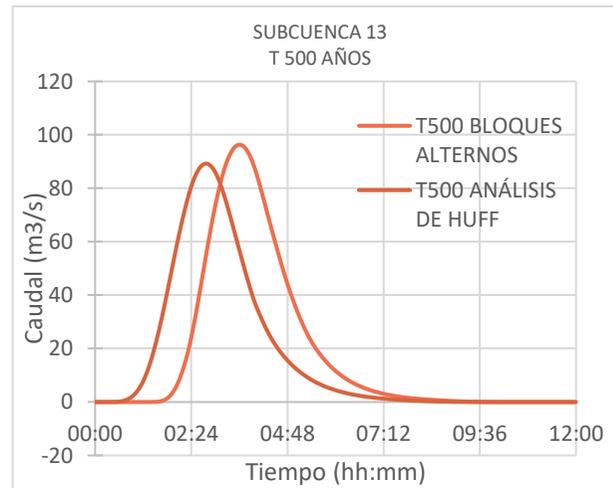
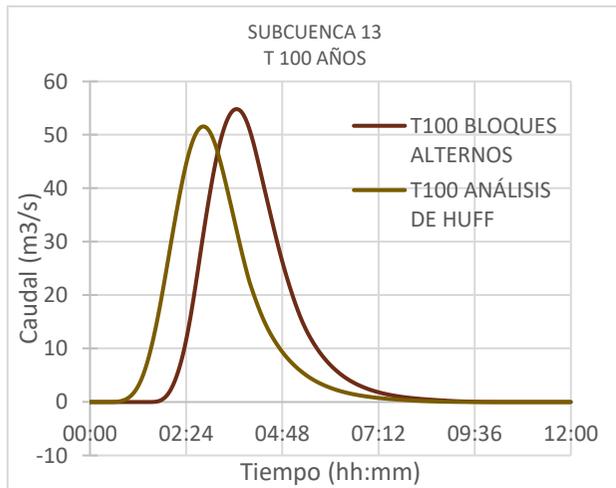
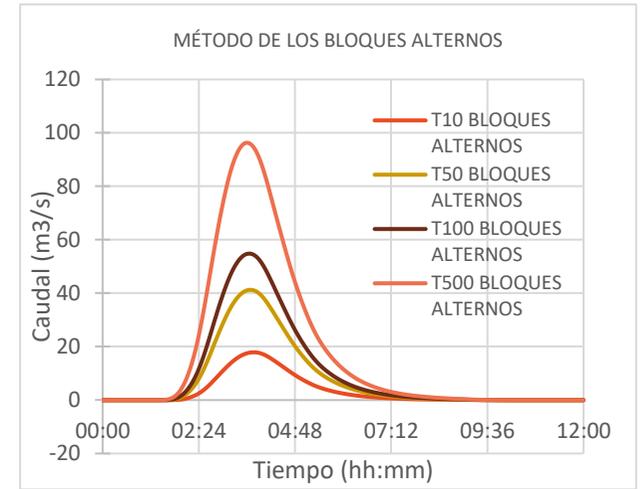
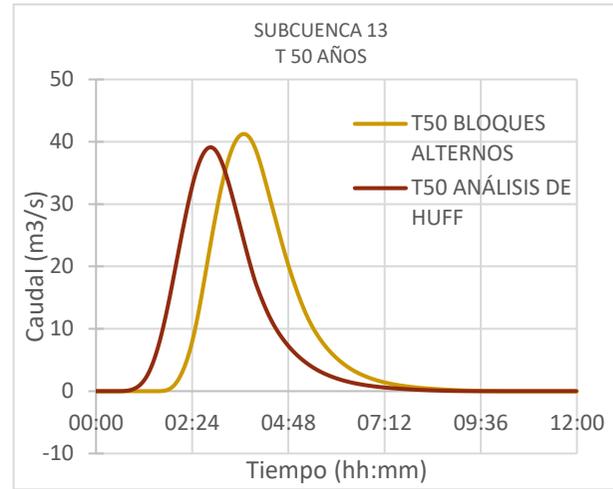
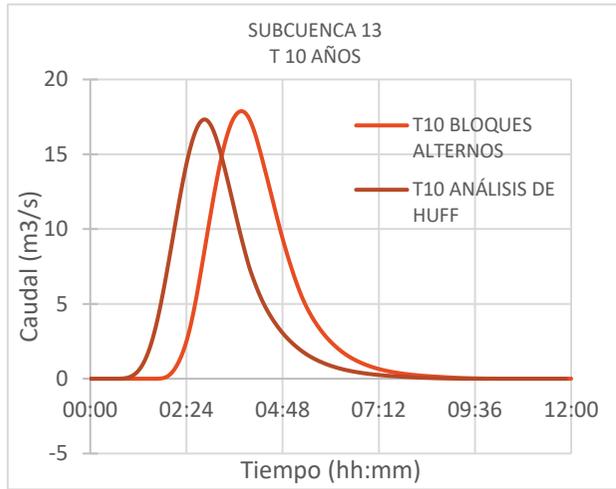


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 12

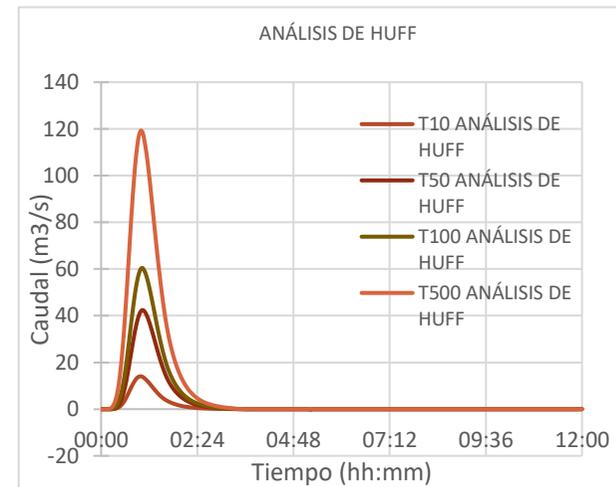
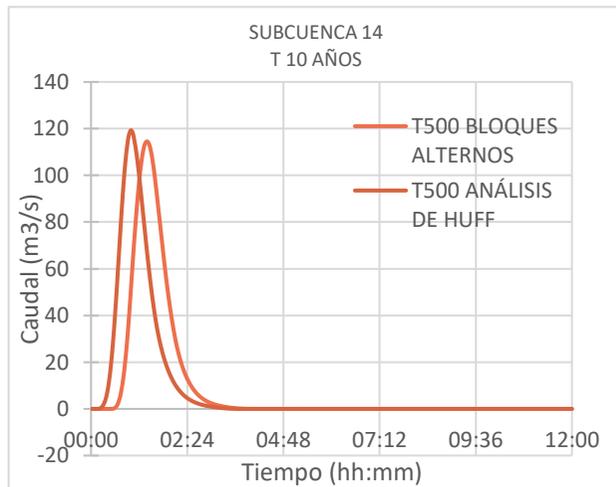
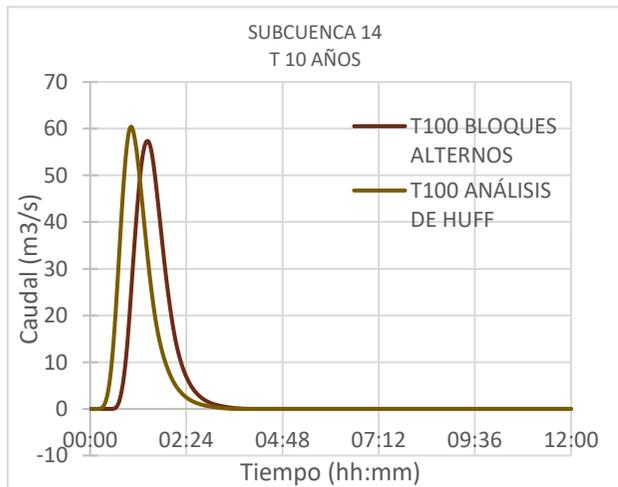
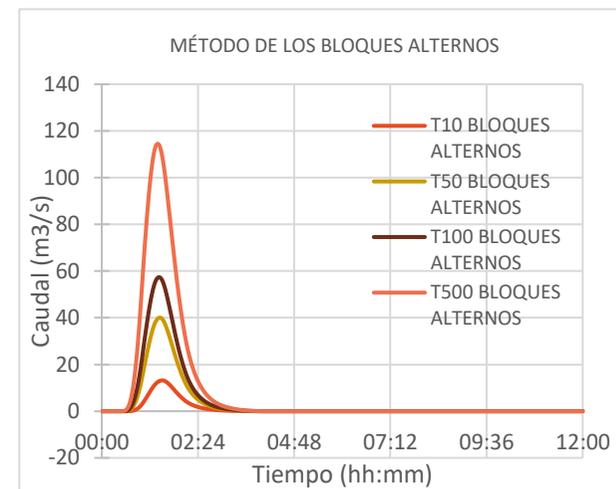
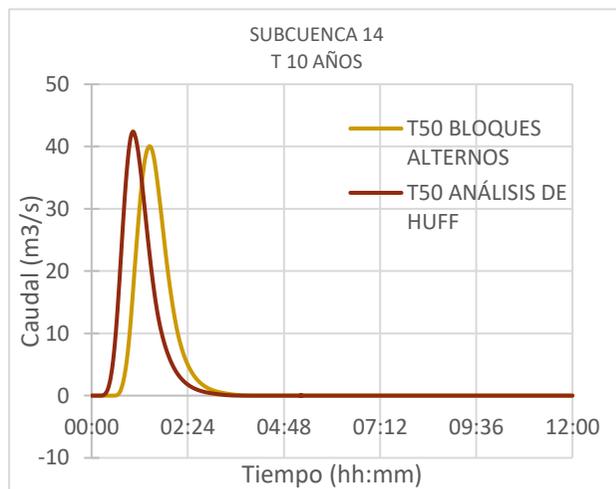
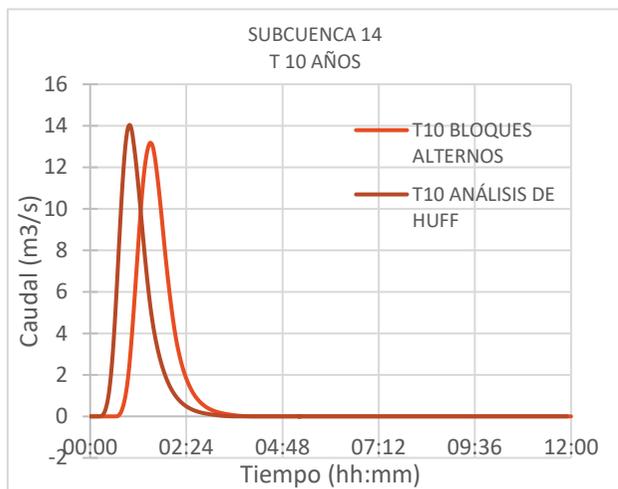


SUBCUENCA 13

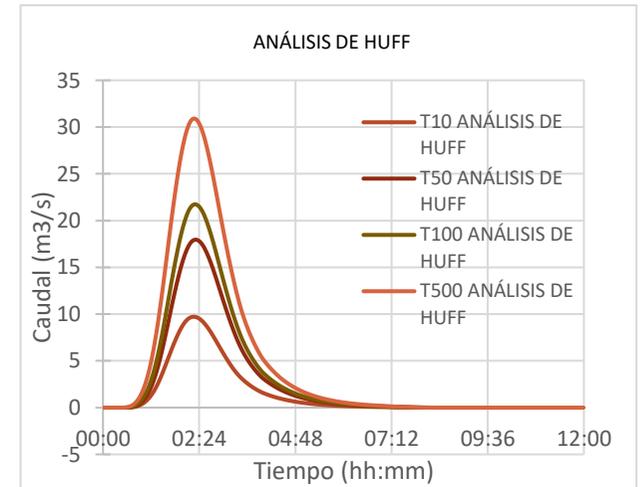
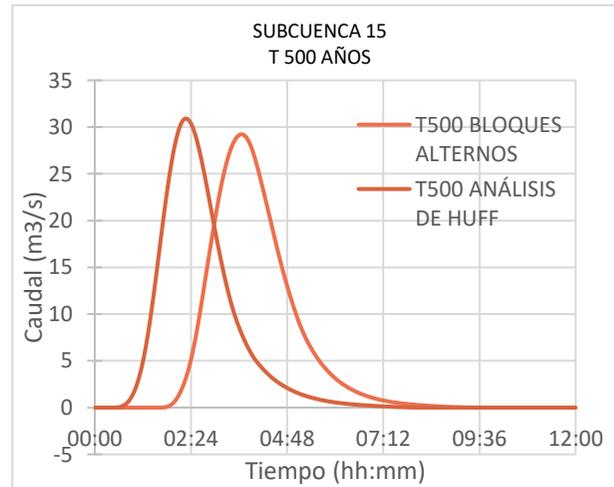
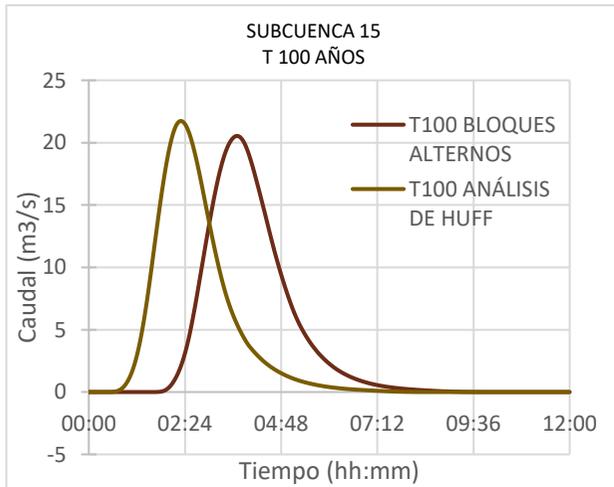
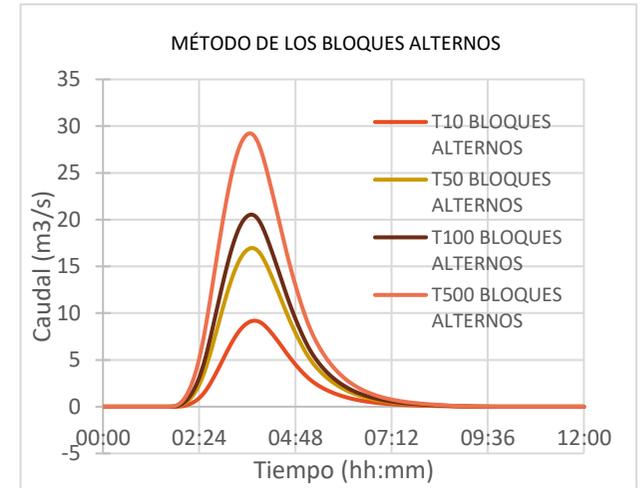
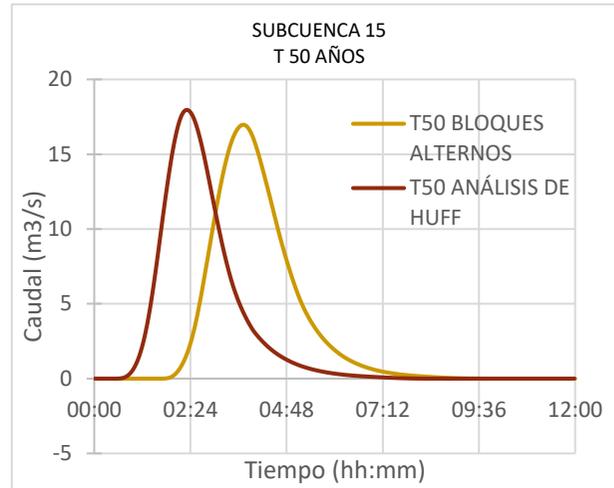
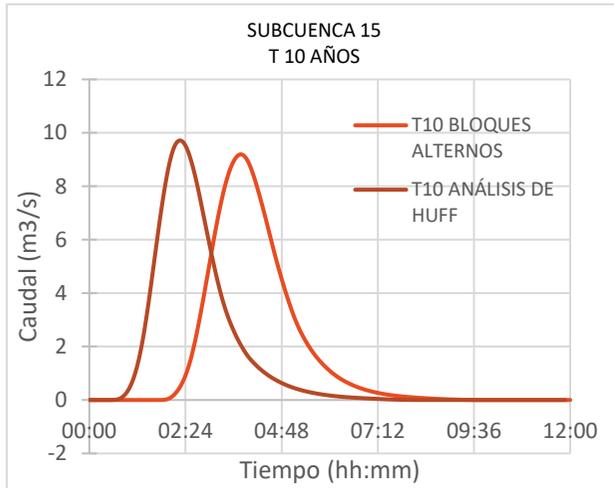


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 14

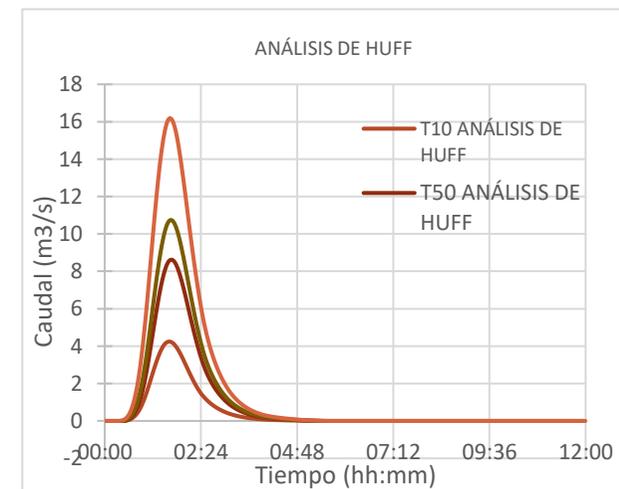
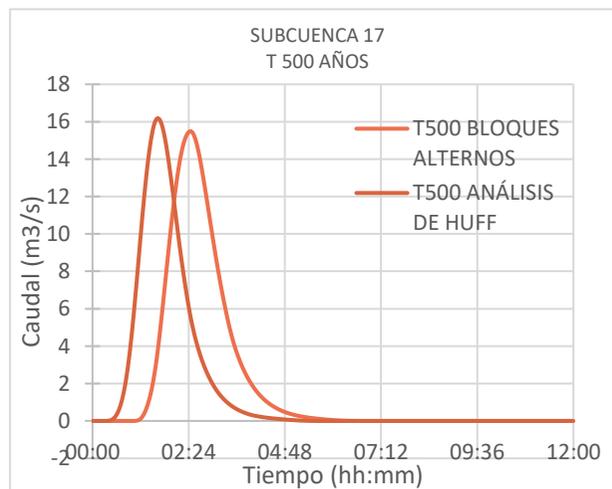
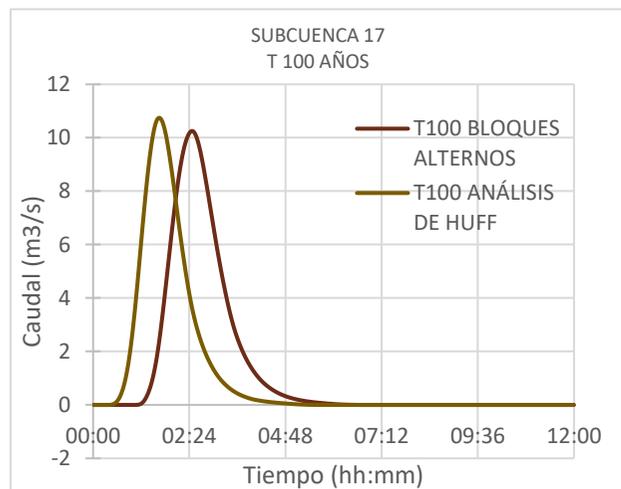
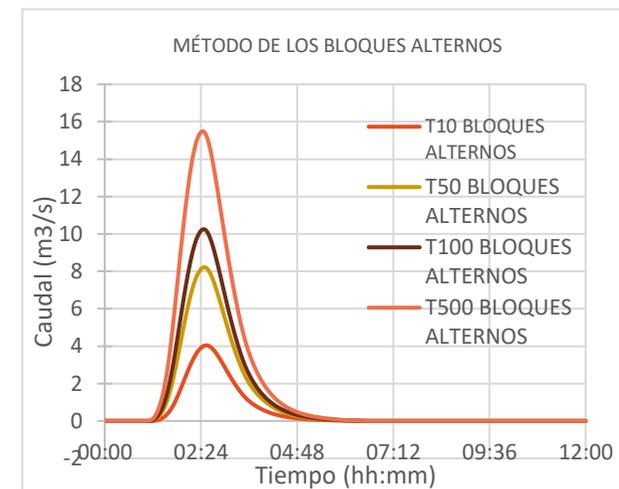
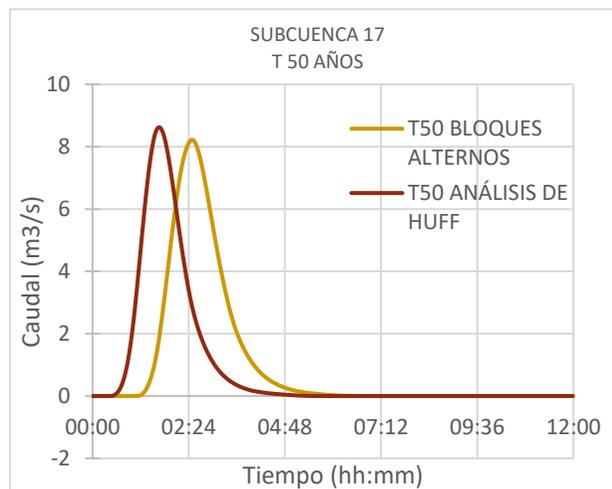
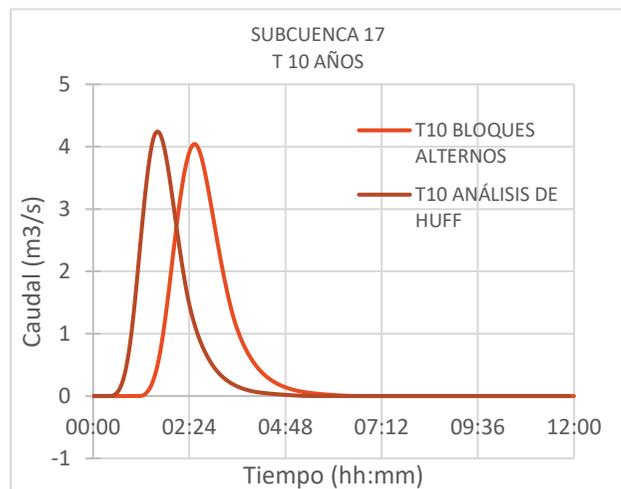


SUBCUENCA 15

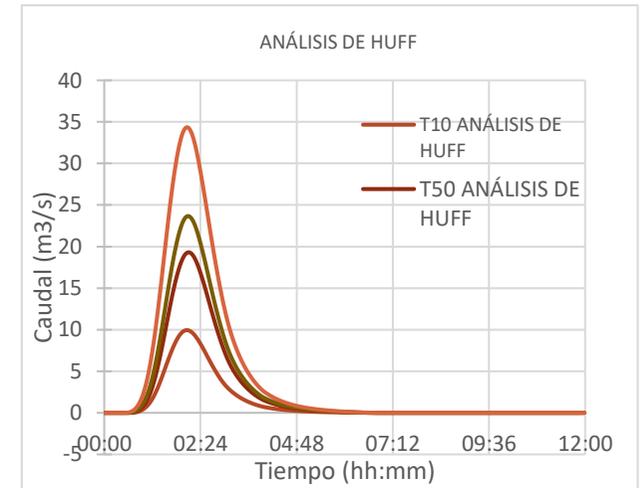
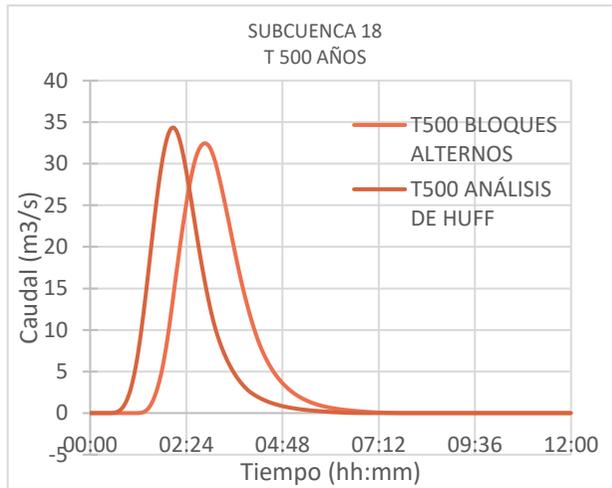
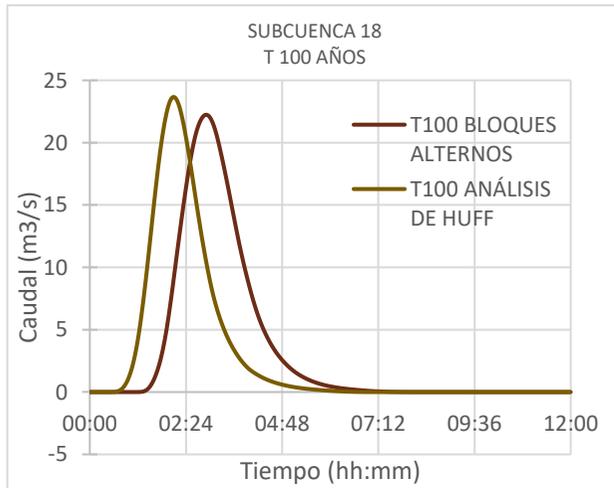
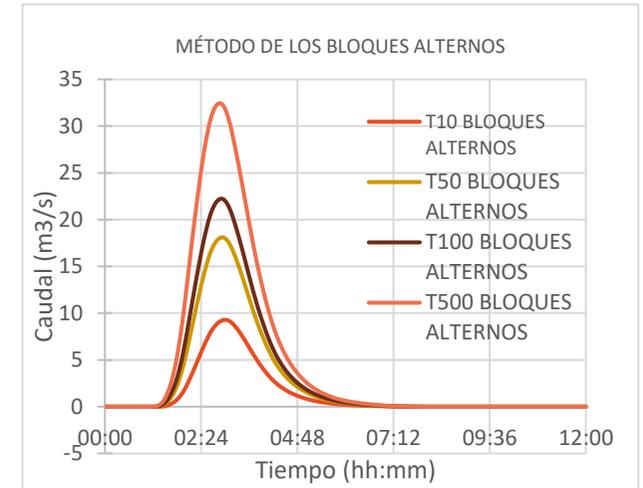
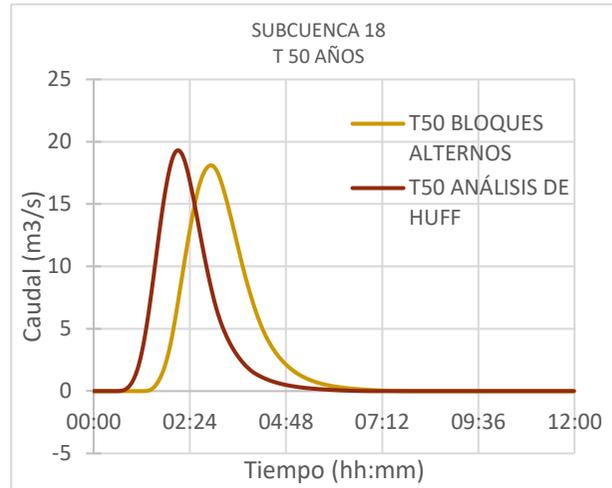
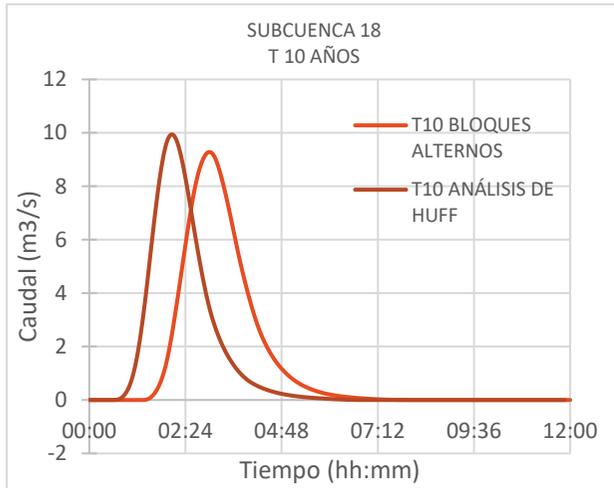


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 17

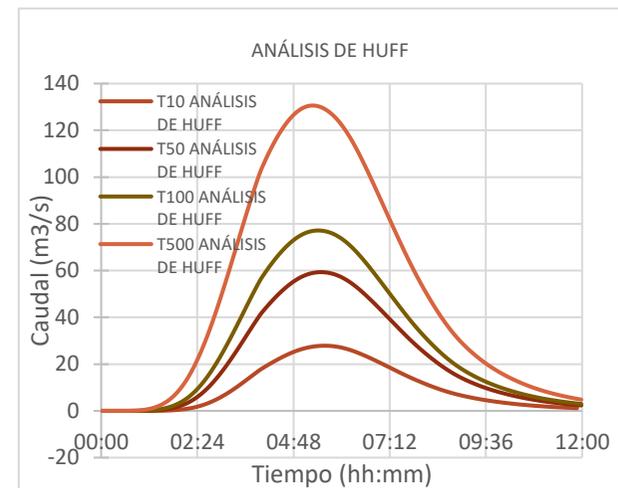
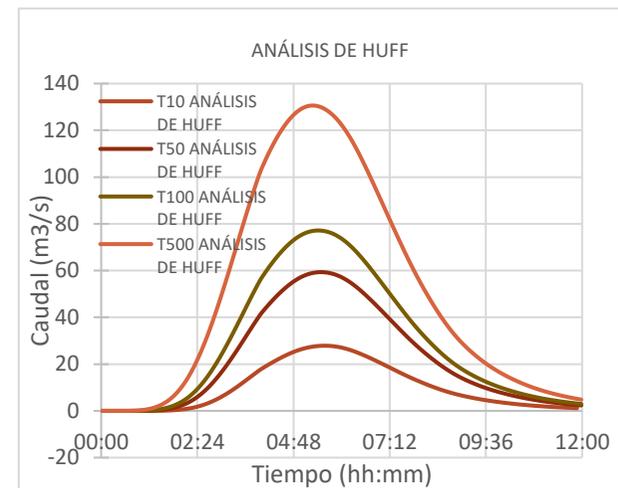
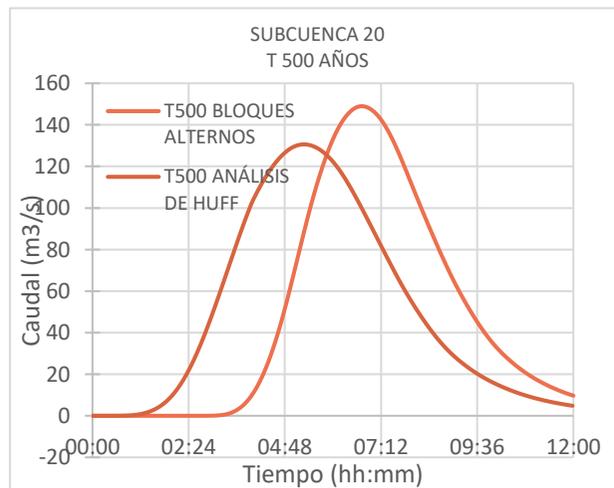
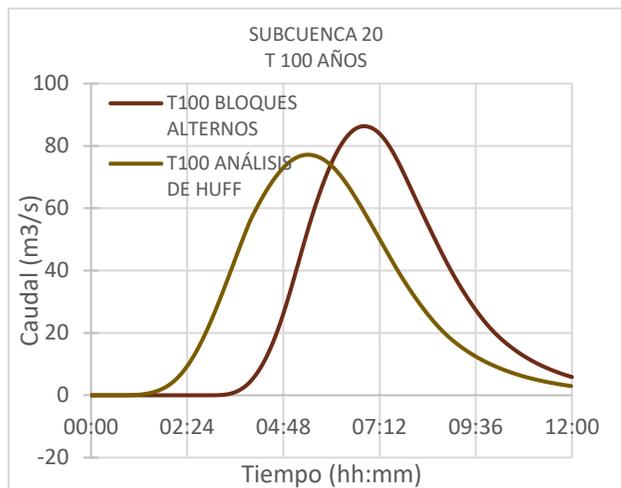
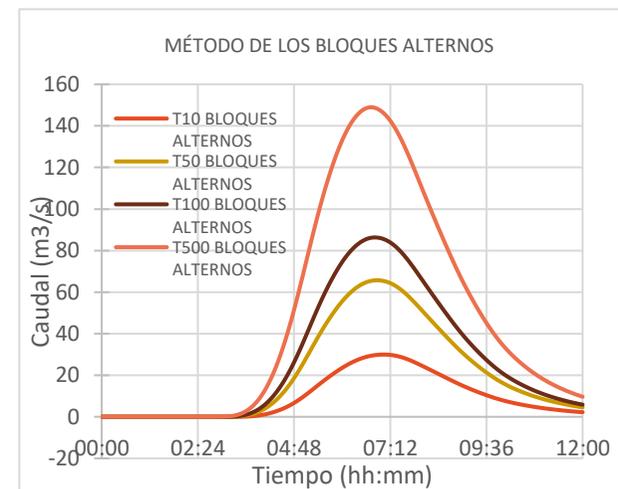
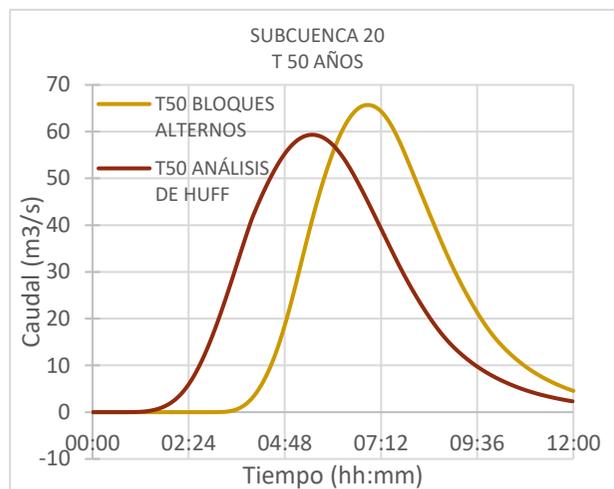
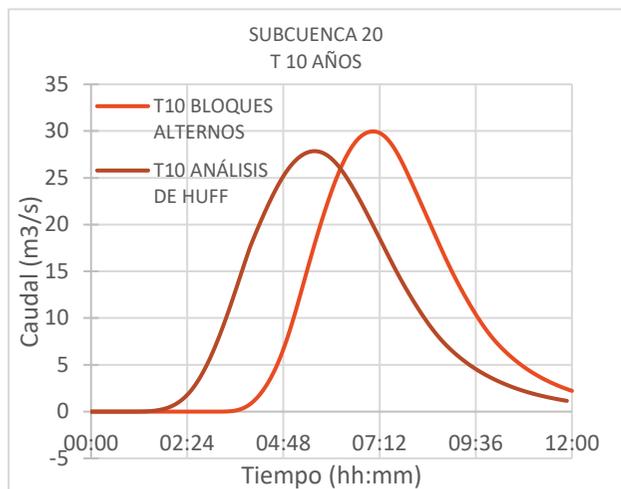


SUBCUENCA 18

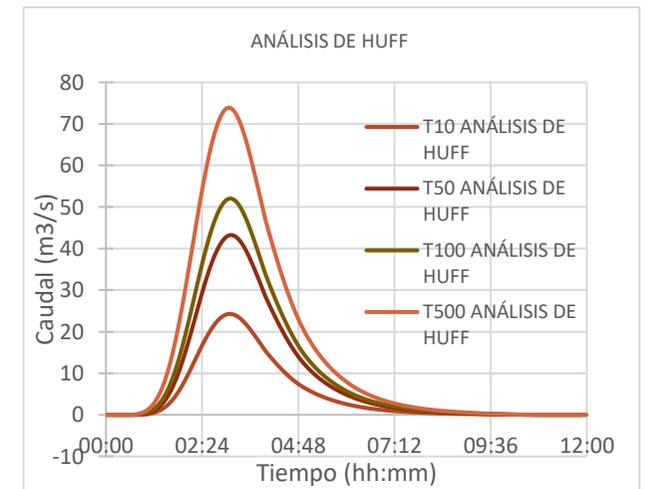
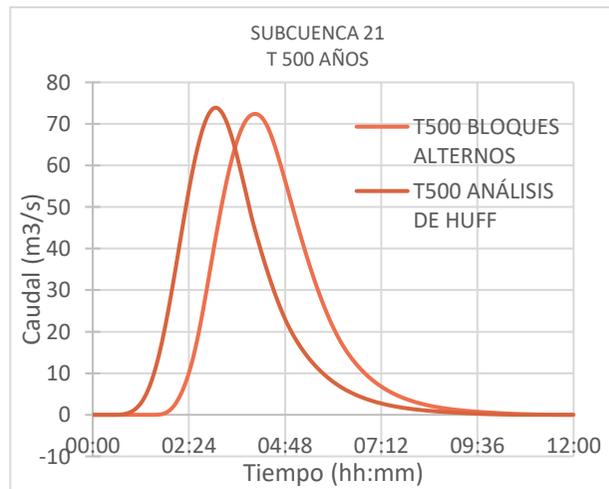
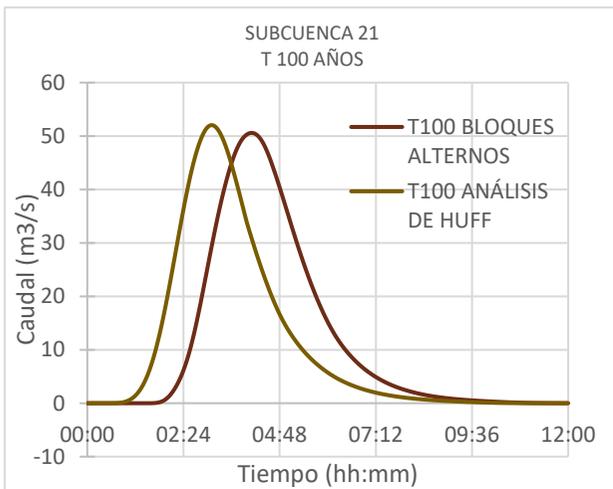
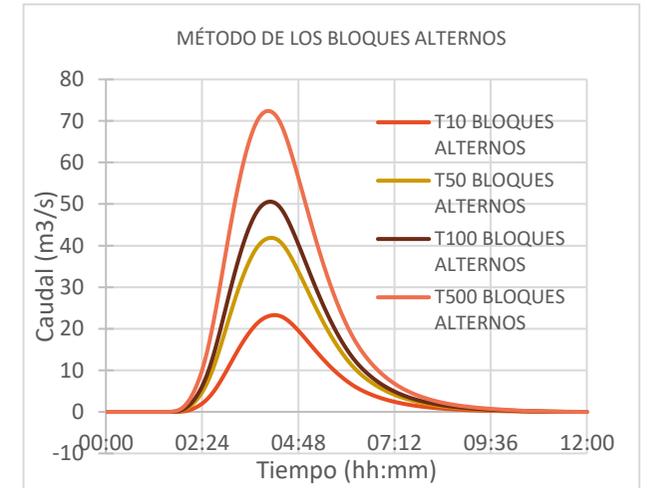
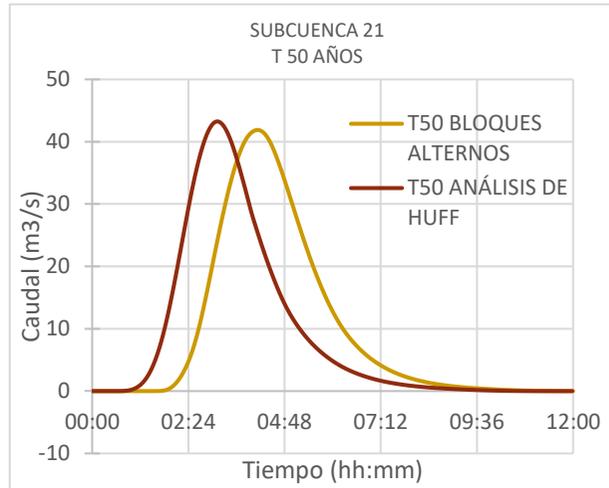
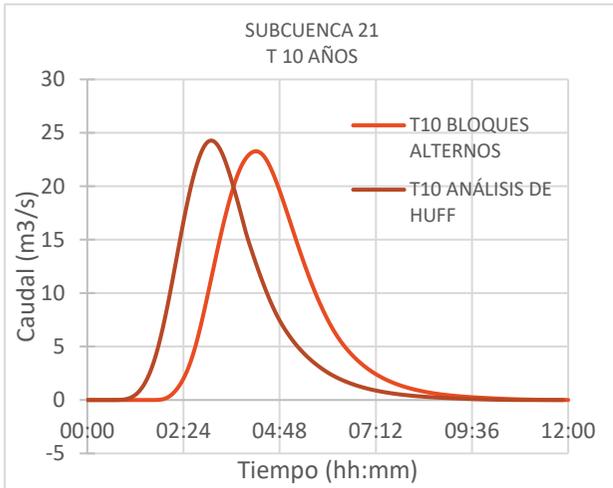


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 20

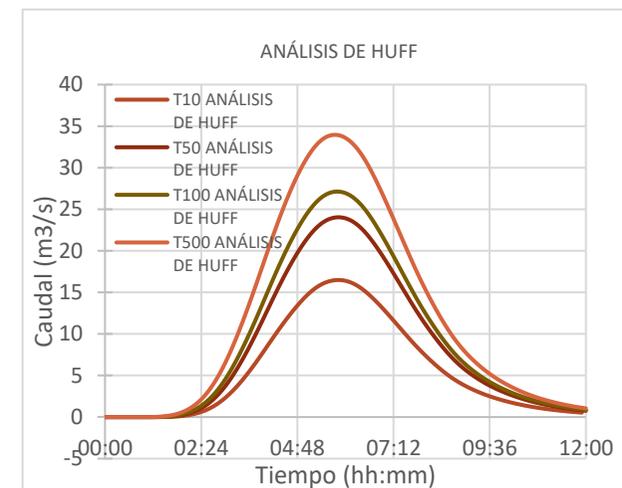
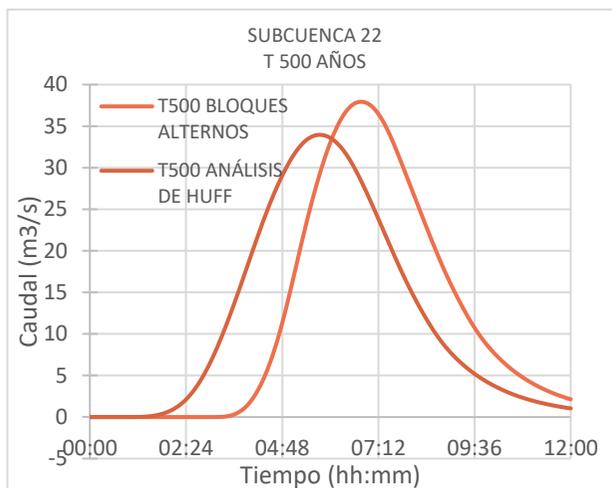
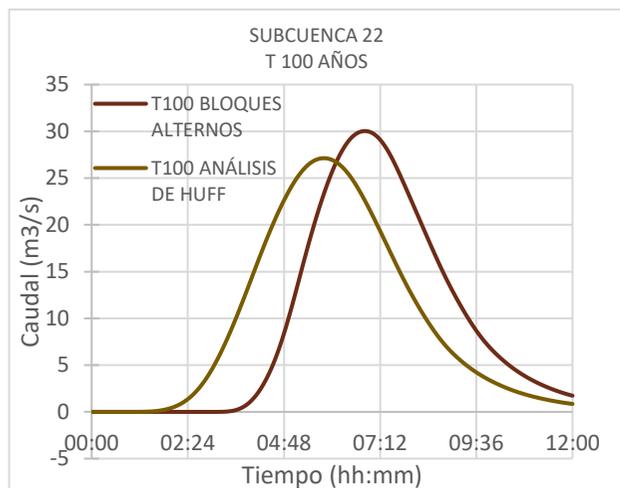
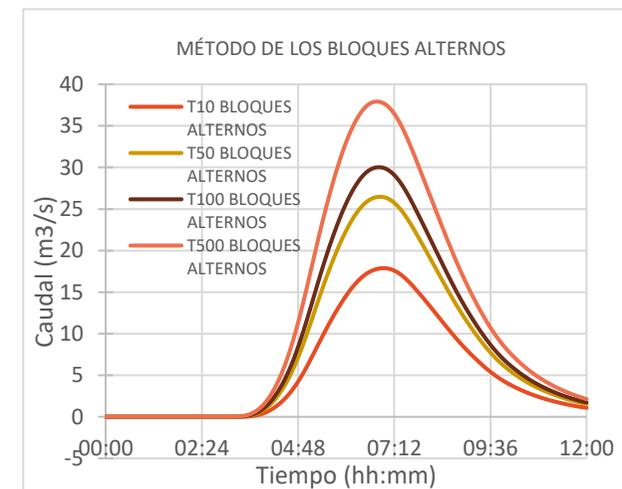
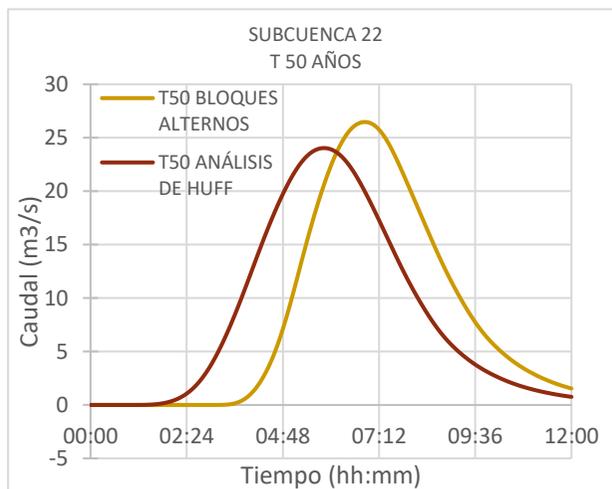
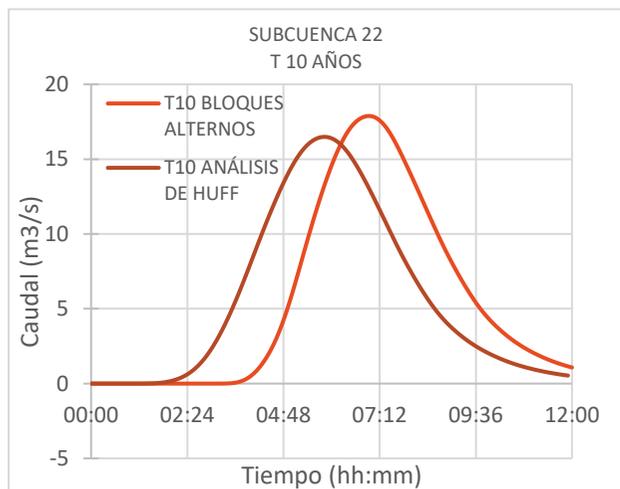


SUBCUENCA 21

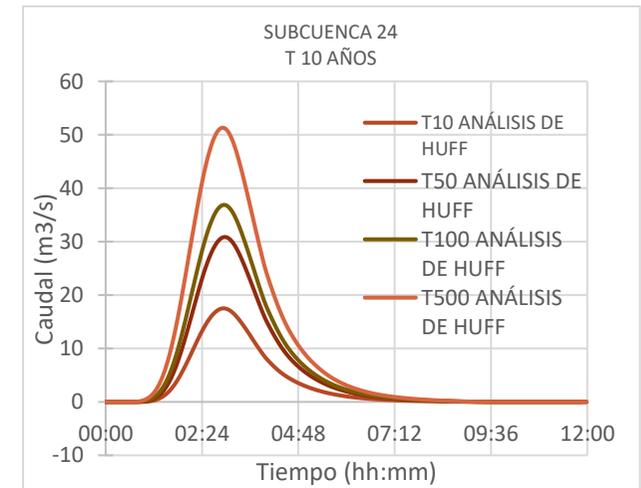
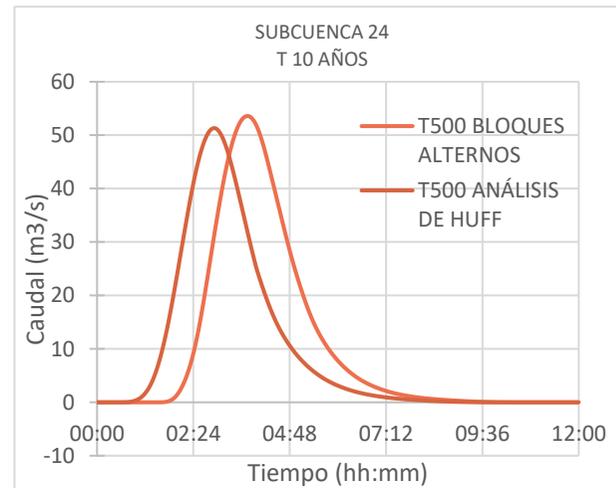
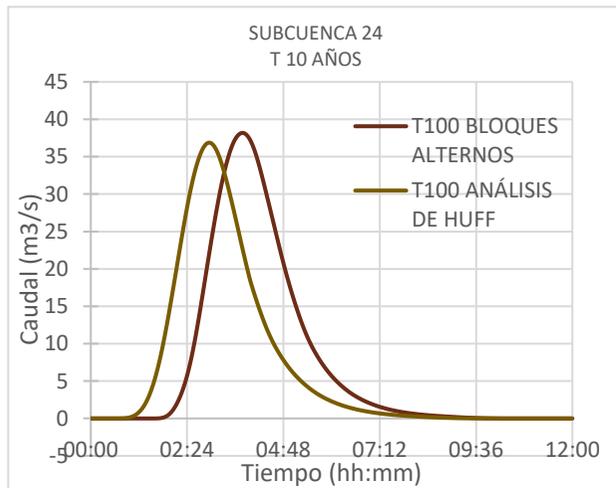
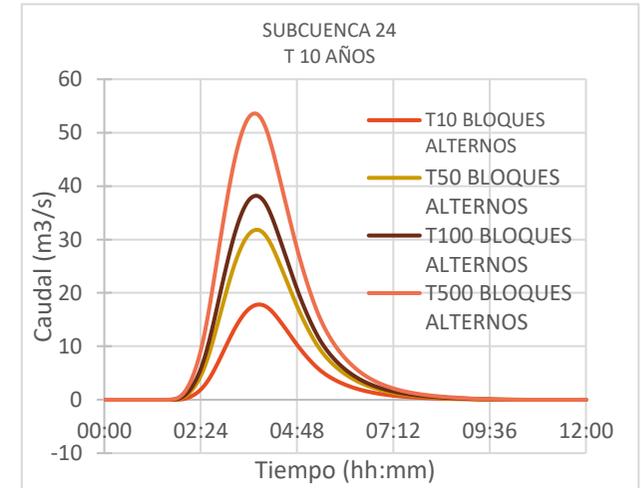
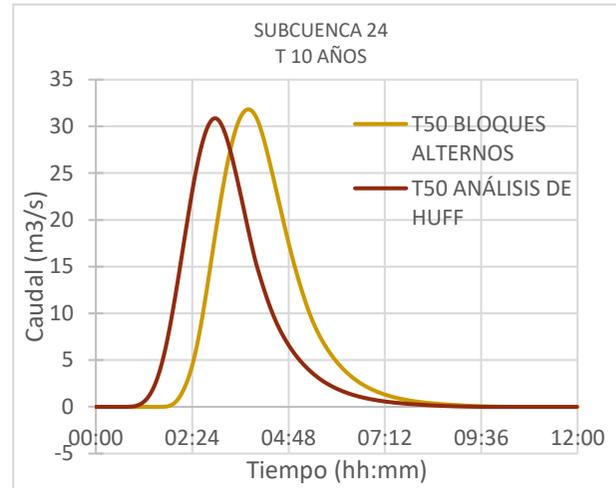
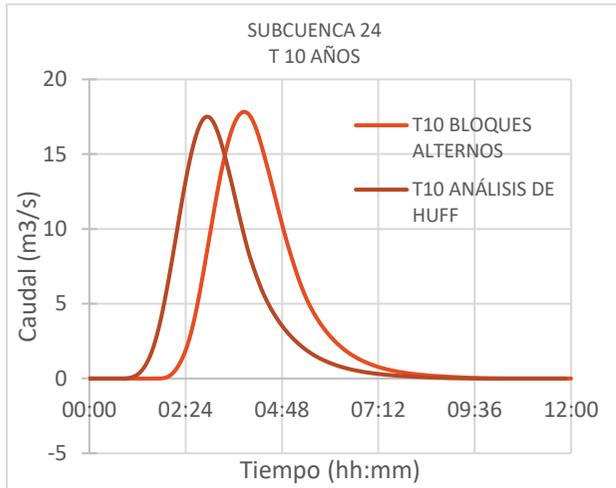


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 22

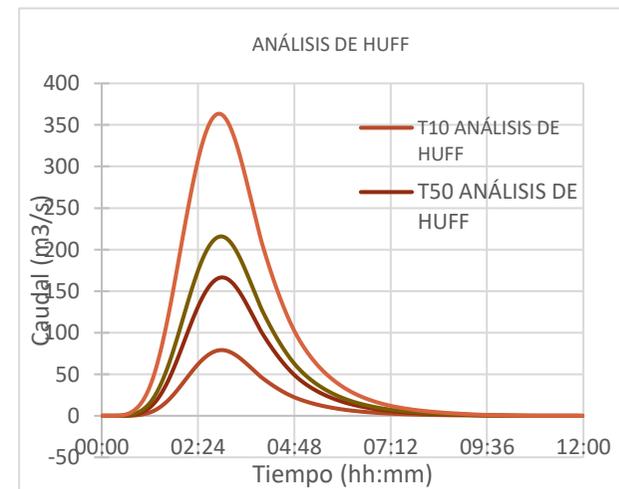
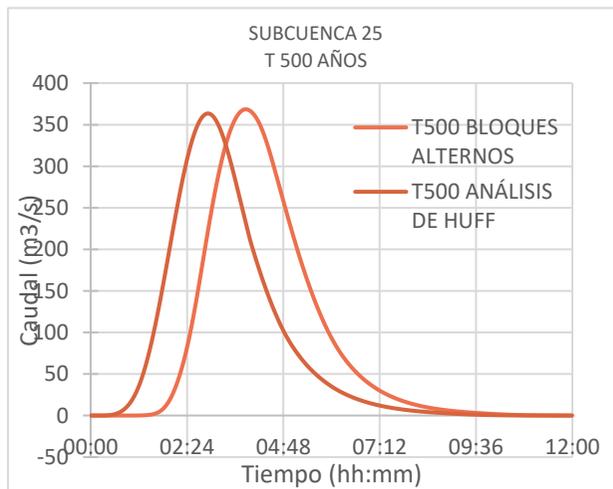
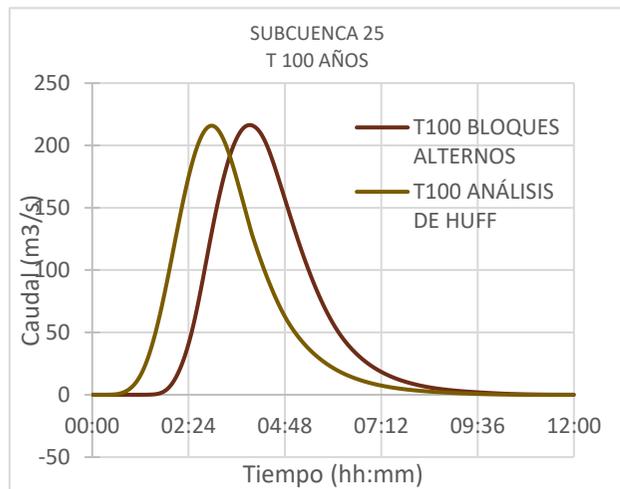
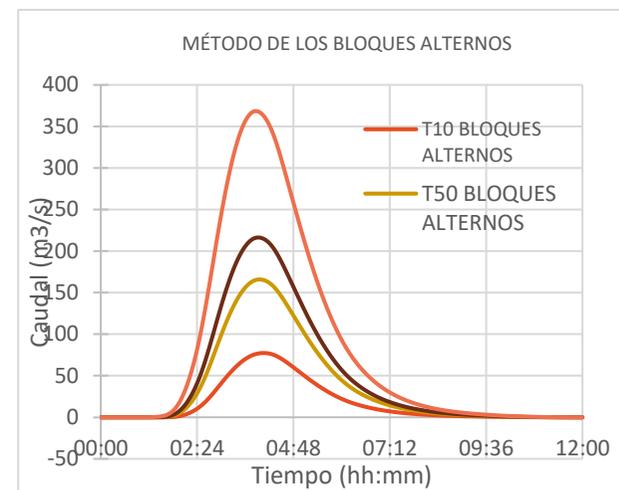
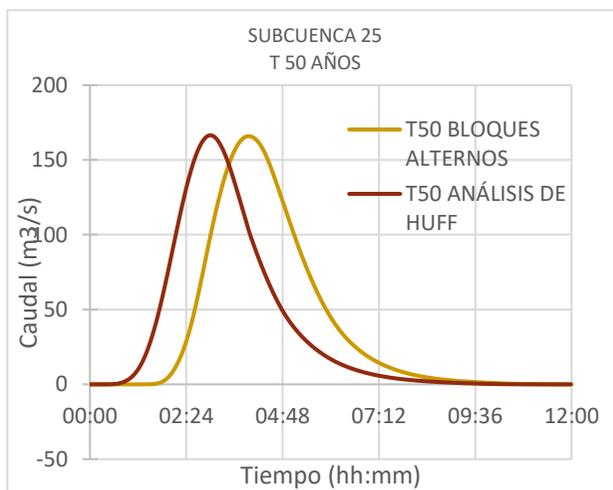
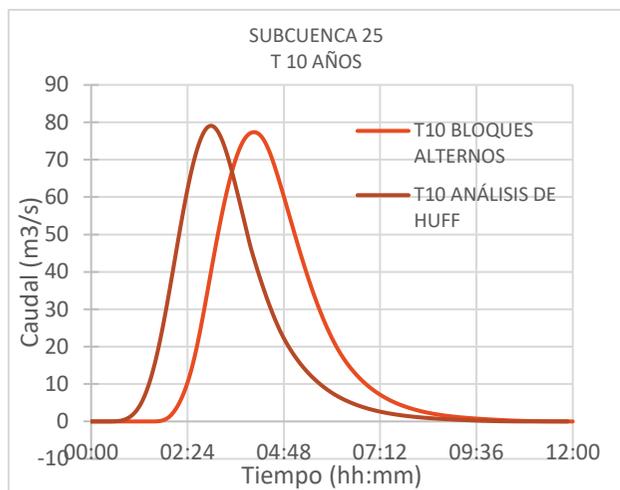


SUBCUENCA 24

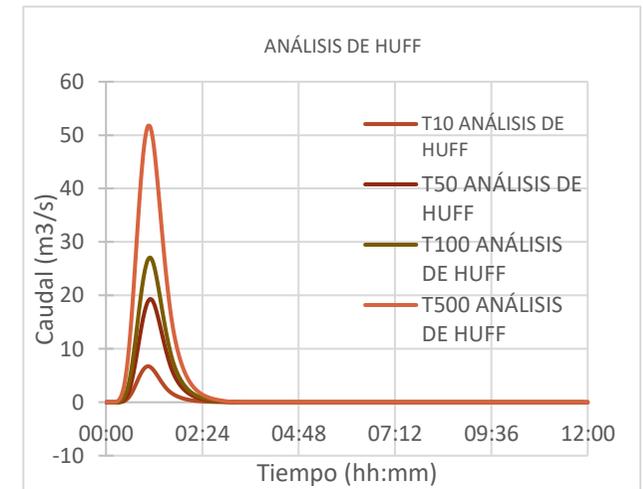
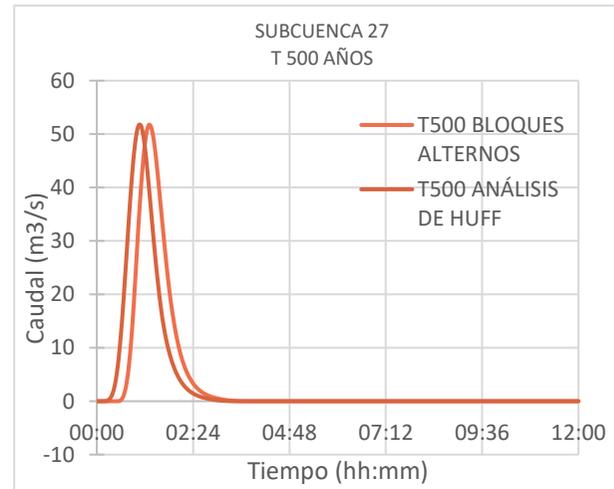
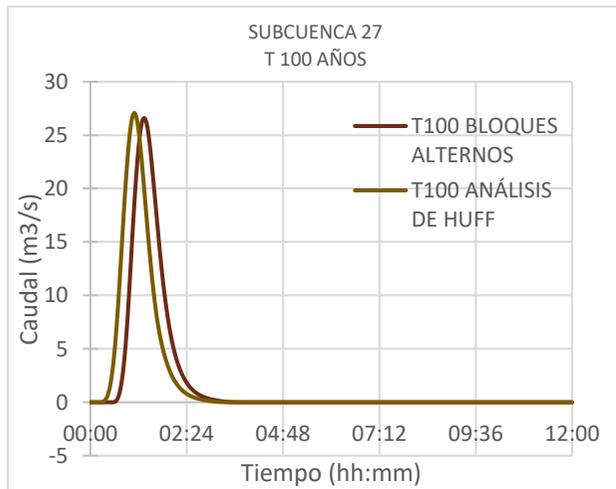
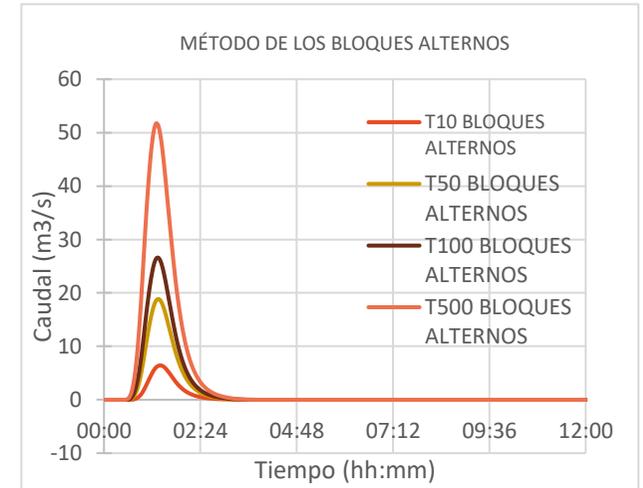
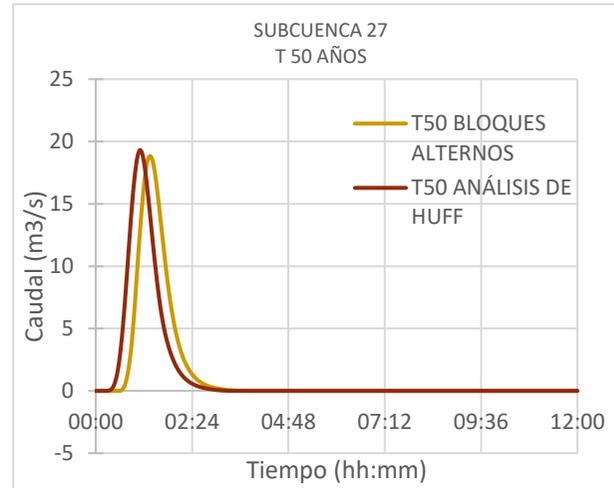
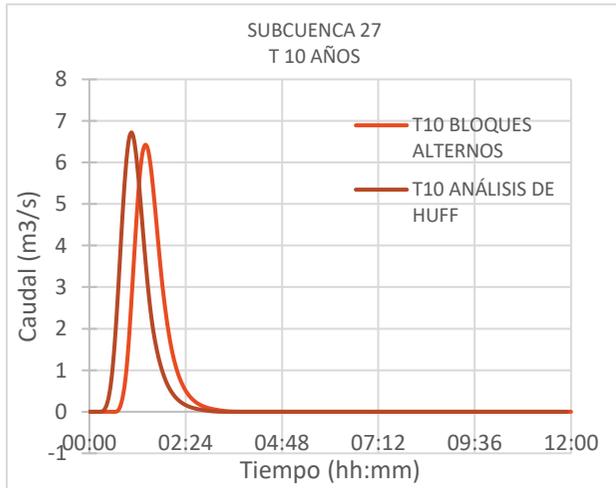


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 25

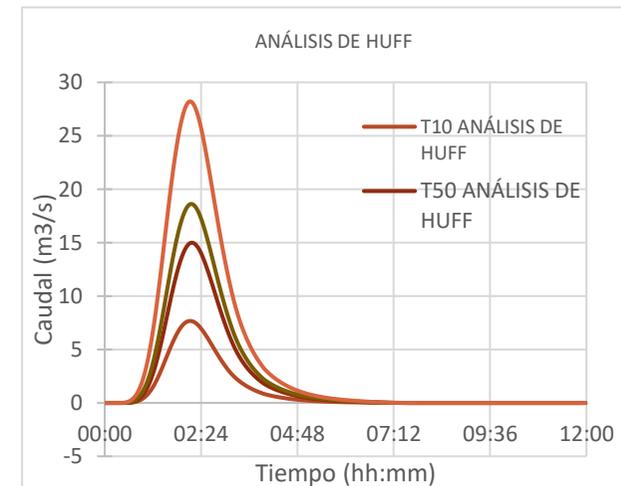
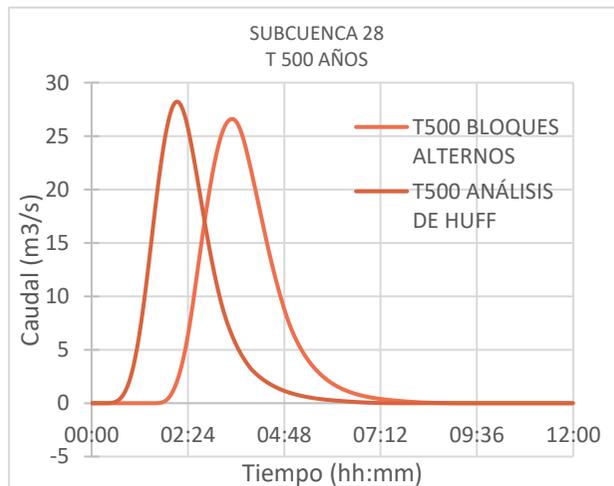
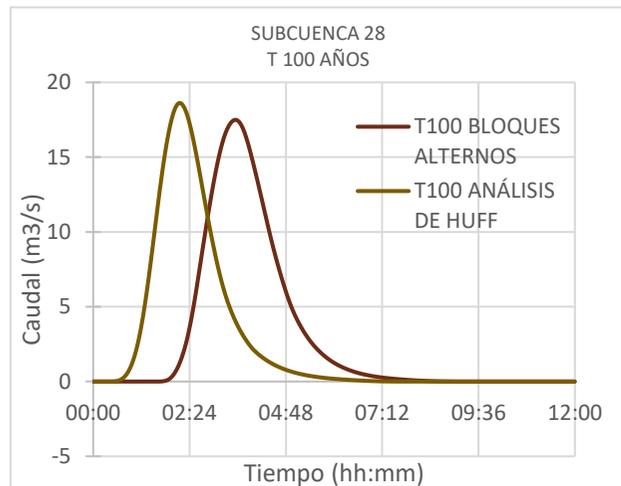
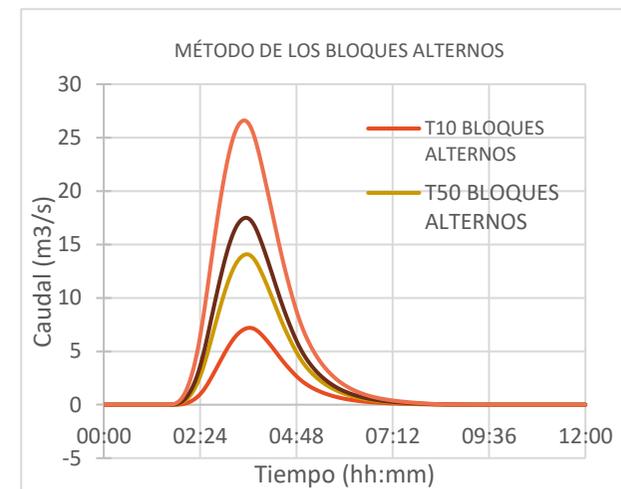
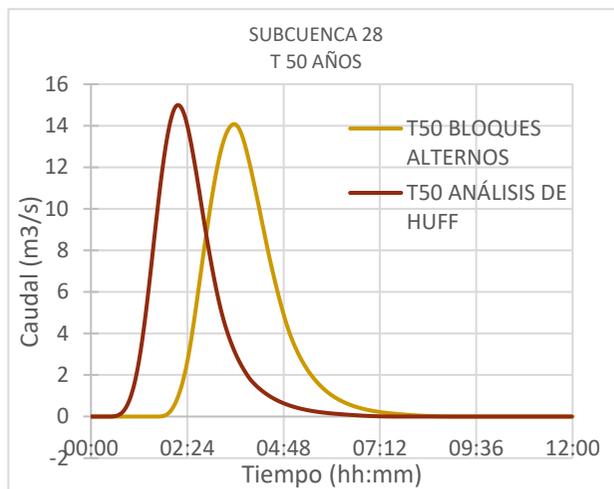
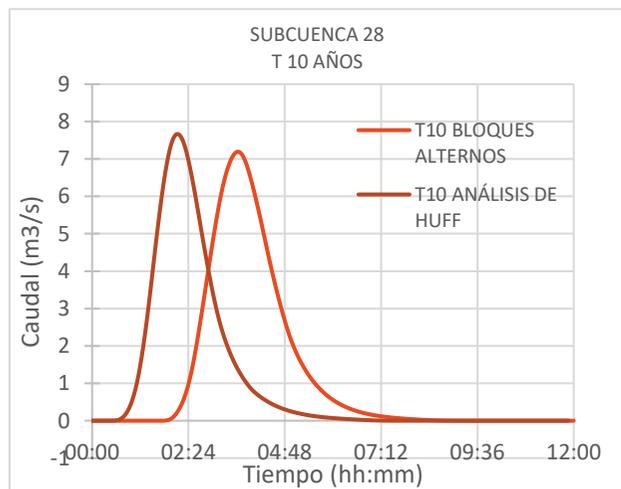


SUBCUENCA 27

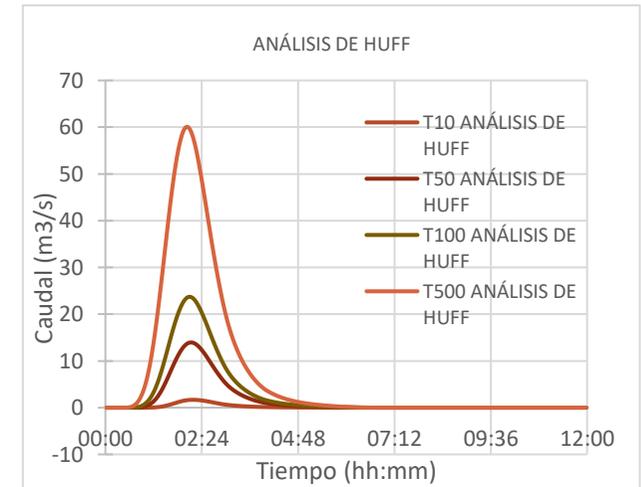
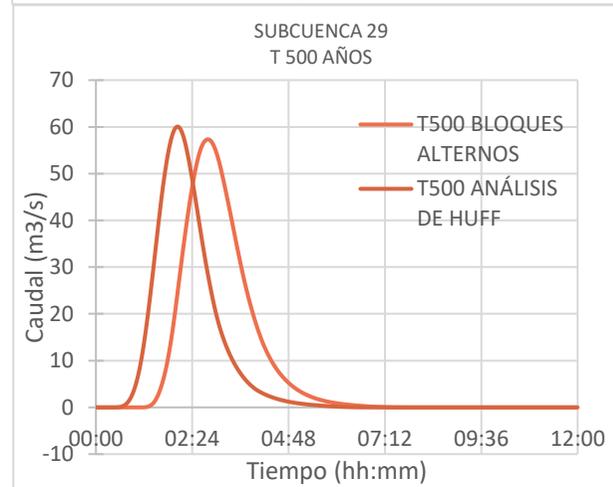
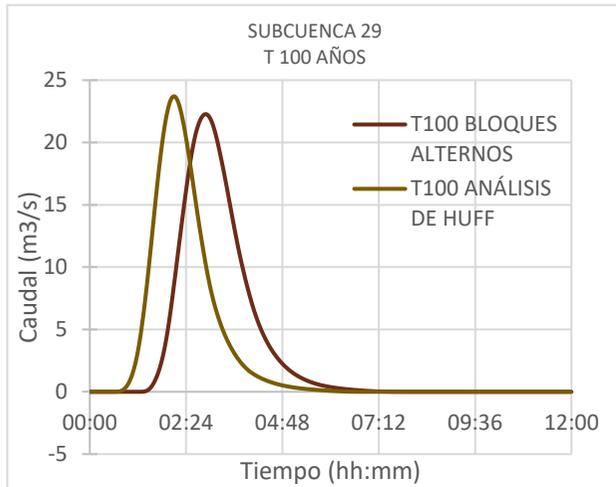
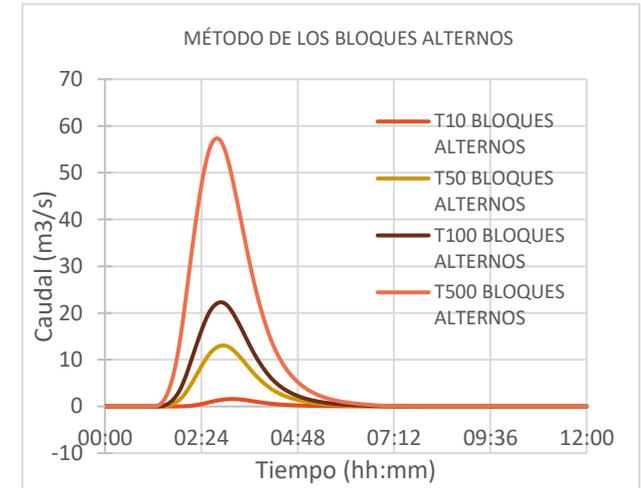
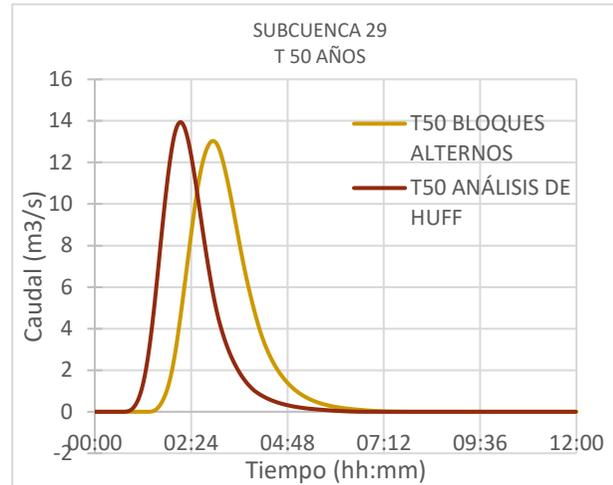
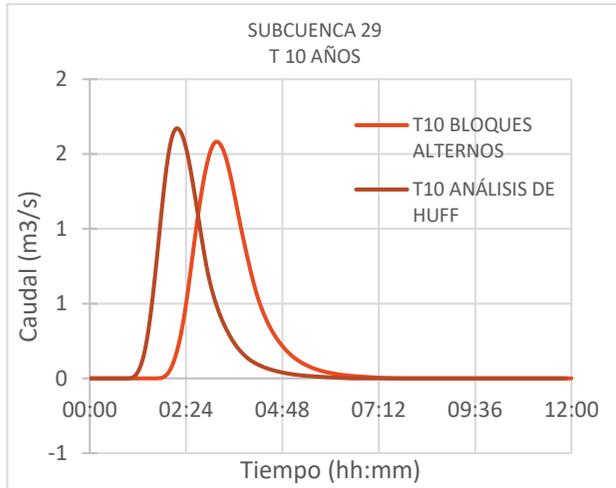


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 28

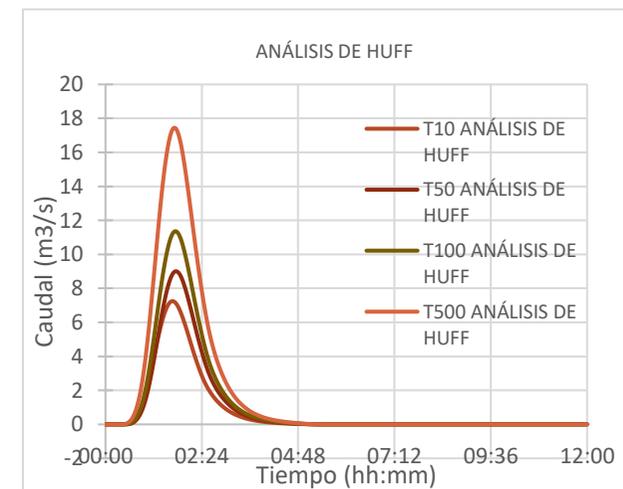
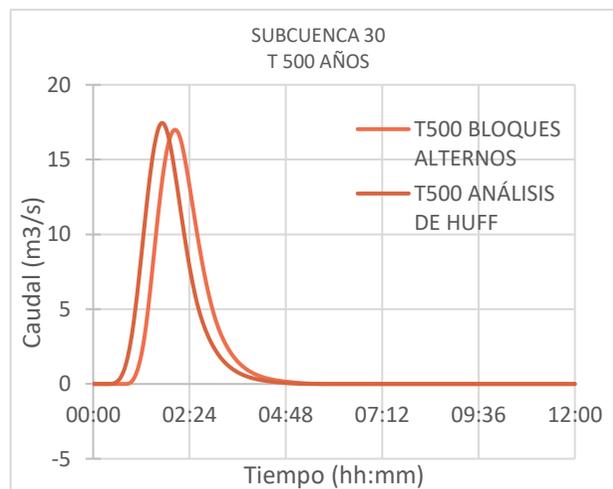
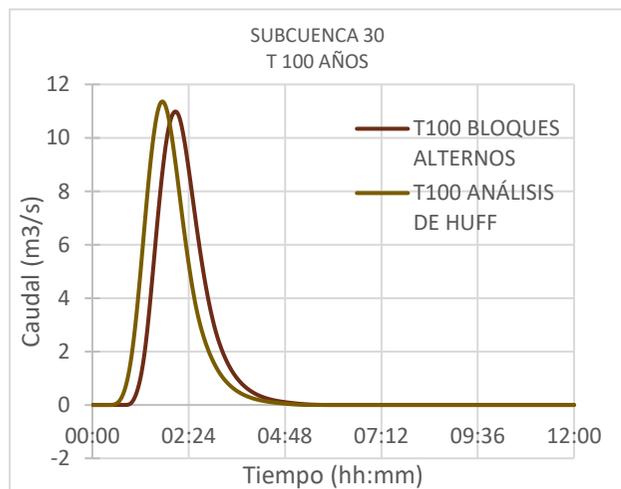
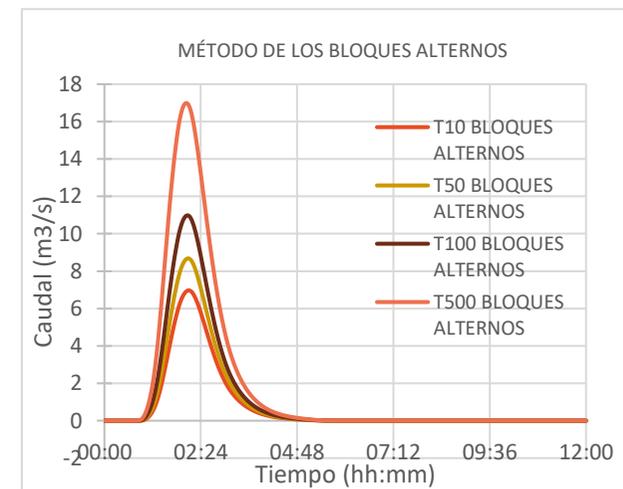
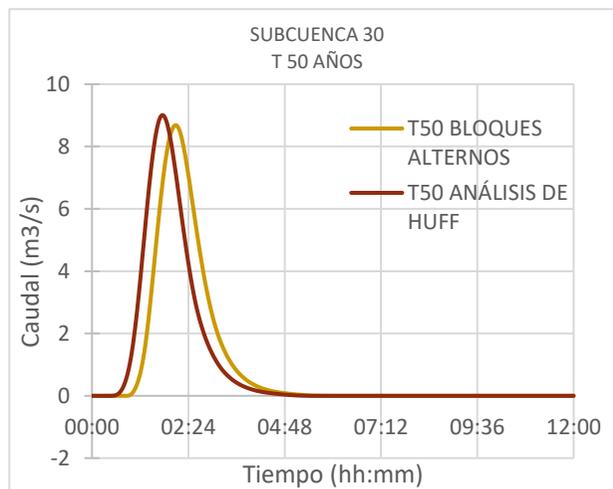
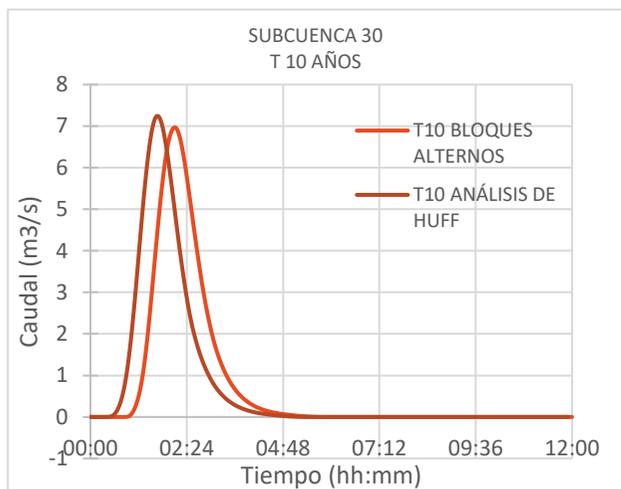


SUBCUENCA 29

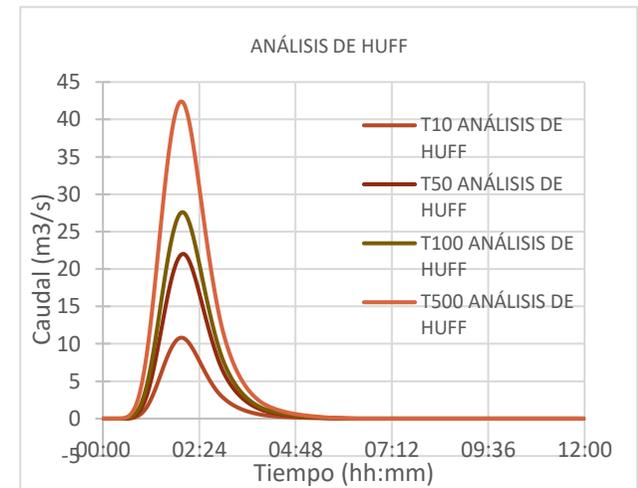
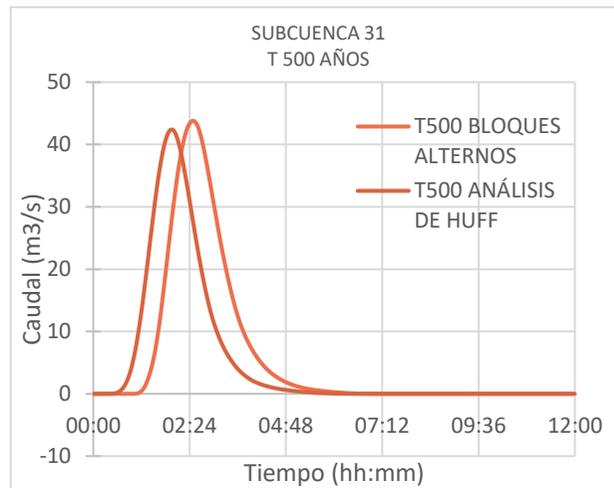
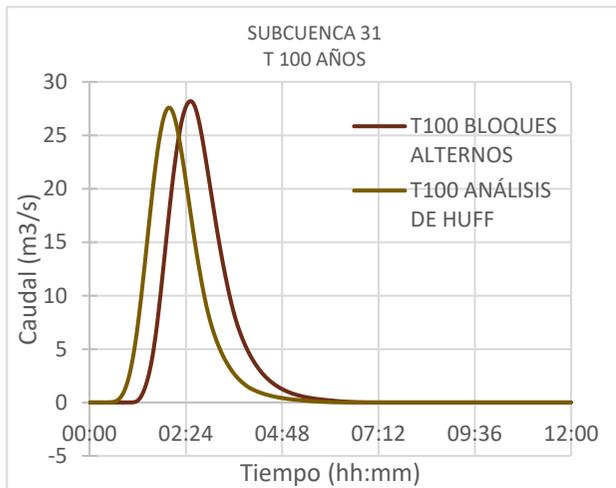
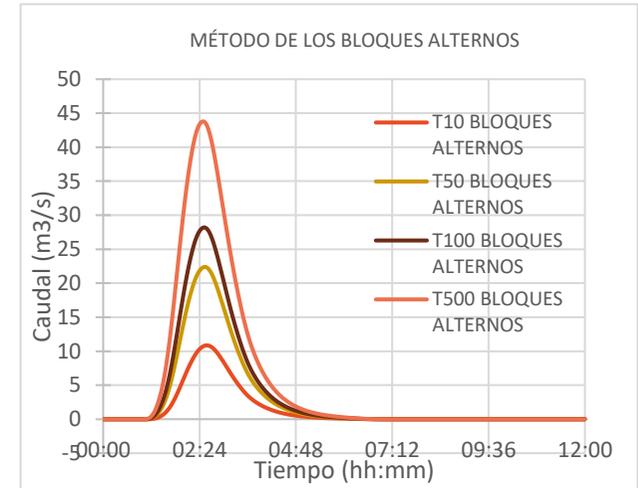
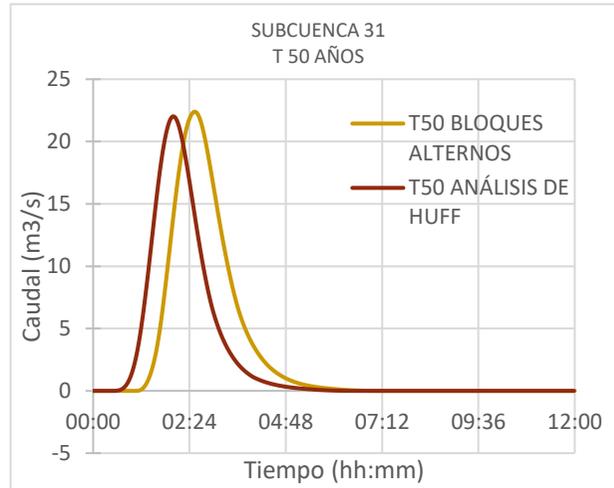
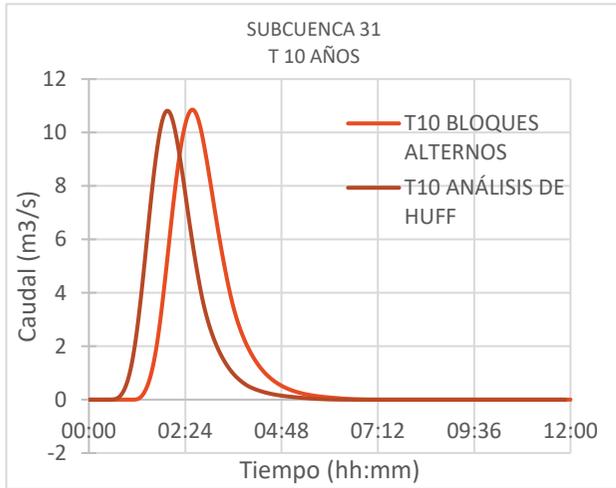


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 30

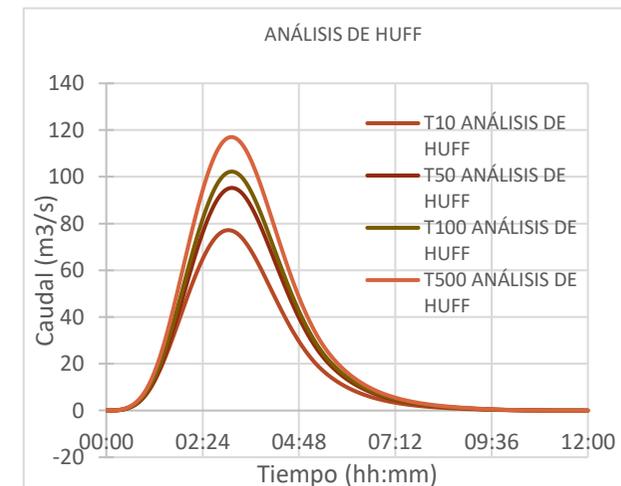
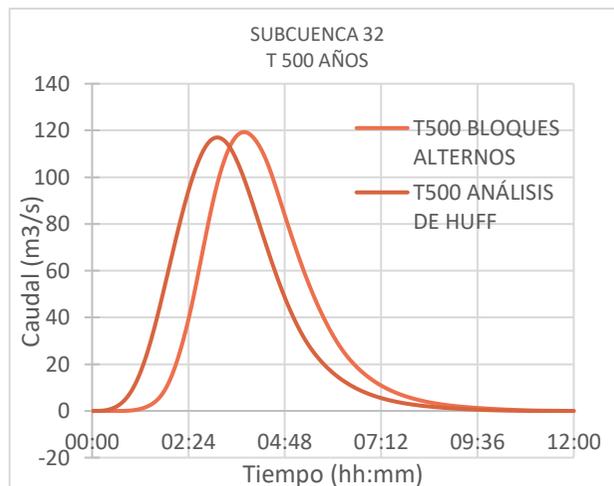
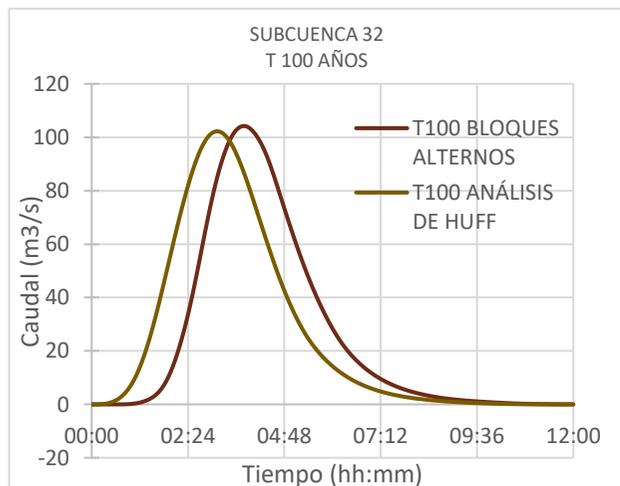
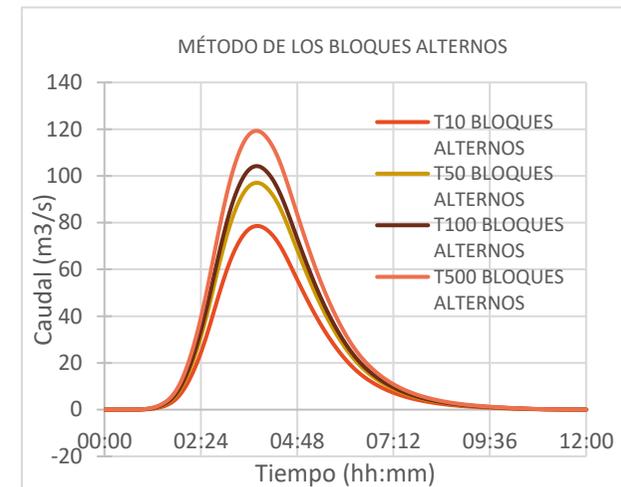
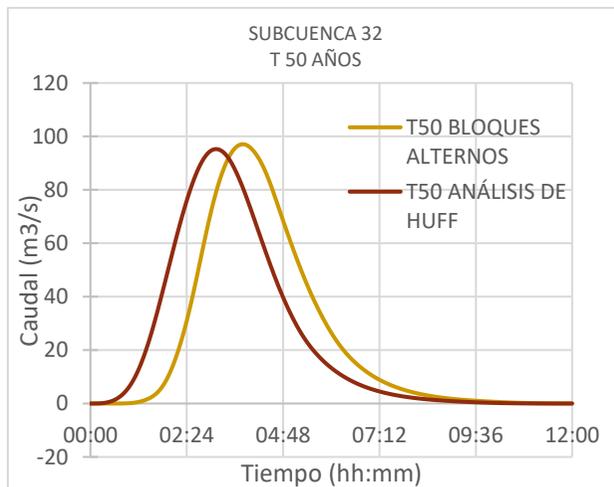
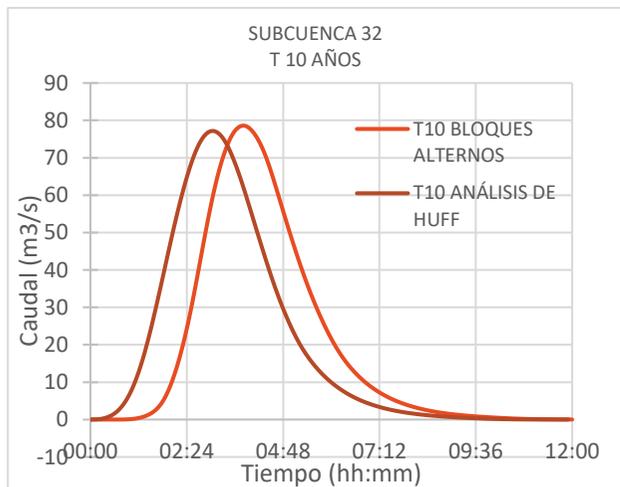


SUBCUENCA 31

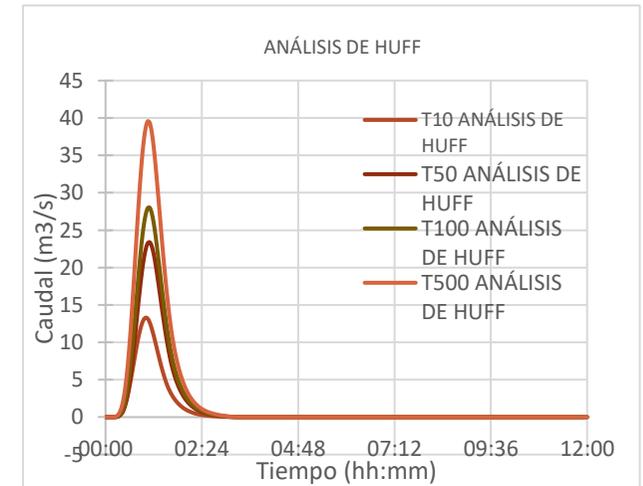
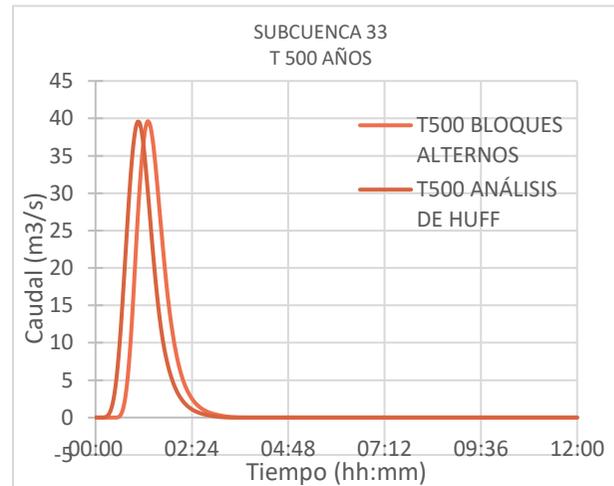
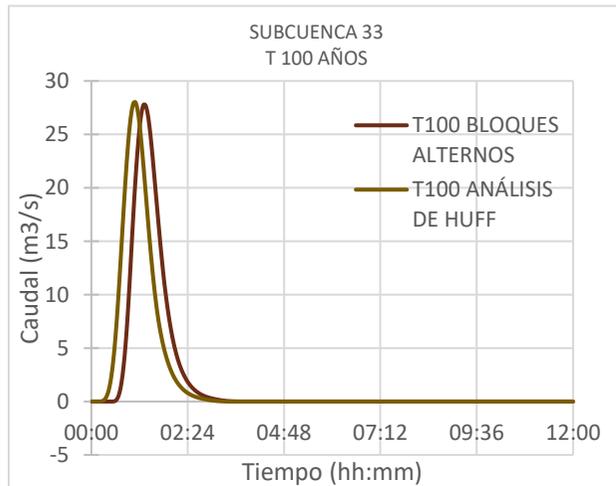
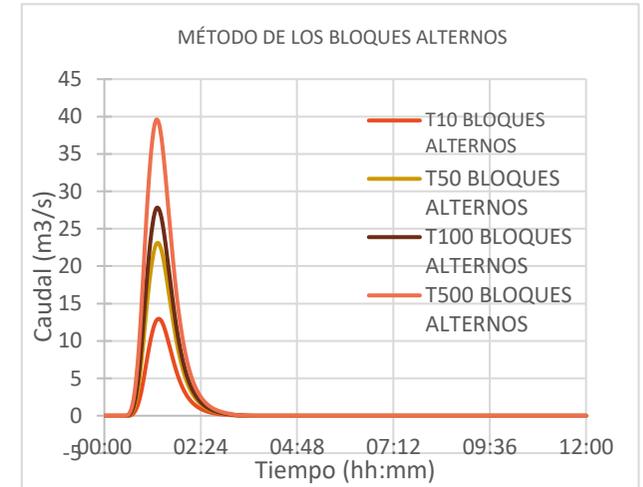
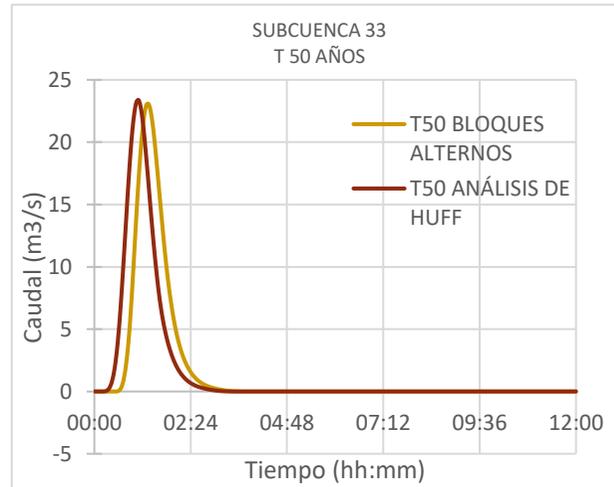
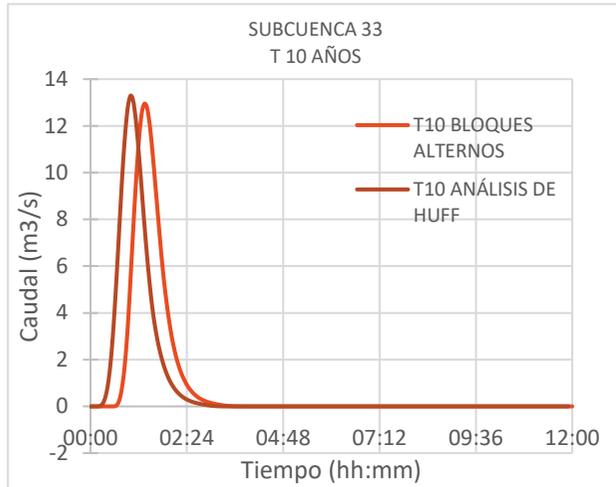


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 32

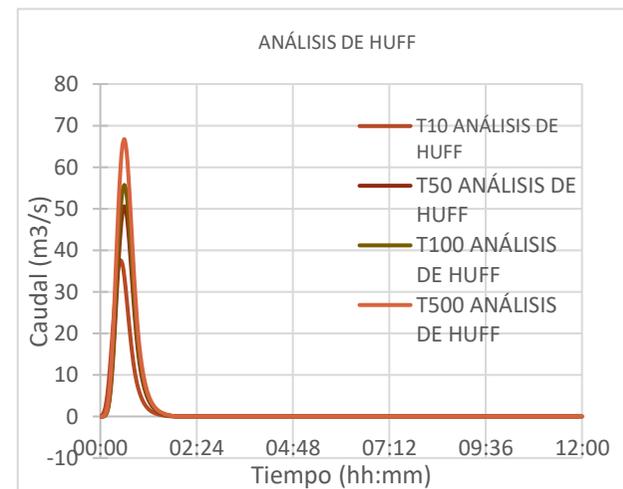
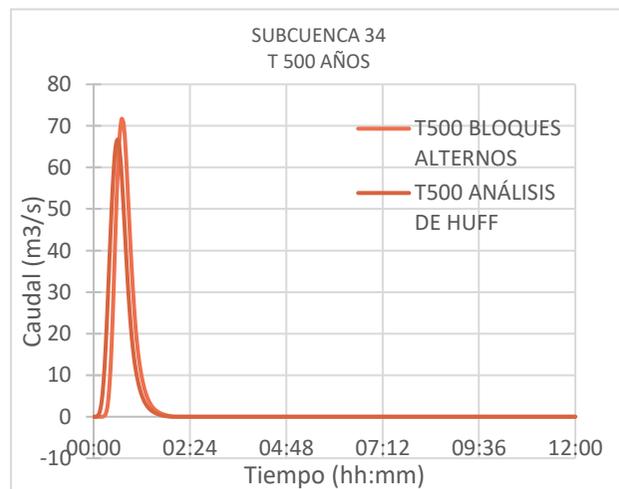
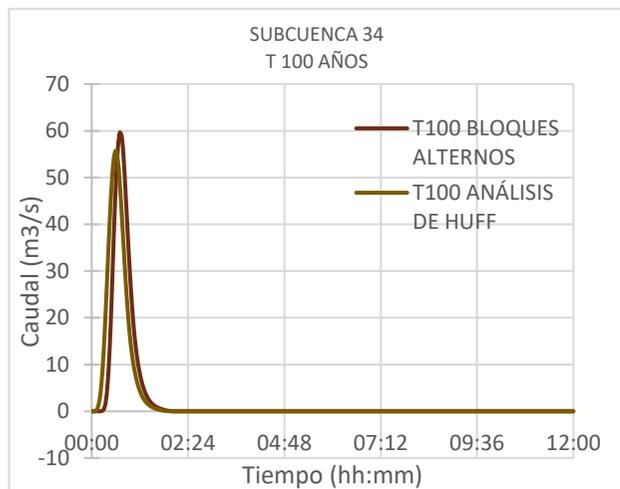
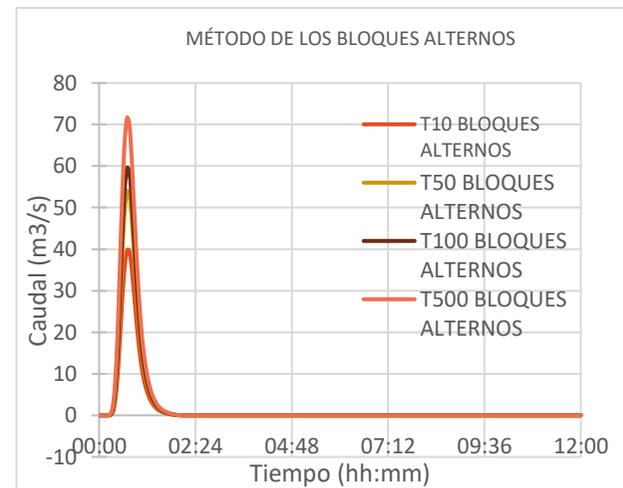
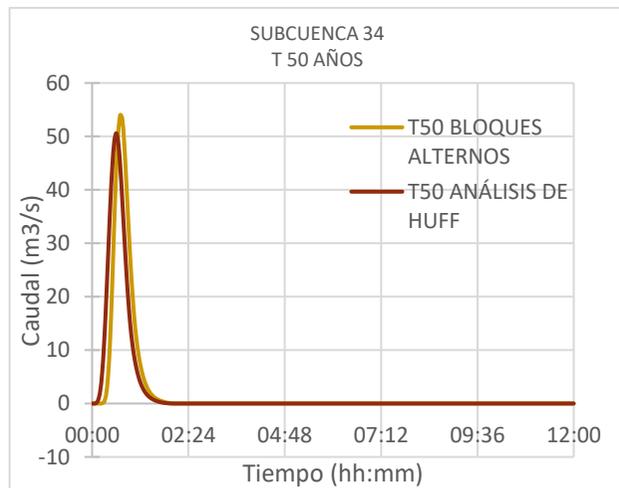
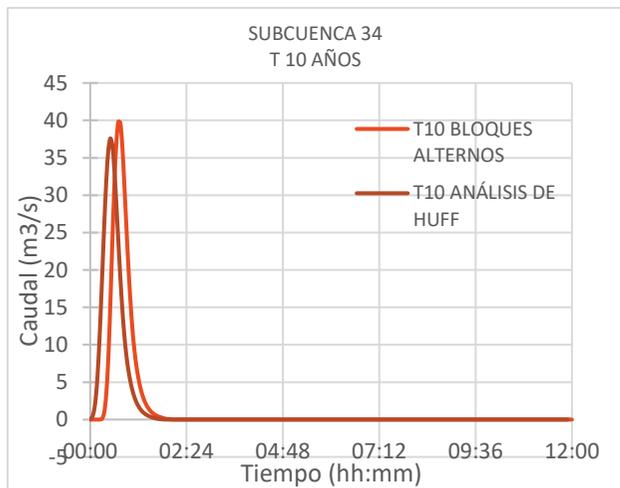


SUBCUENCA 33

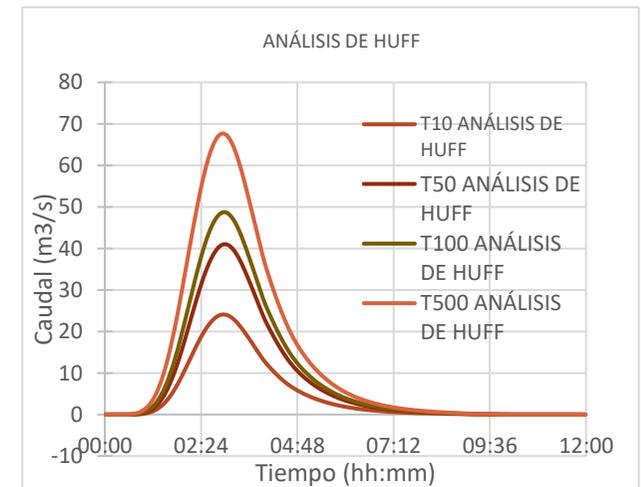
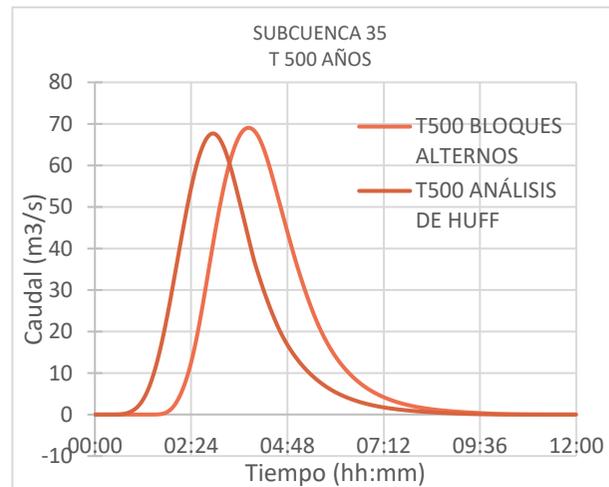
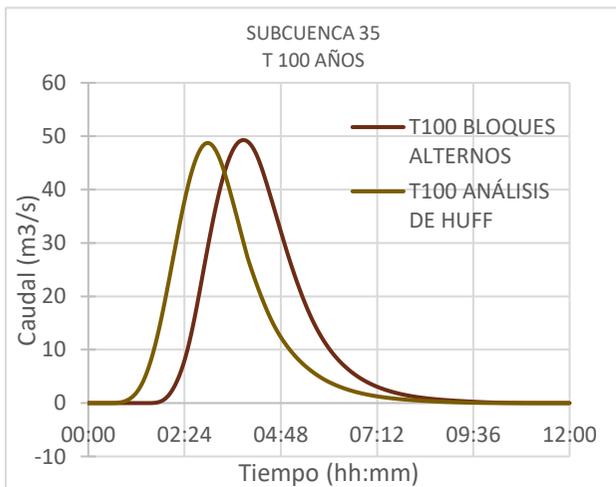
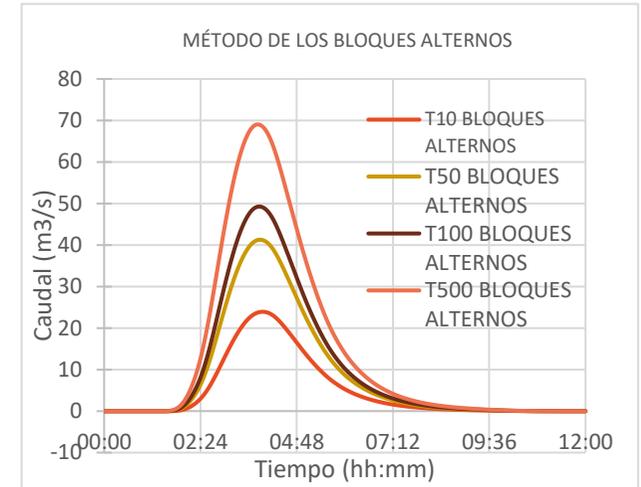
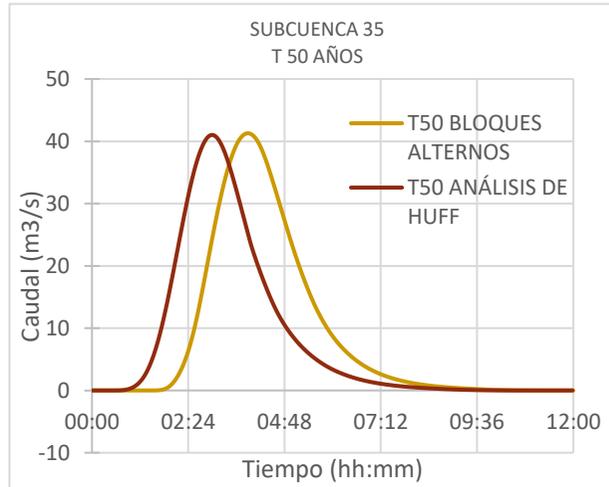
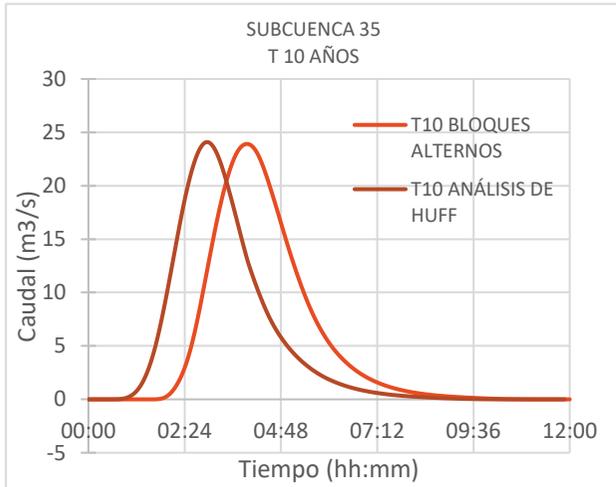


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 34

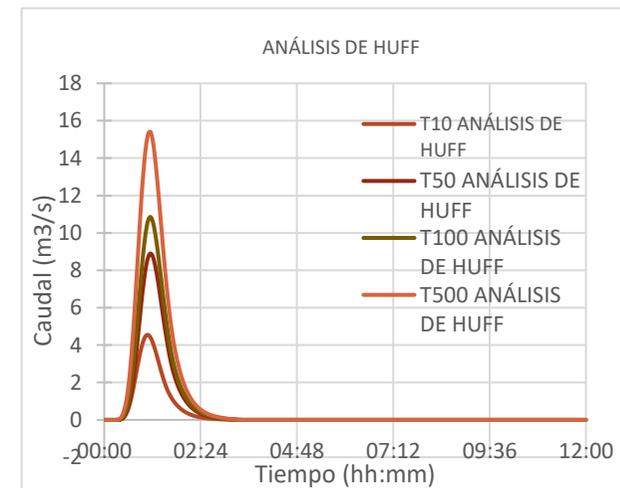
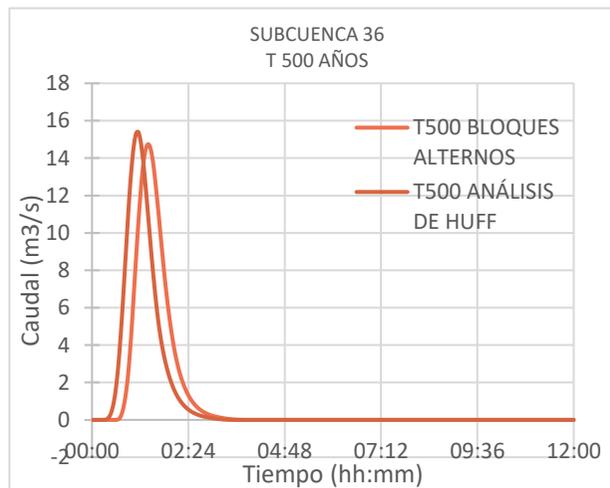
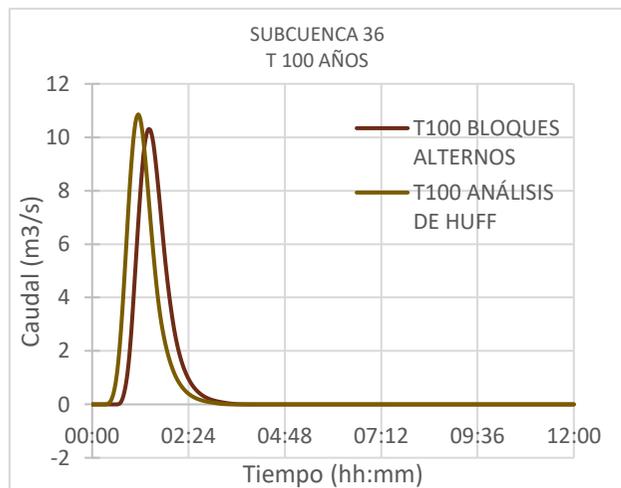
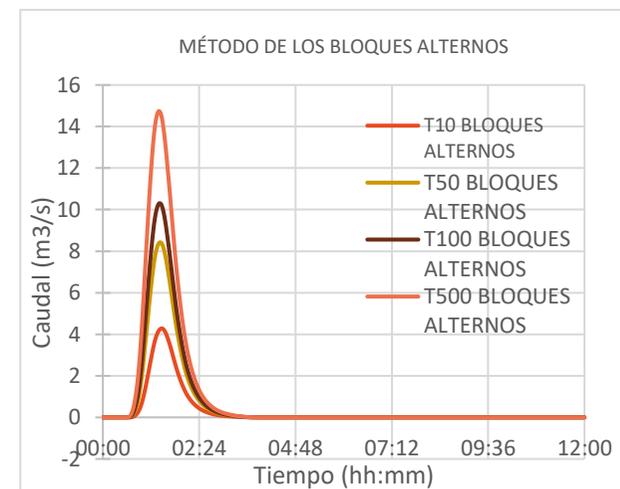
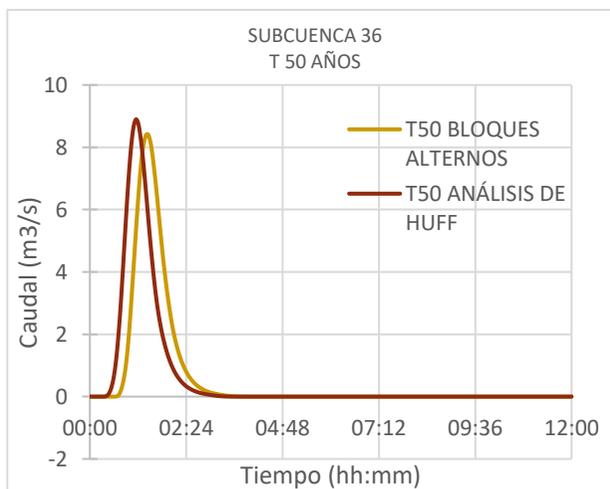
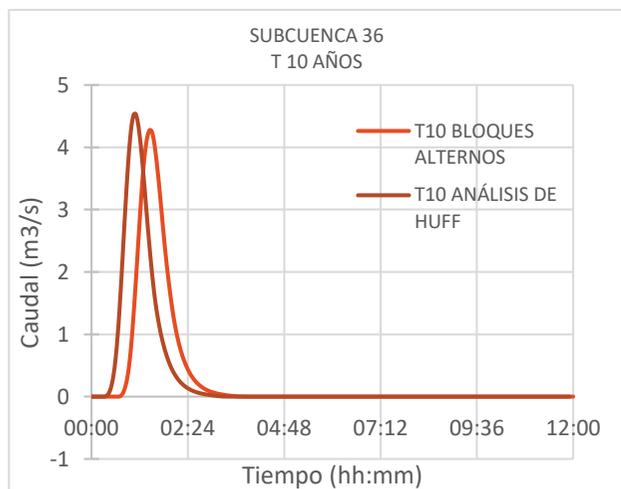


SUBCUENCA 35

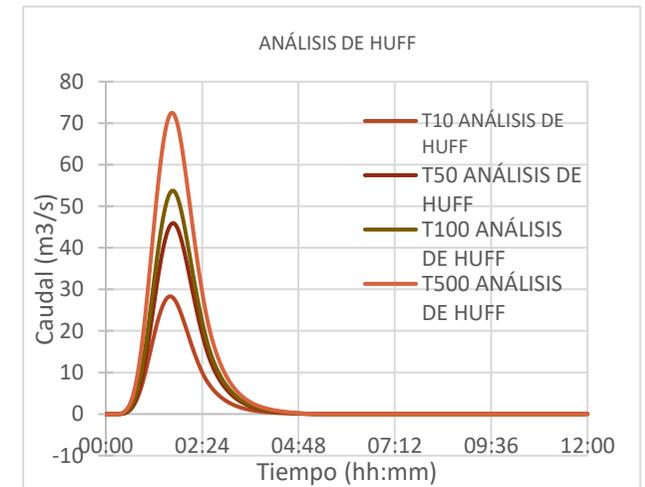
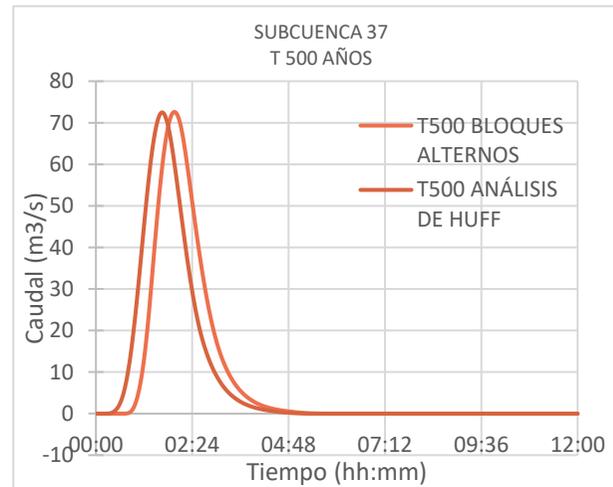
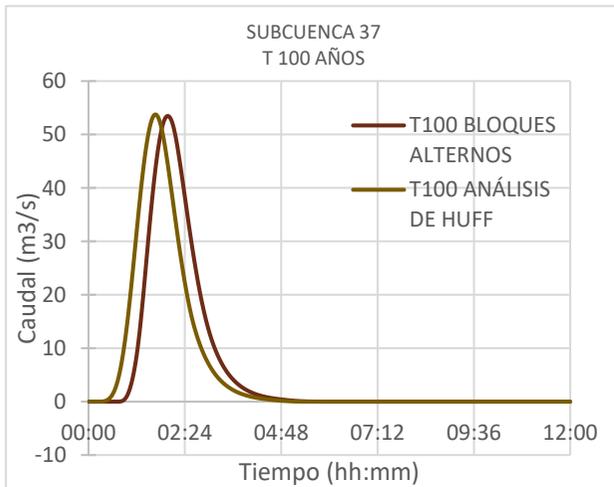
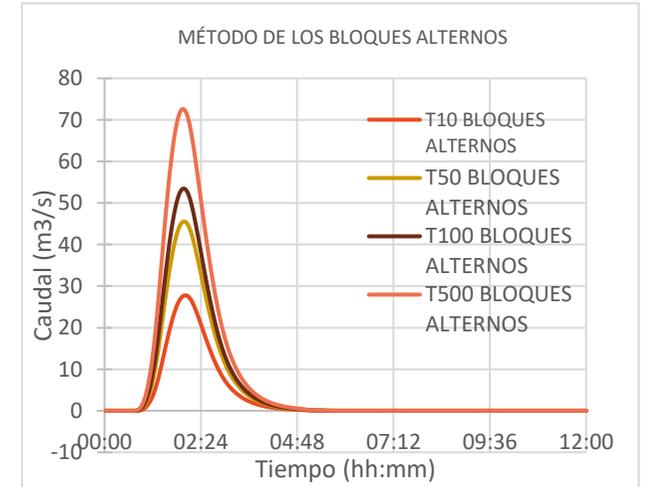
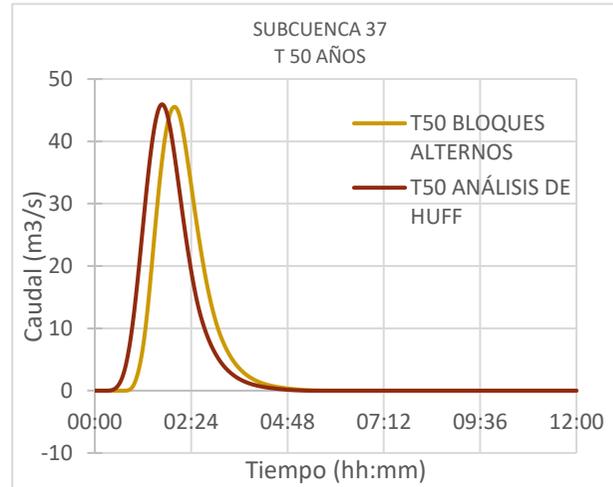
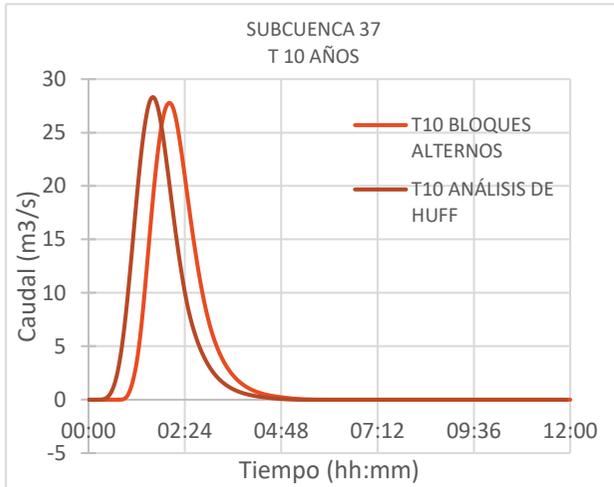


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 36

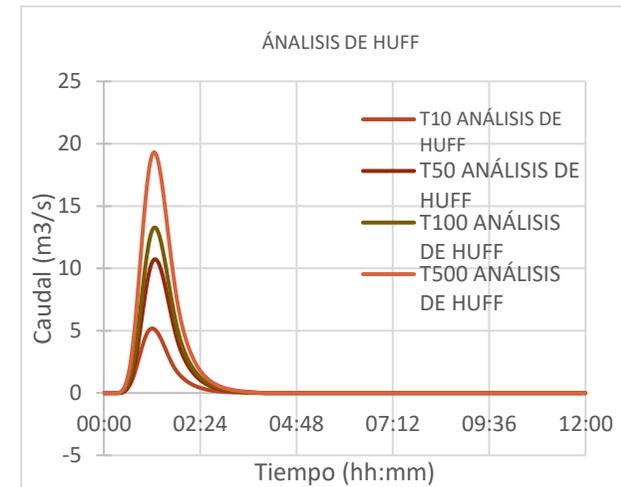
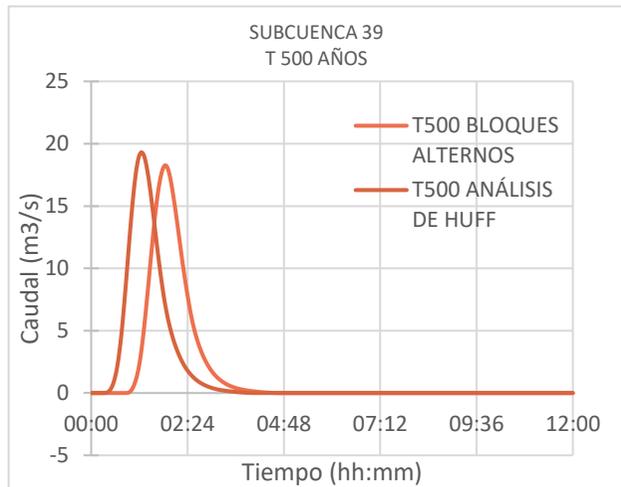
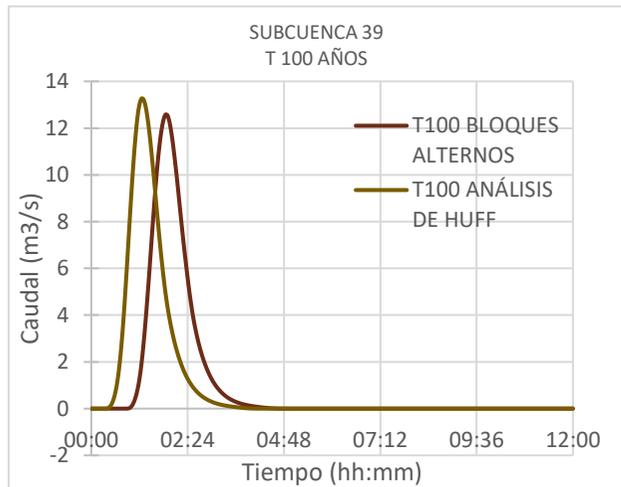
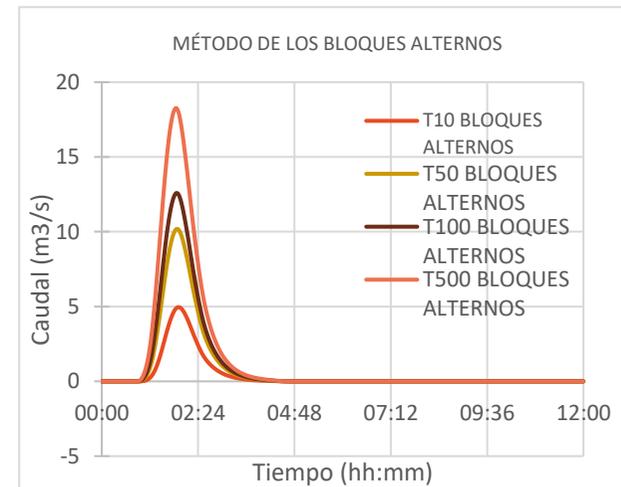
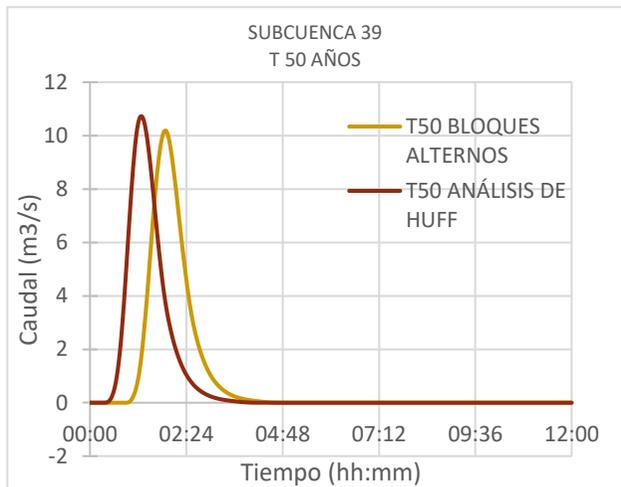
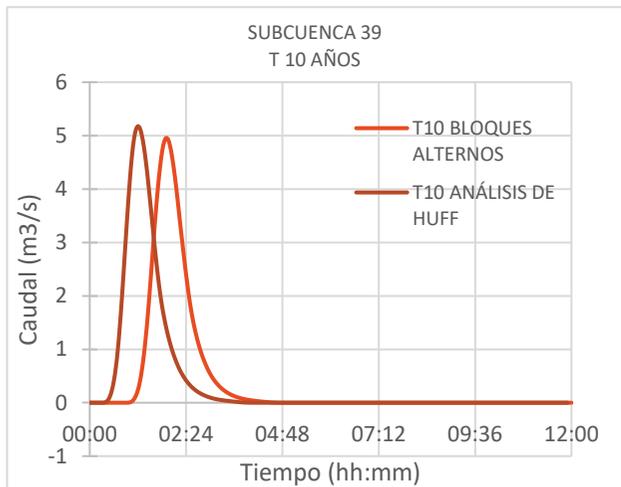


SUBCUENCA 37

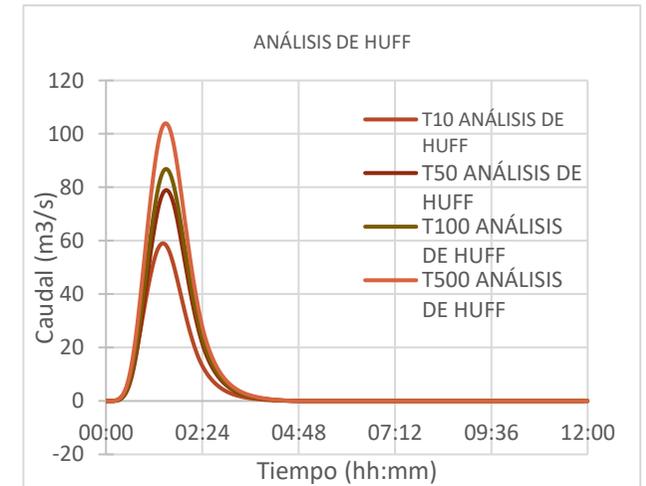
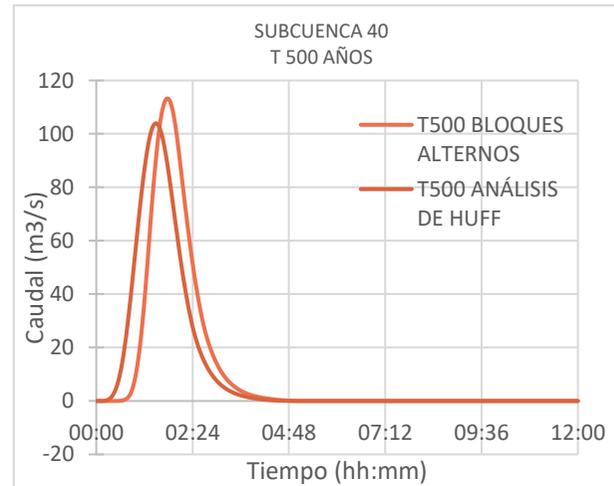
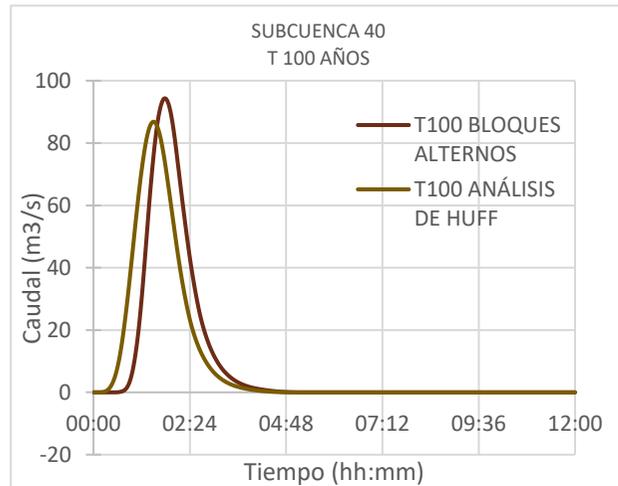
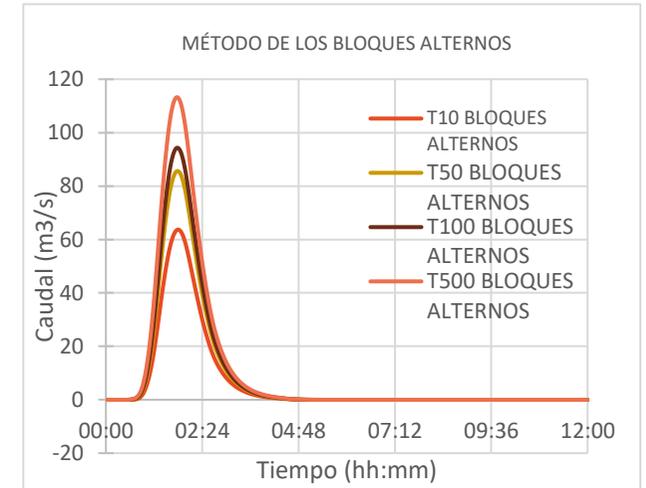
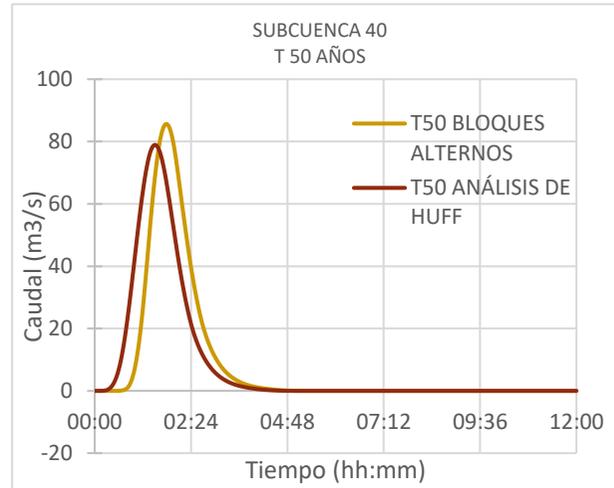
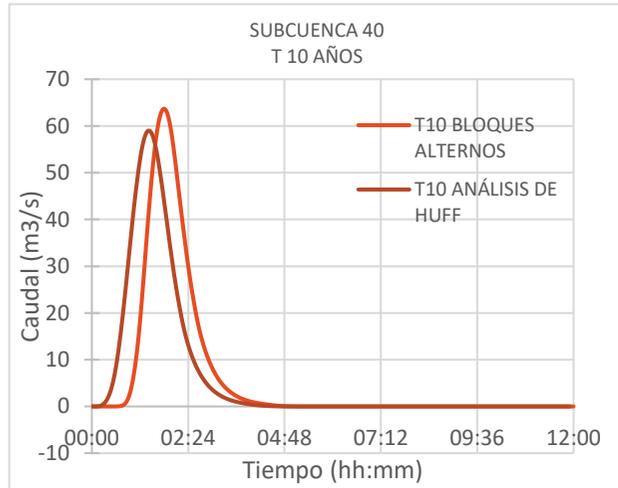


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 39

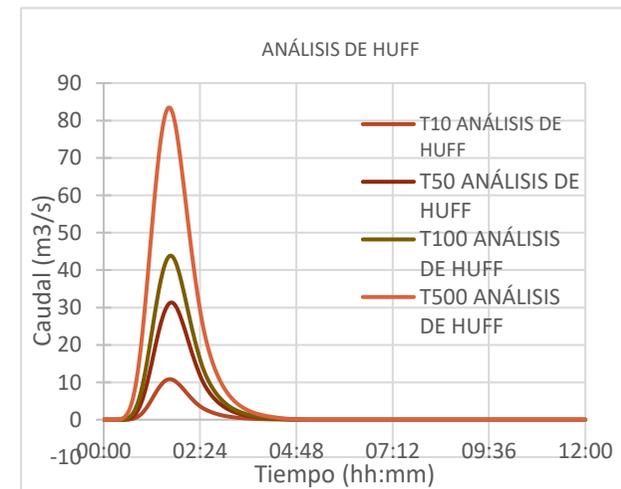
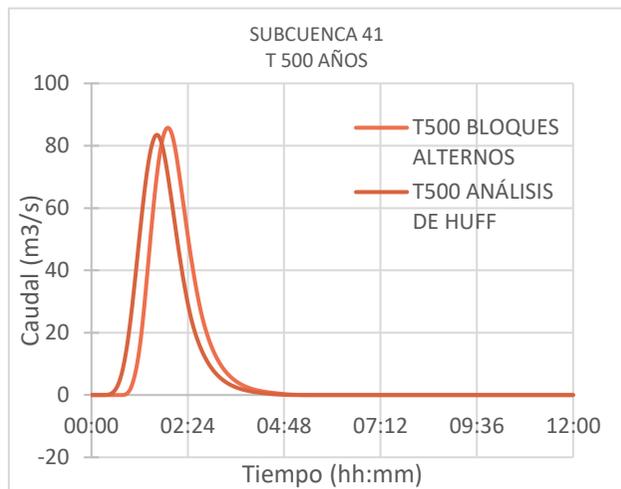
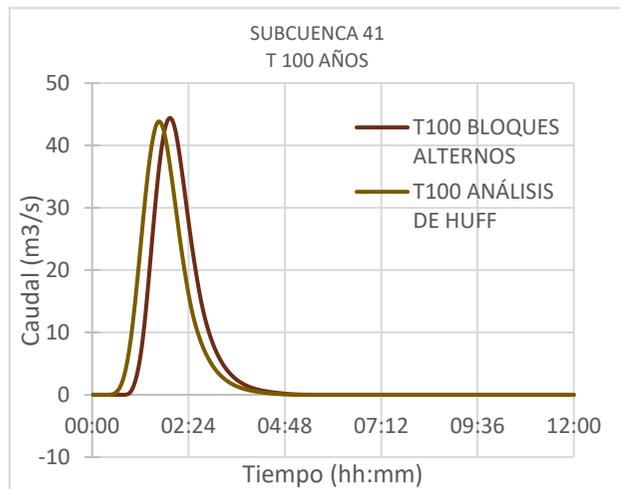
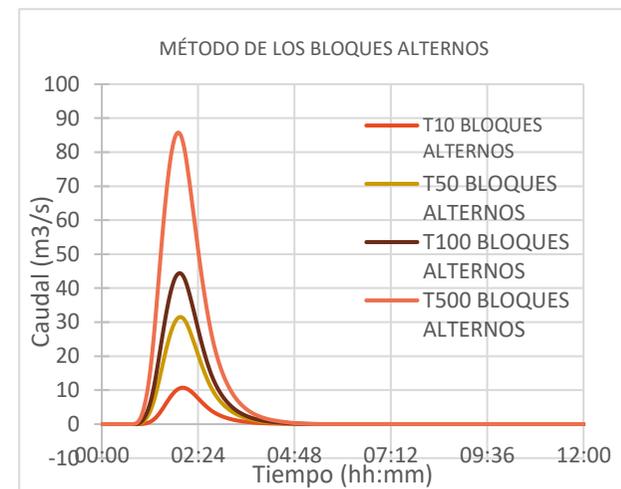
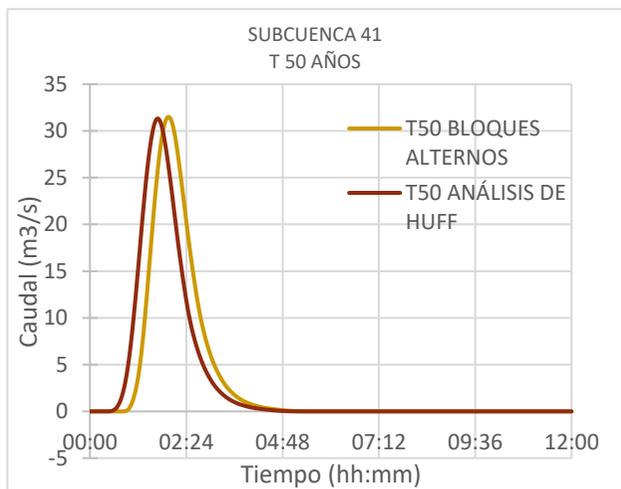
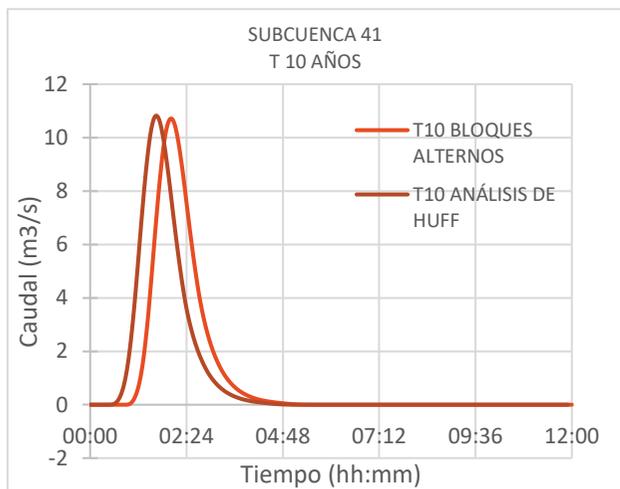


SUBCUENCA 40

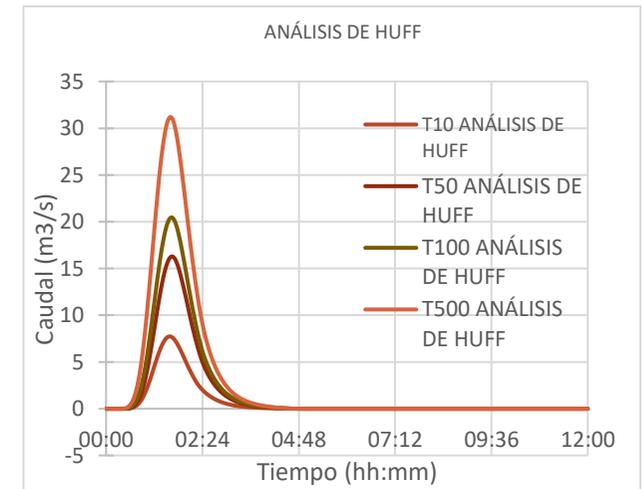
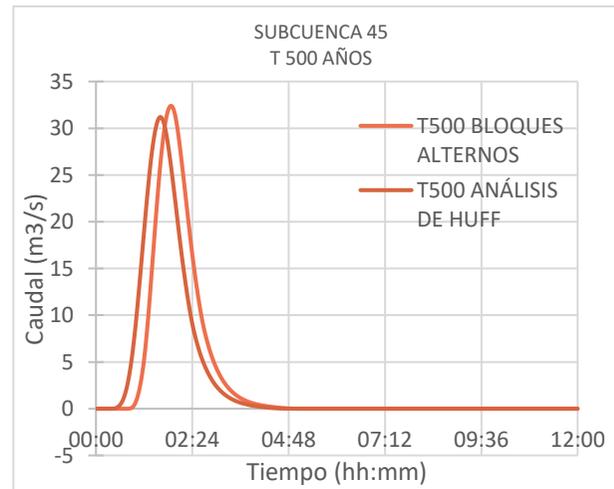
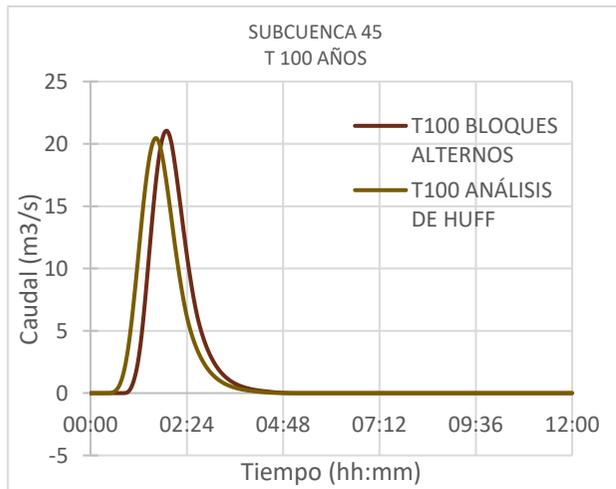
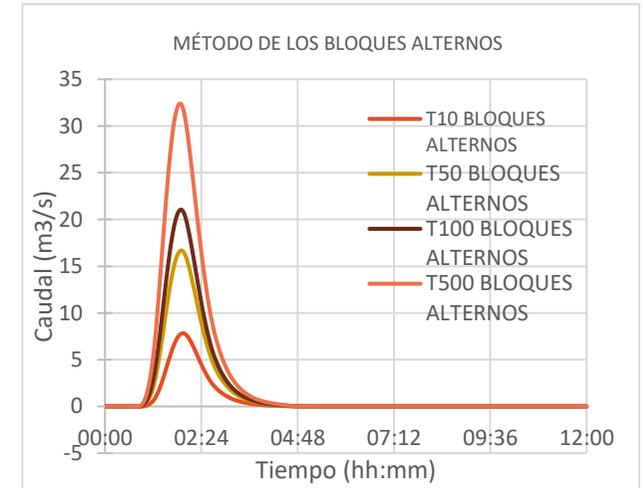
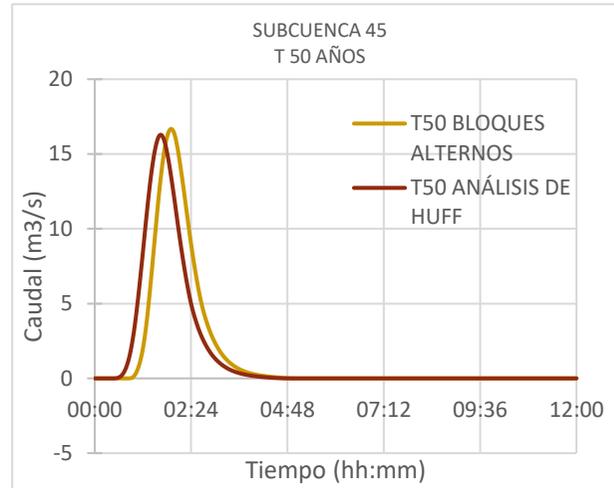
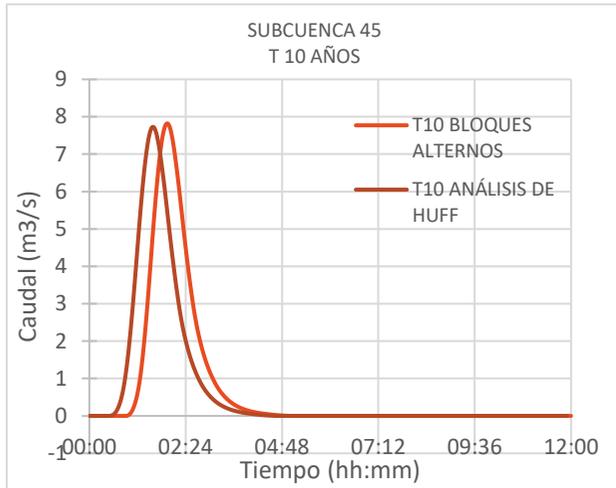


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 41

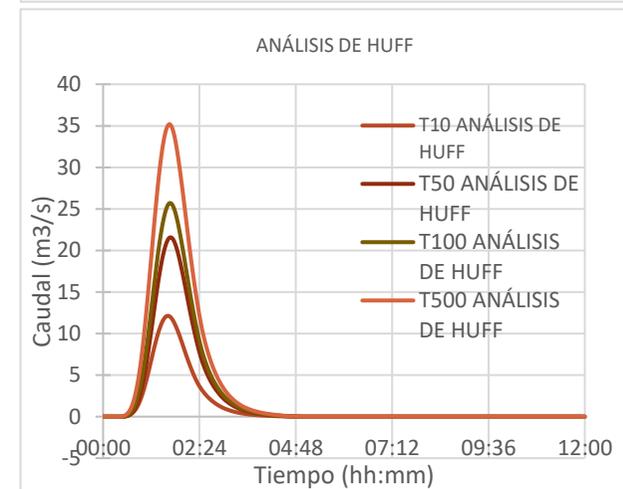
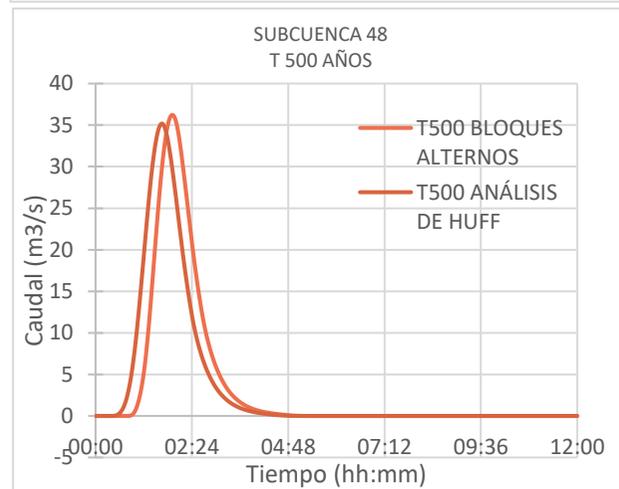
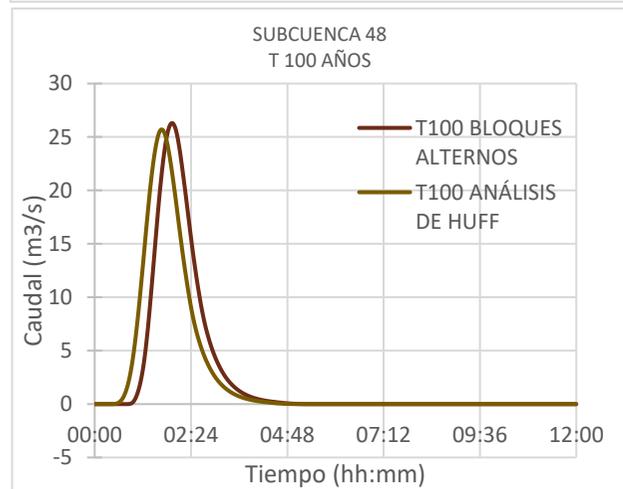
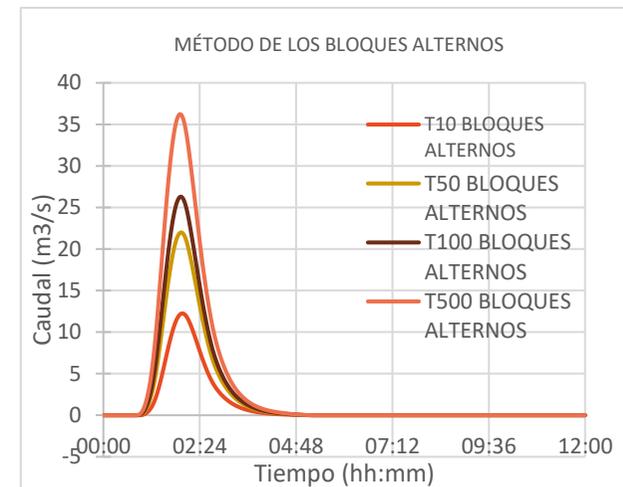
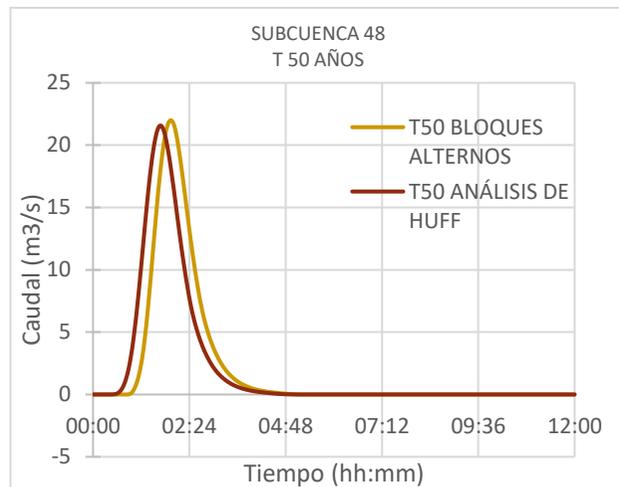
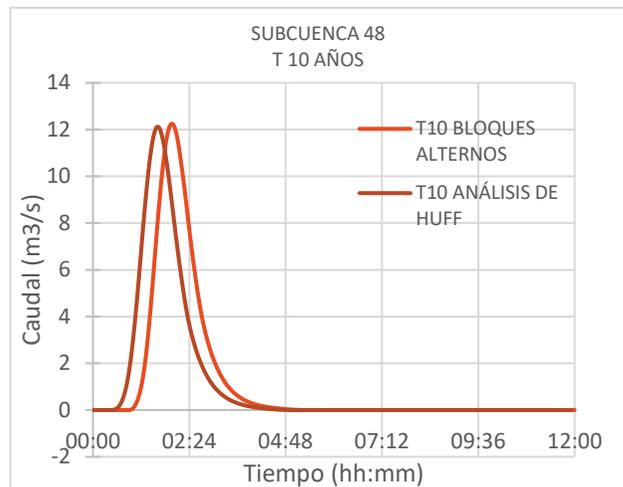


SUBCUENCA 45

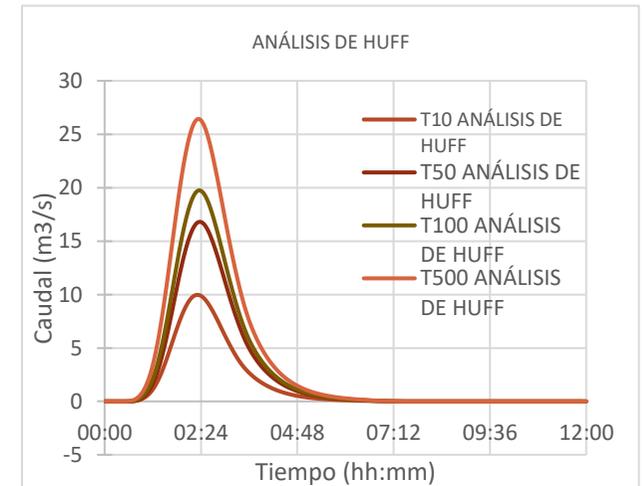
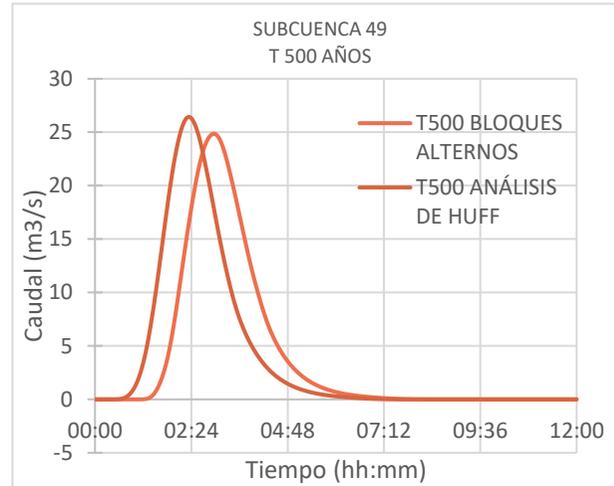
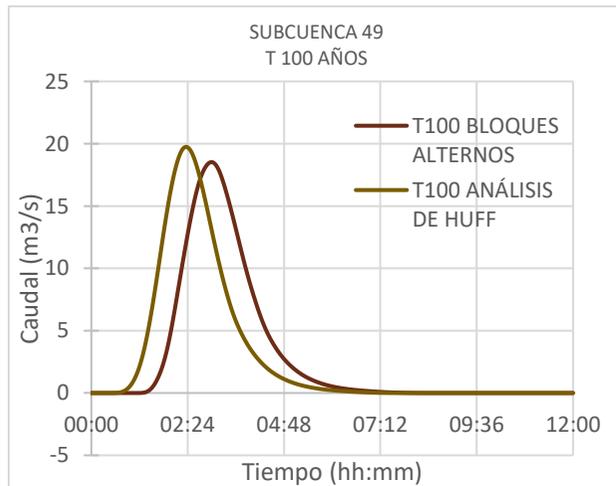
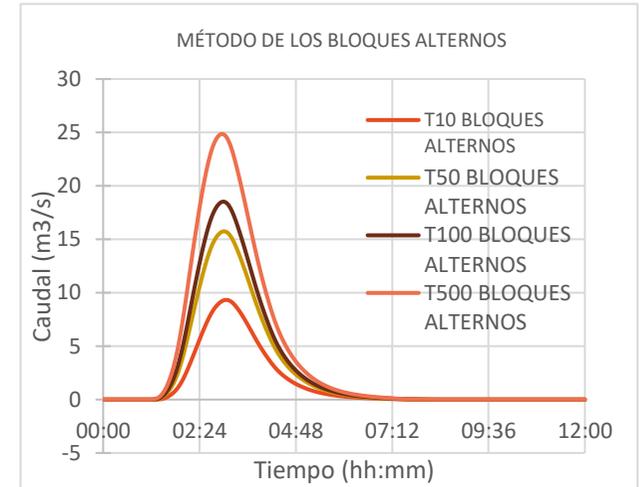
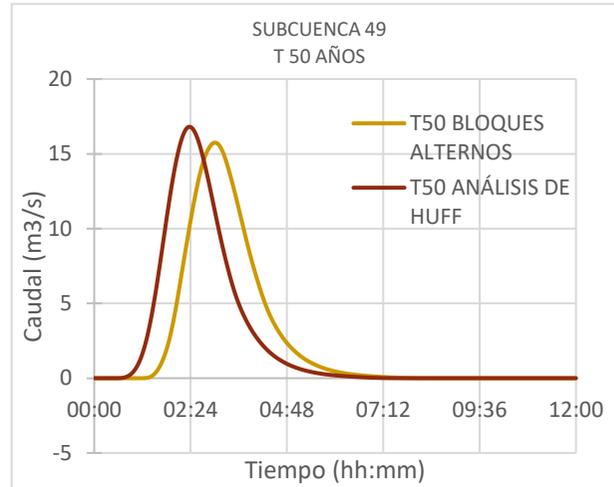
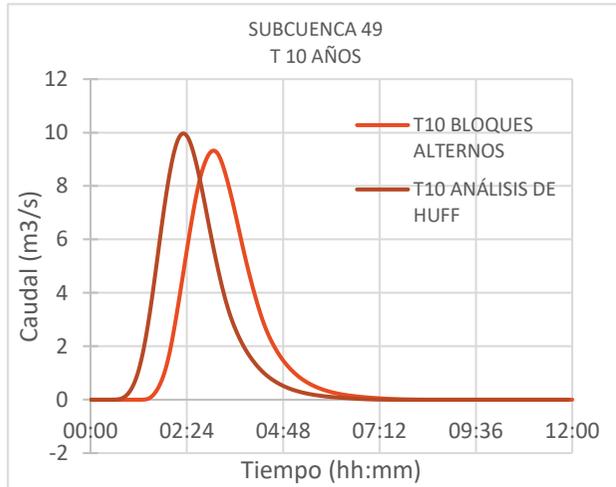


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 48

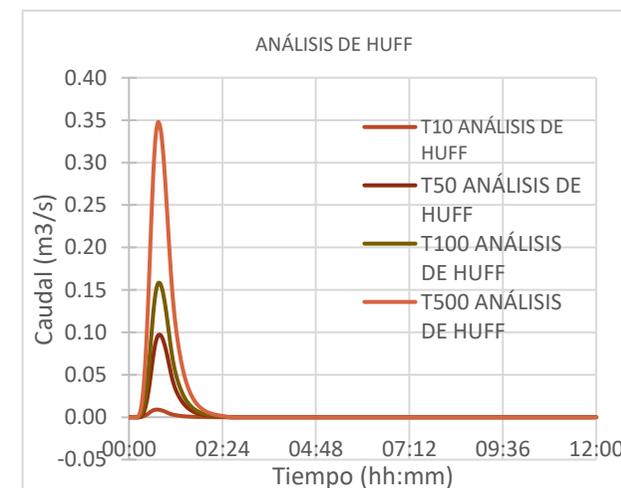
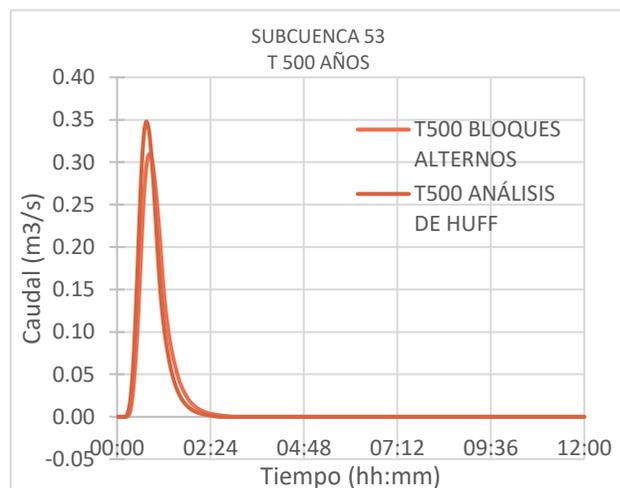
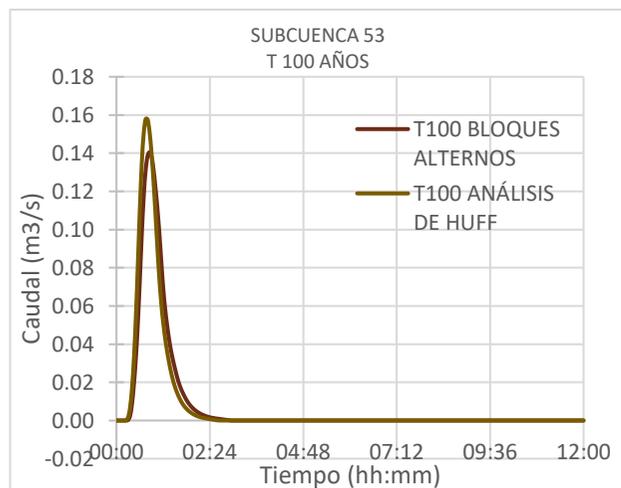
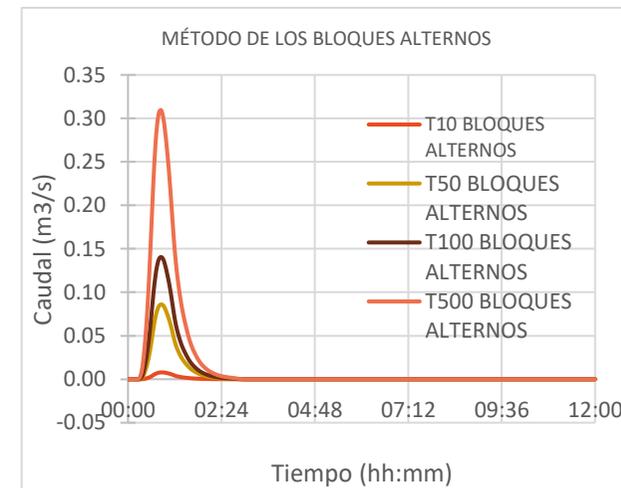
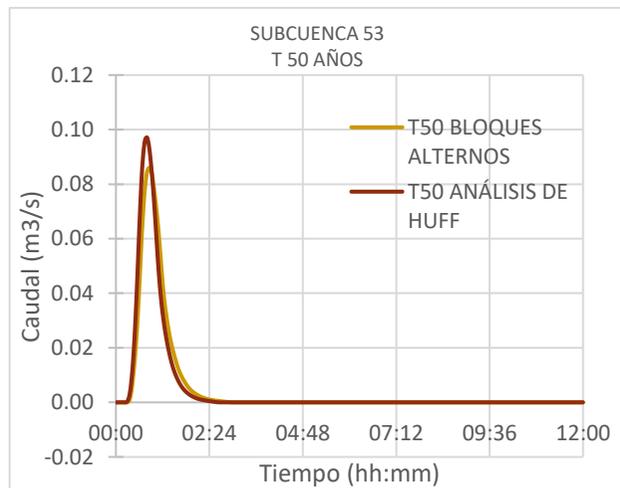
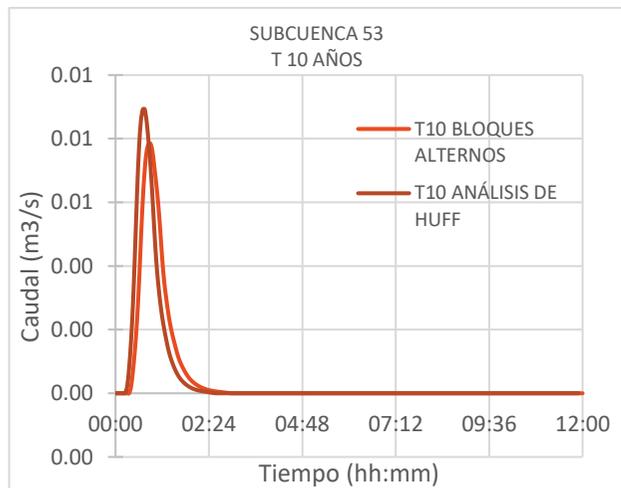


SUBCUENCA 49

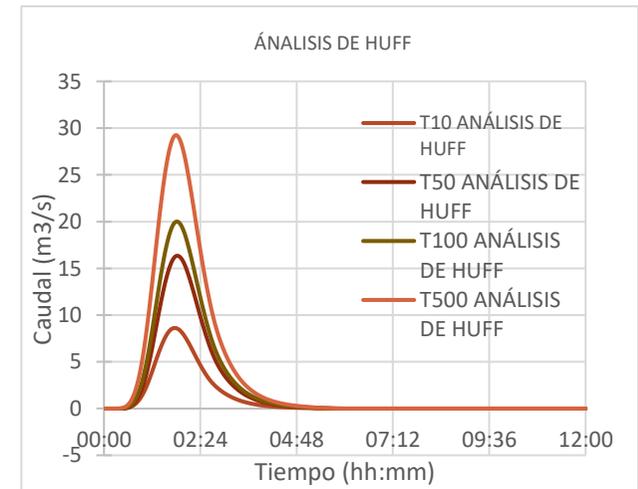
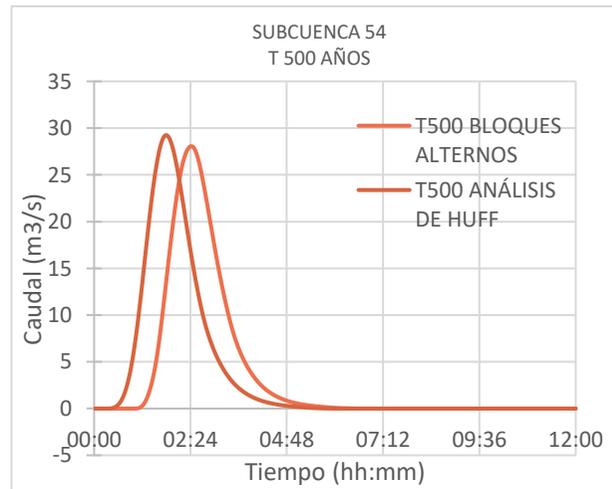
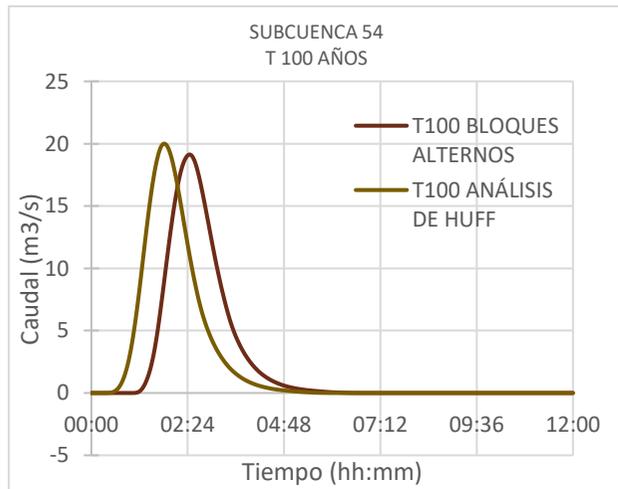
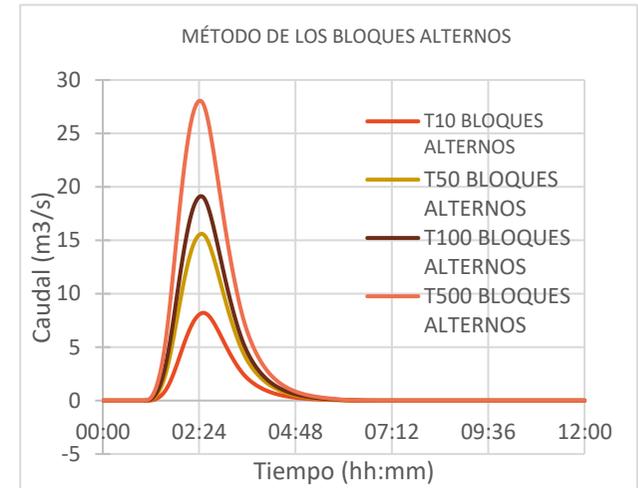
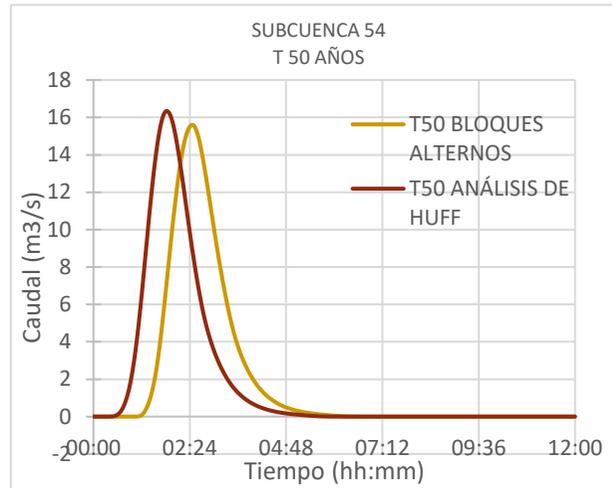
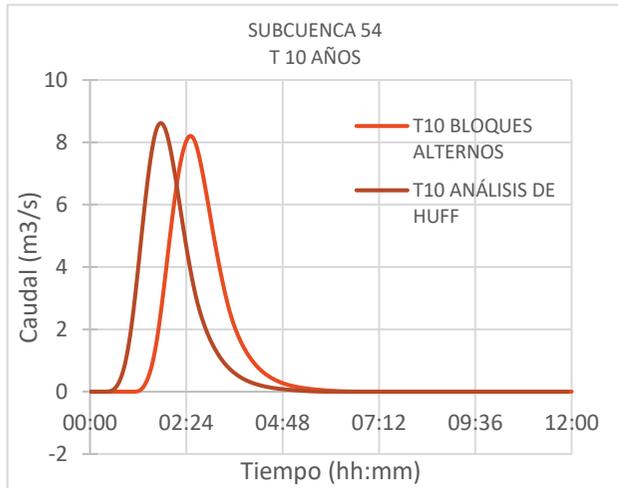


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 53

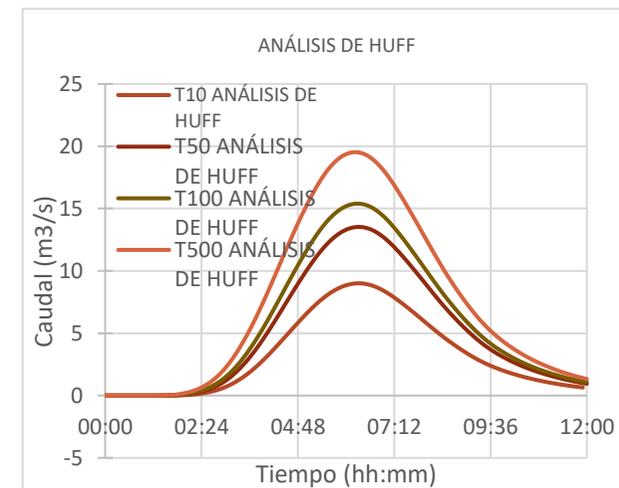
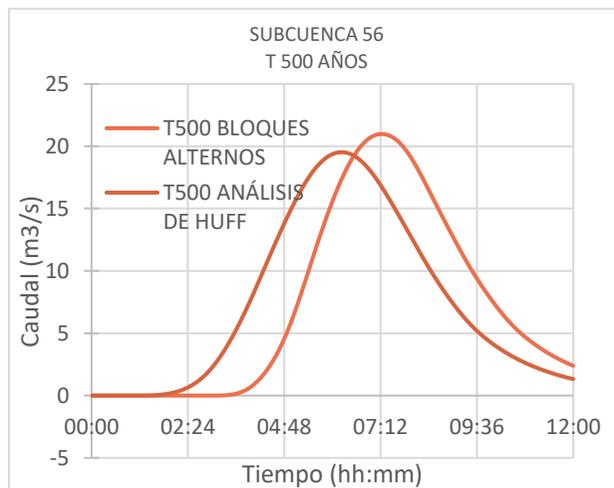
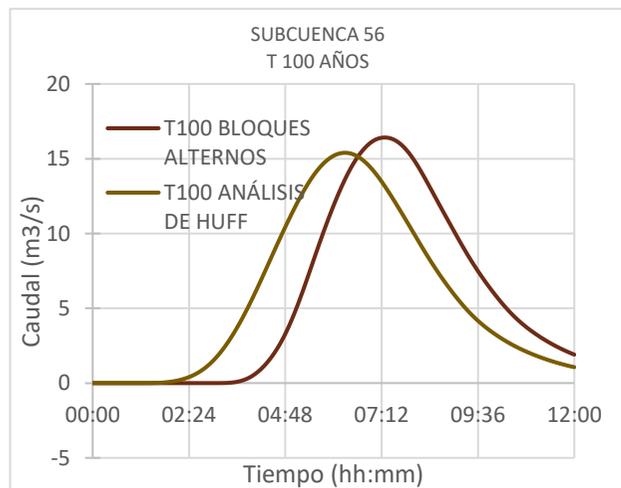
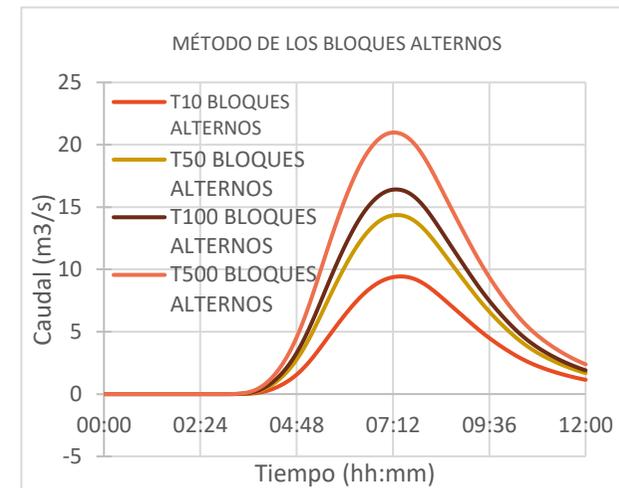
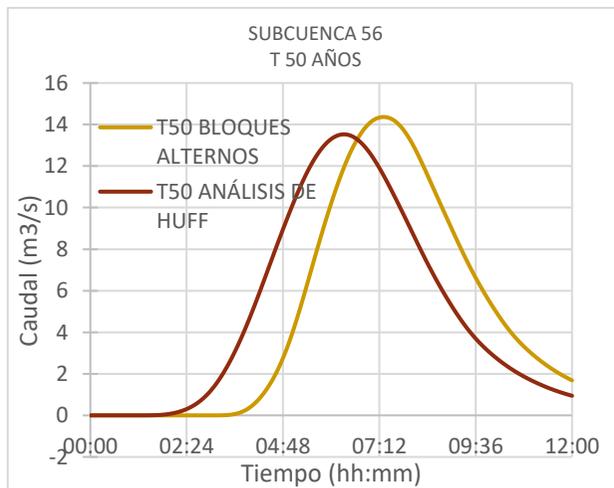
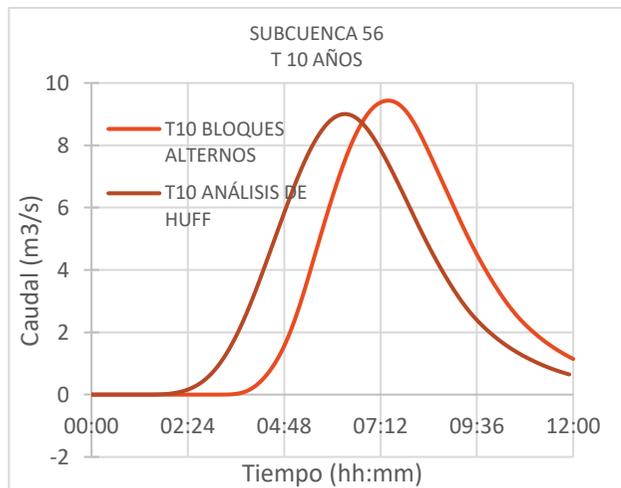


SUBCUENCA 54

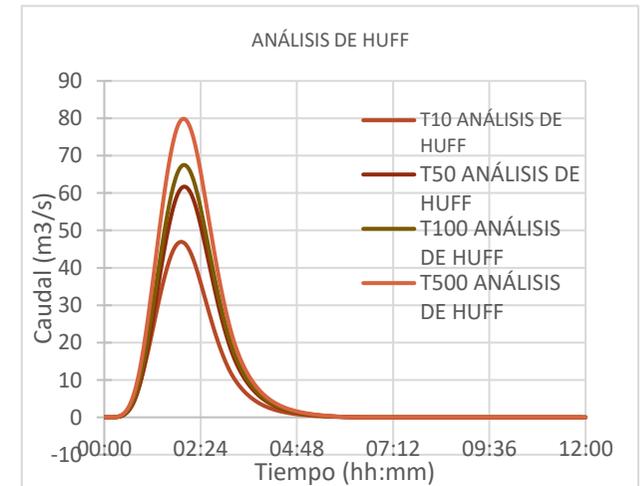
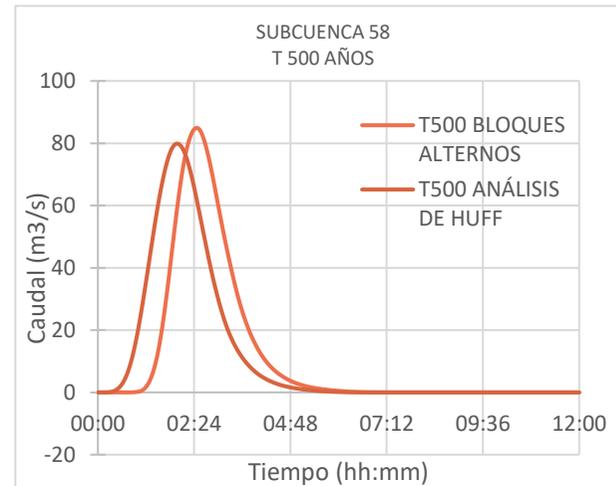
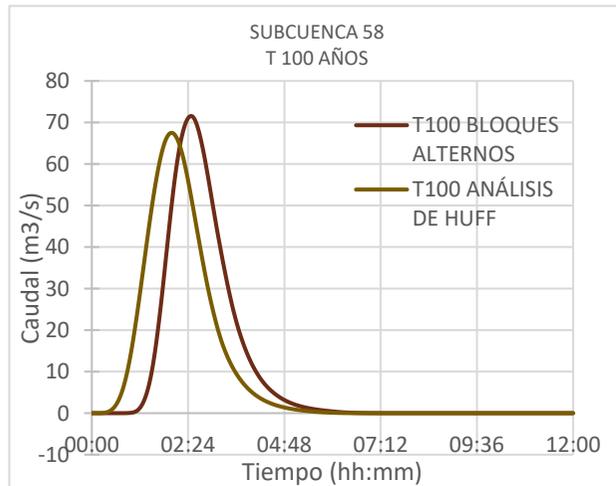
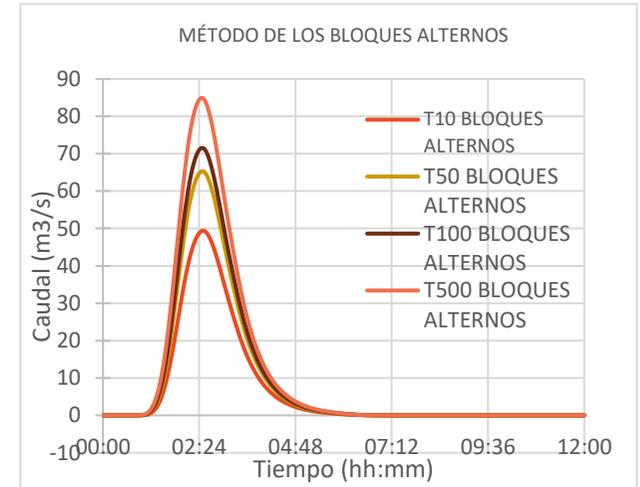
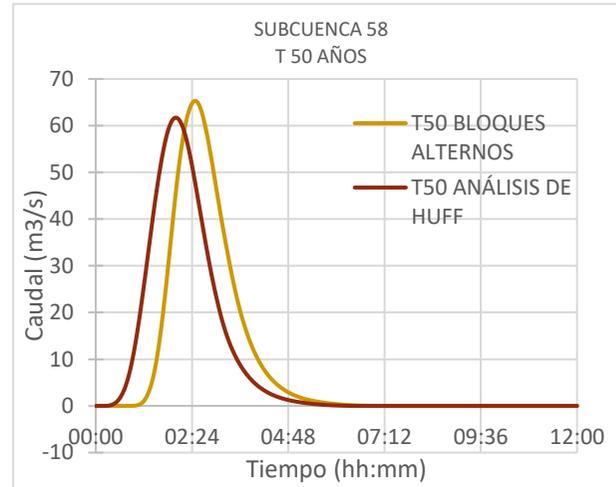
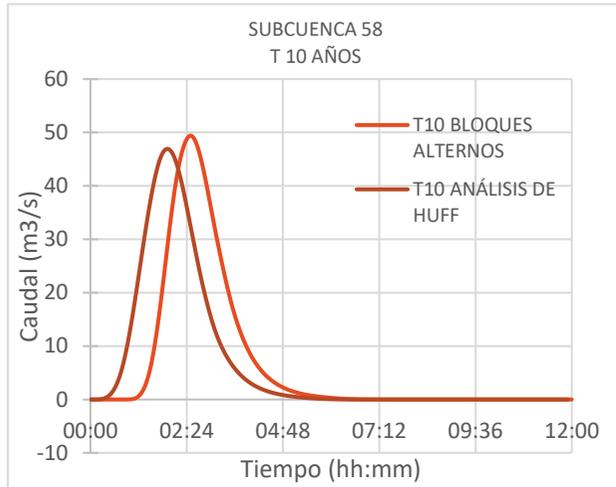


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 56

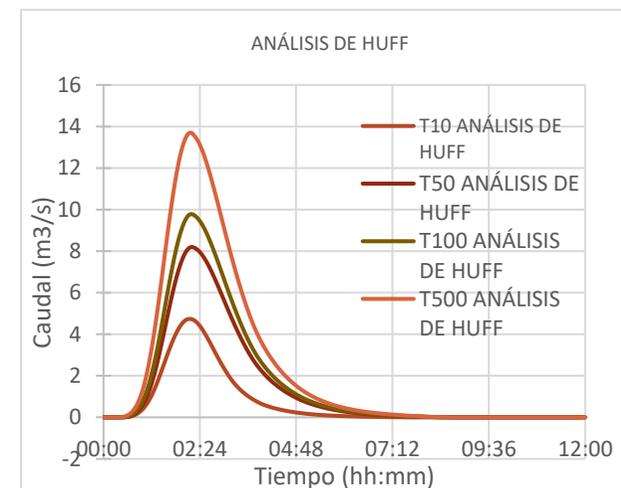
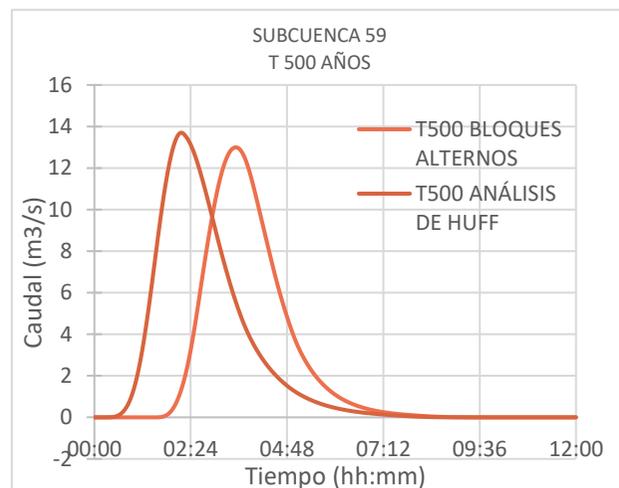
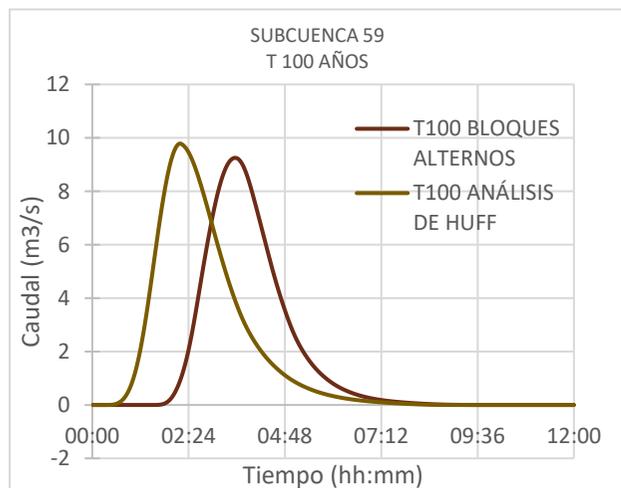
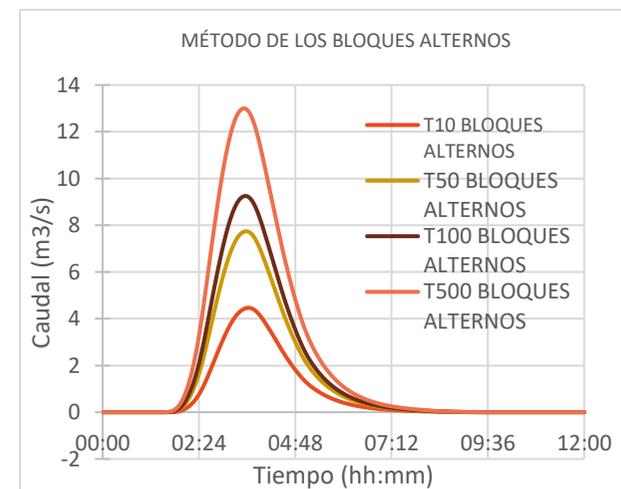
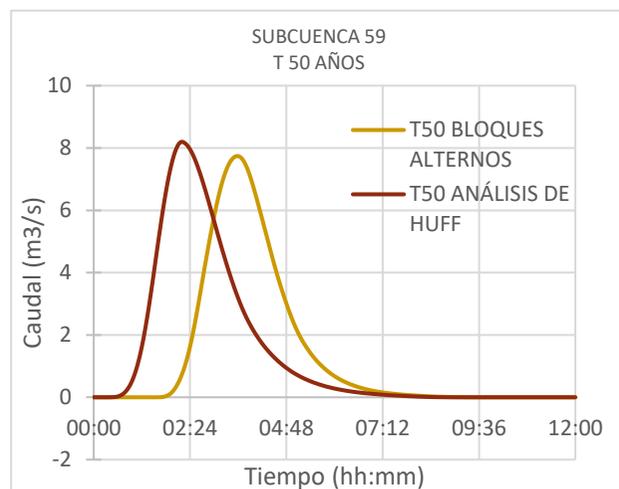
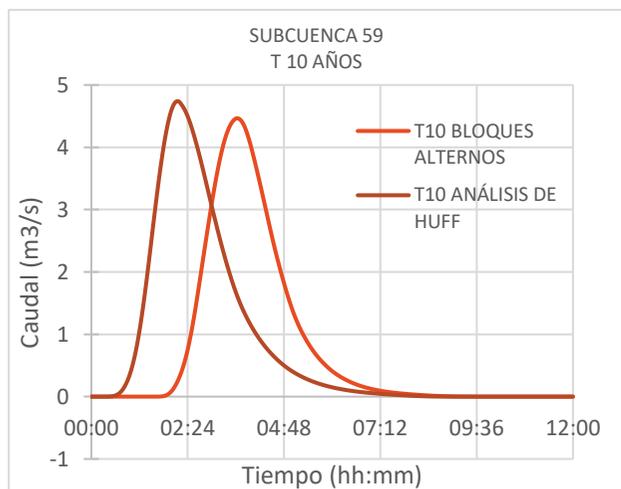


SUBCUENCA 58

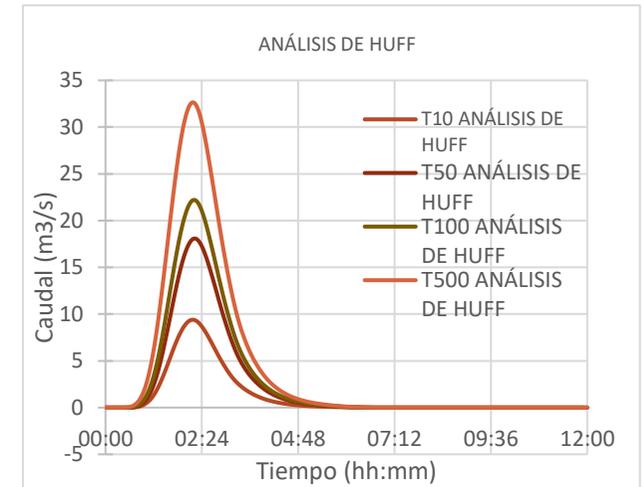
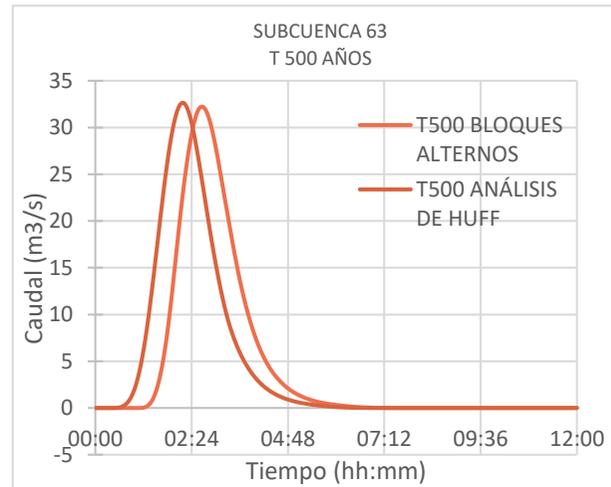
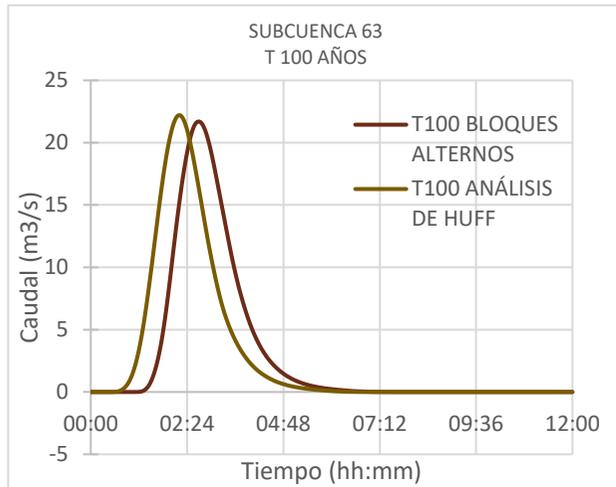
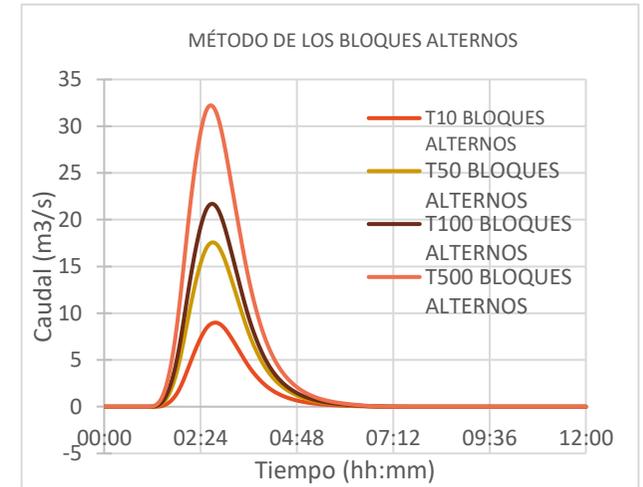
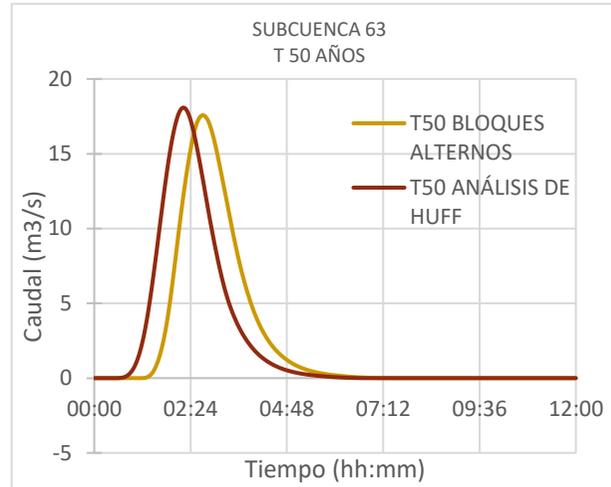
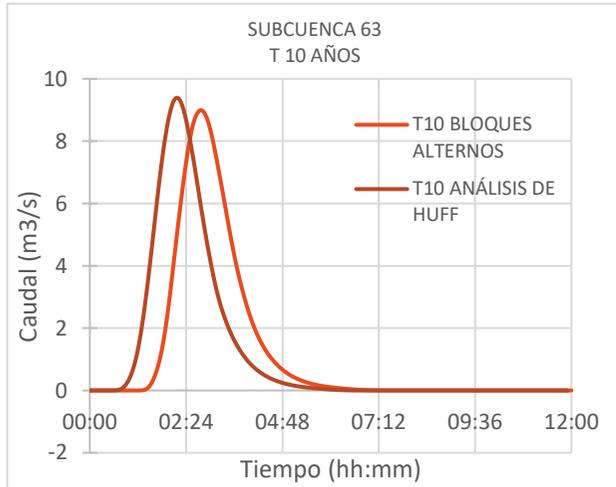


Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

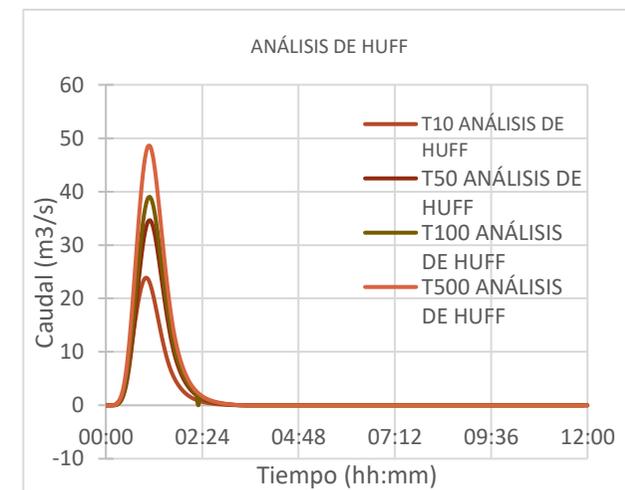
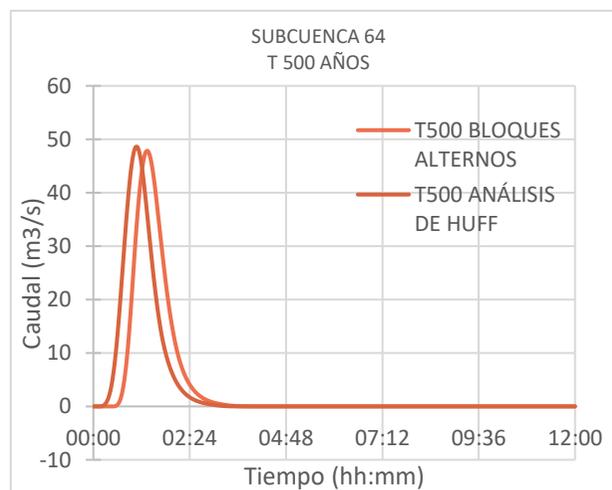
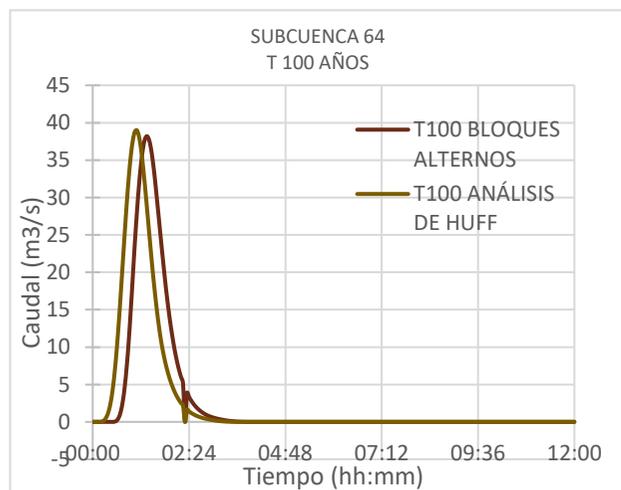
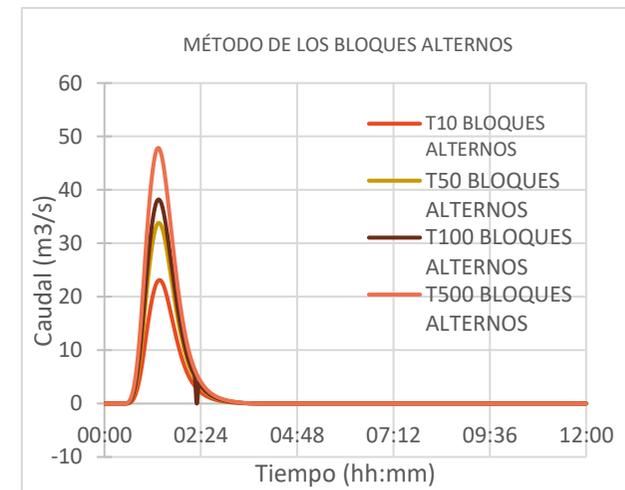
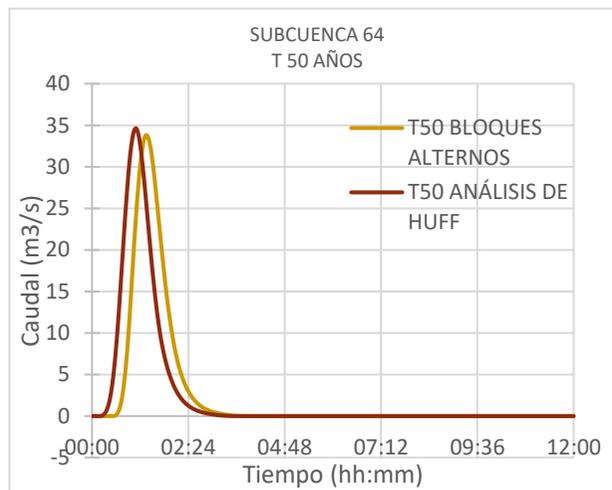
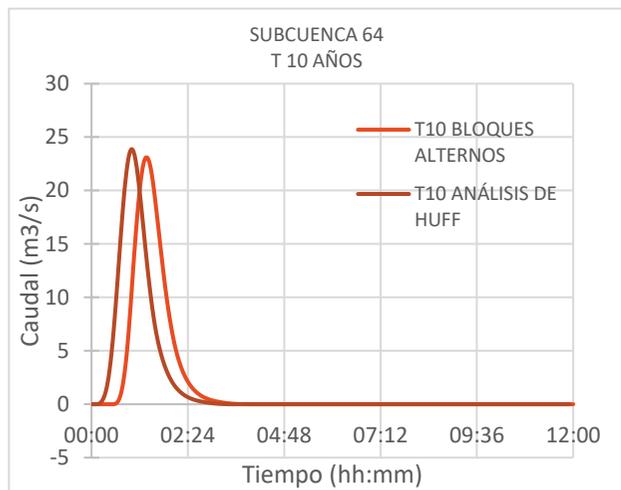
SUBCUENCA 59



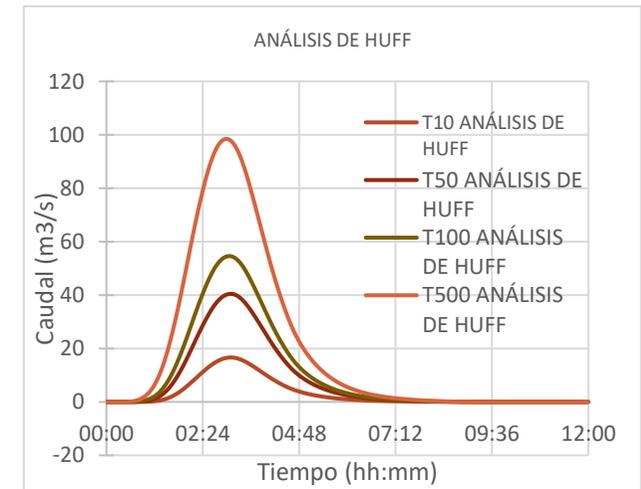
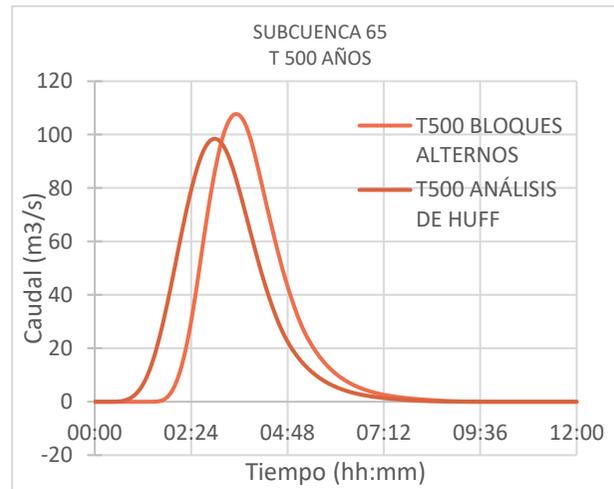
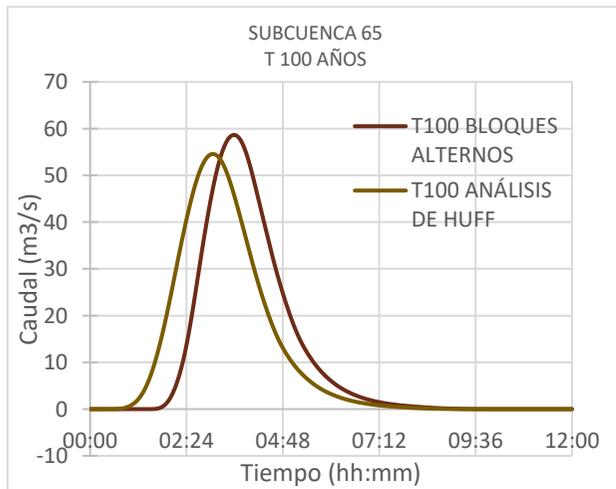
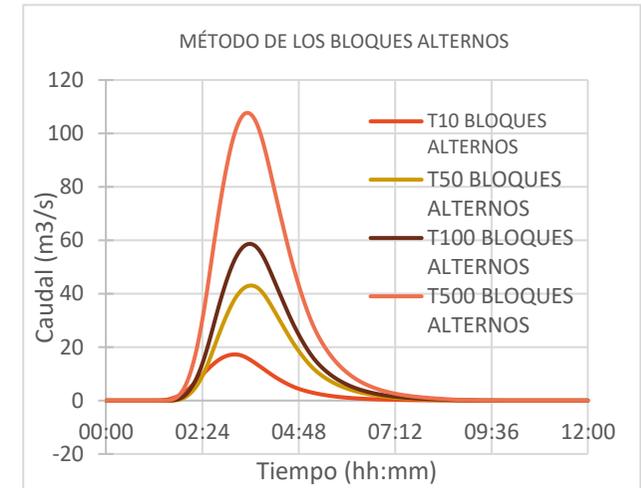
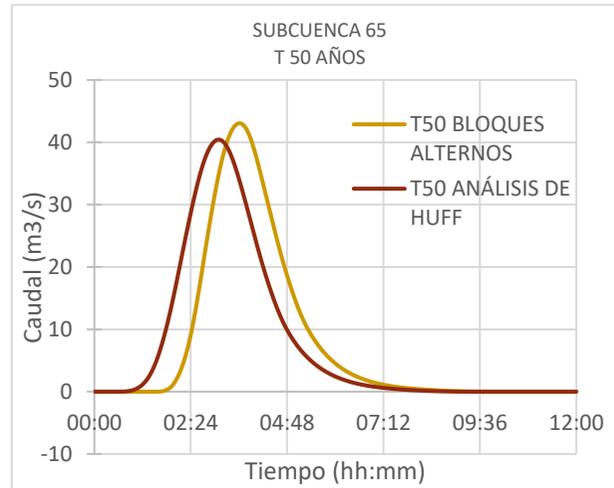
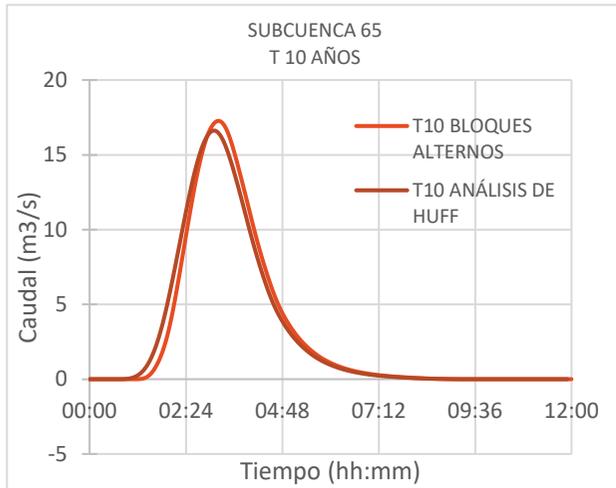
SUBCUENCA 63



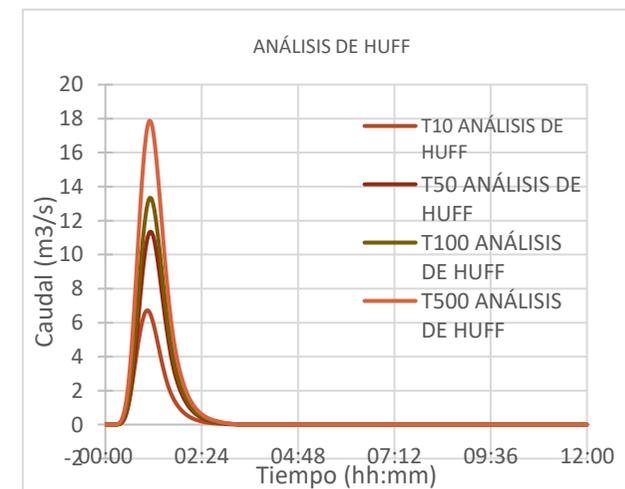
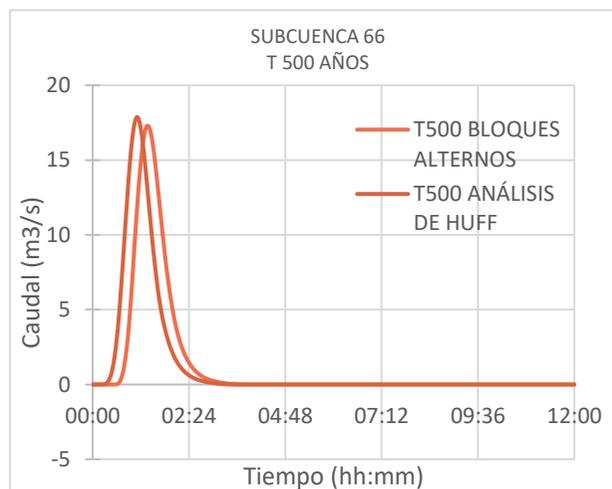
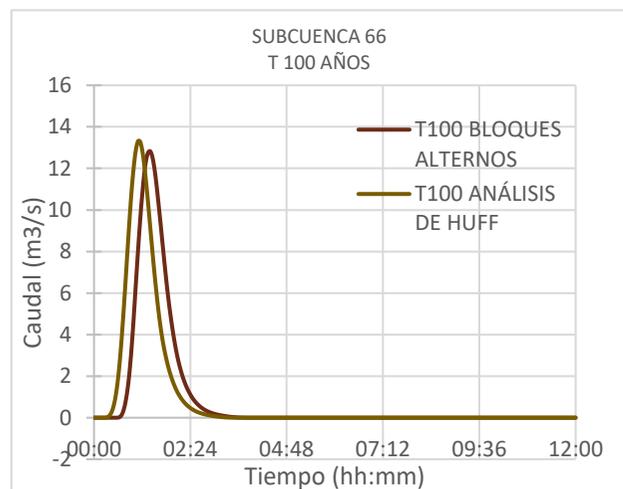
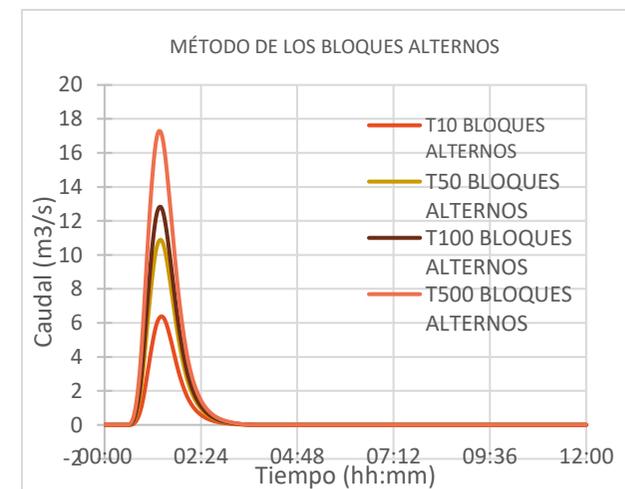
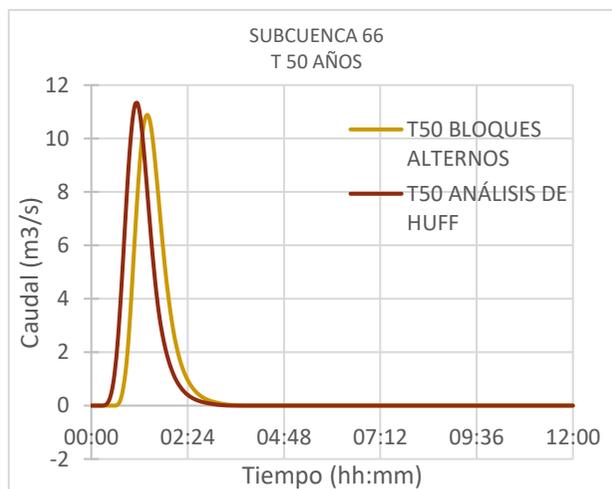
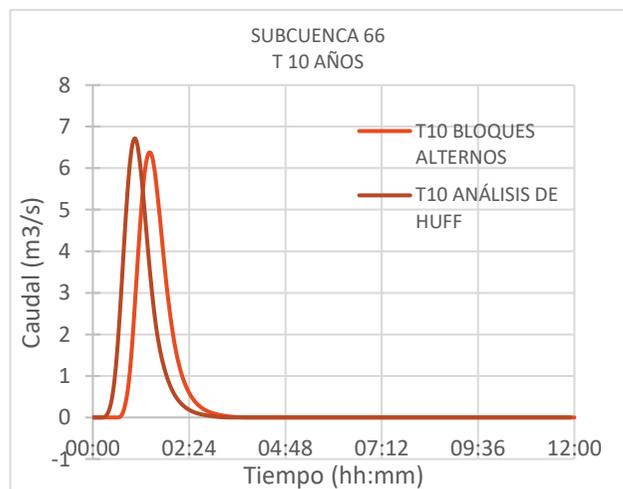
SUBCUENCA 64



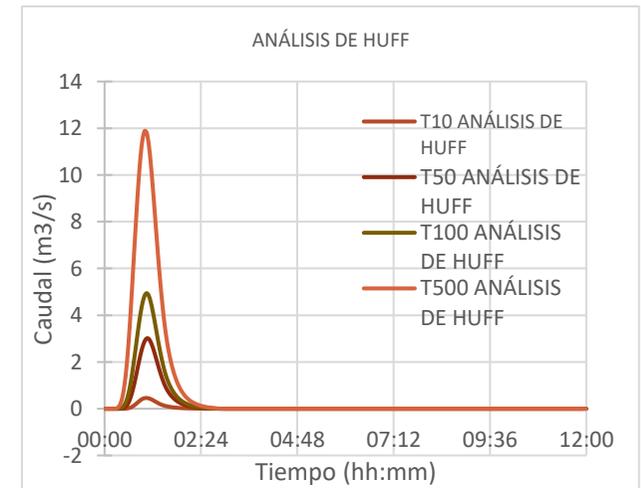
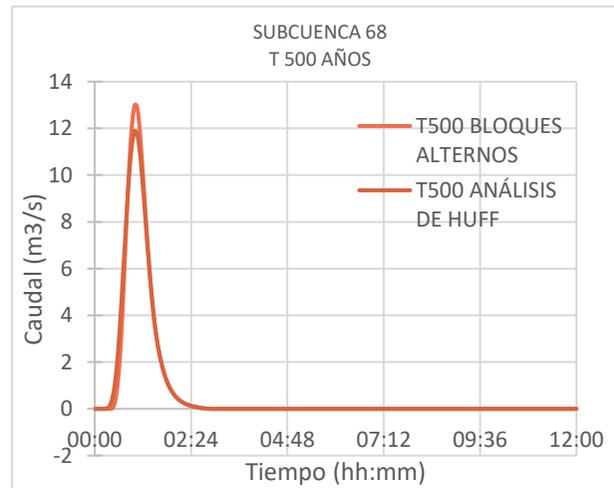
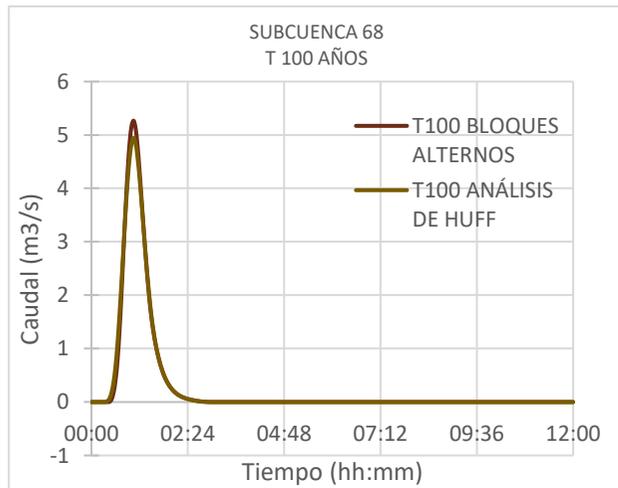
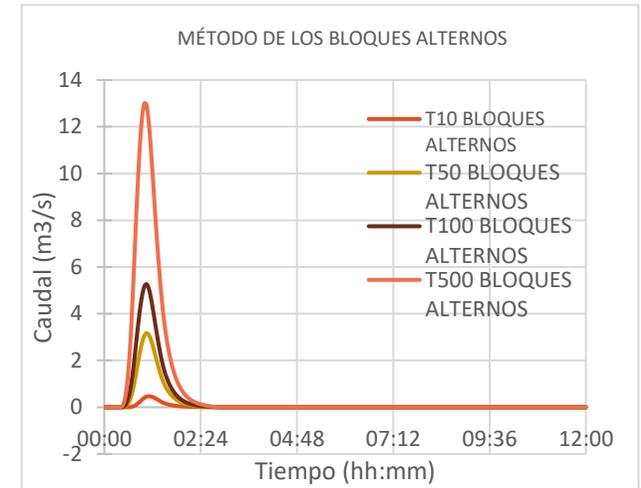
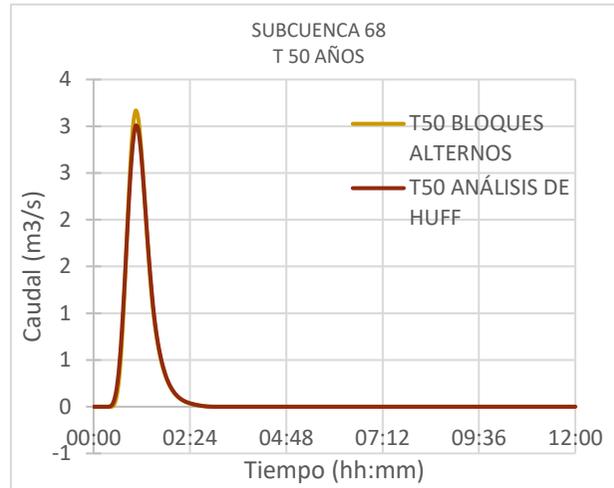
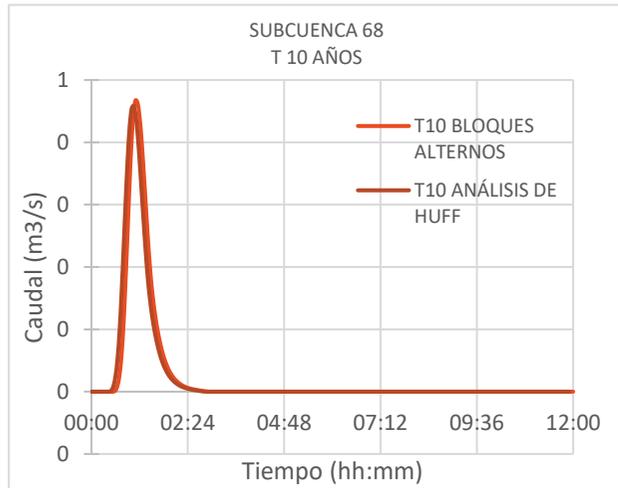
SUBCUENCA 65



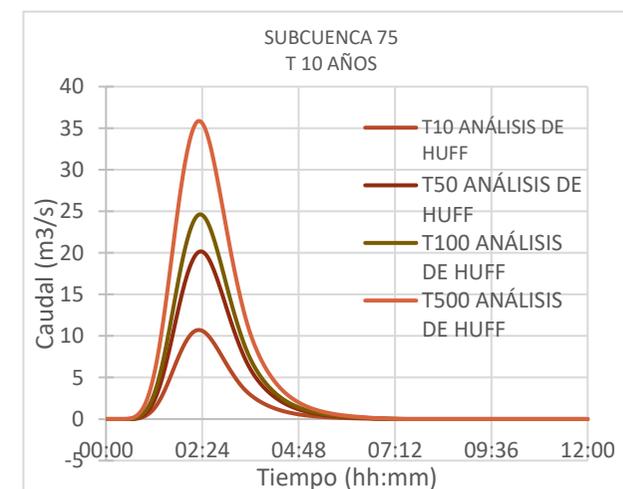
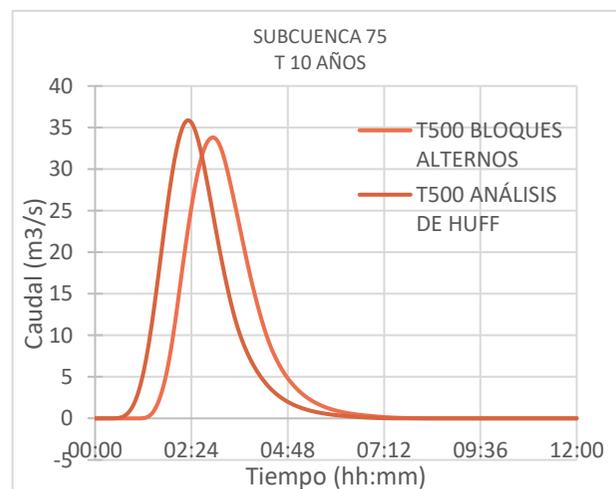
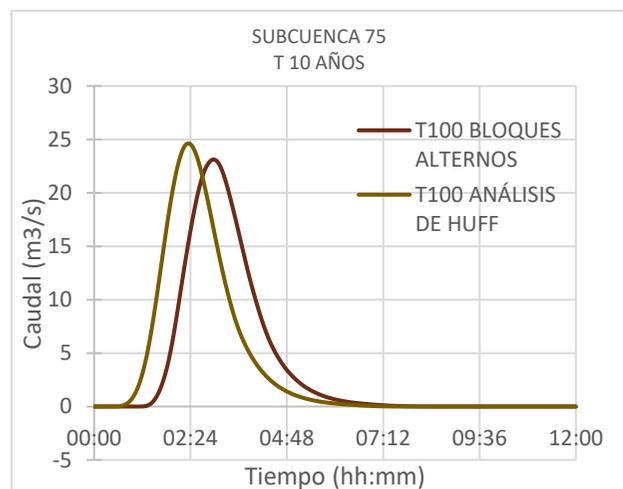
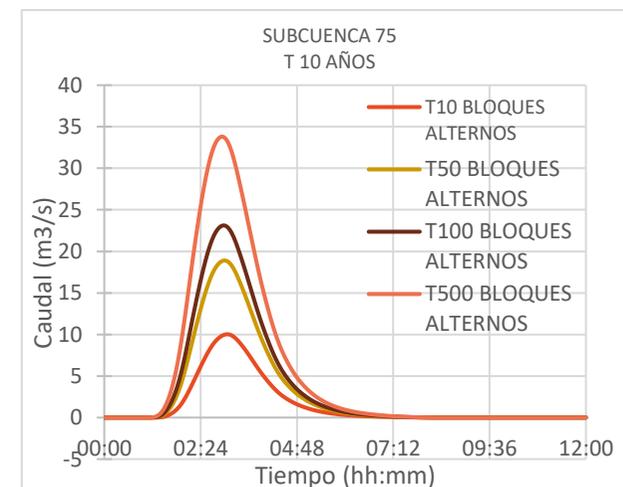
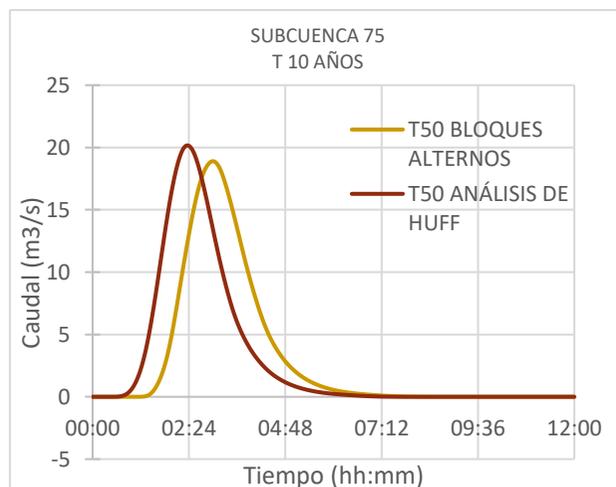
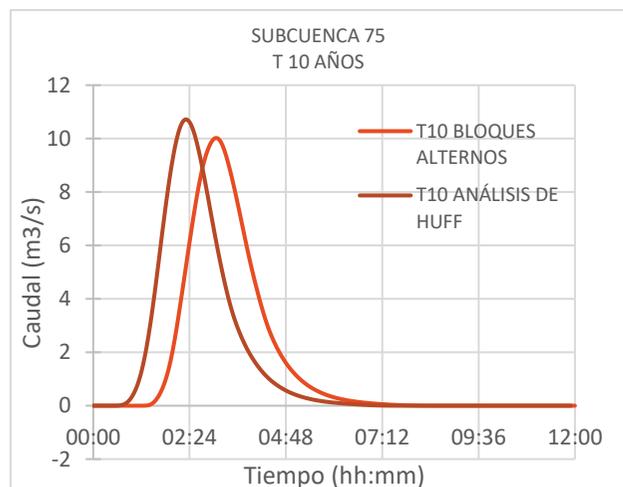
SUBCUENCA 66



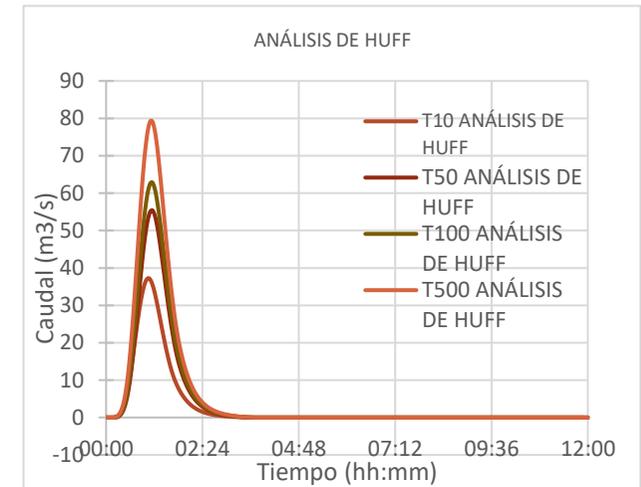
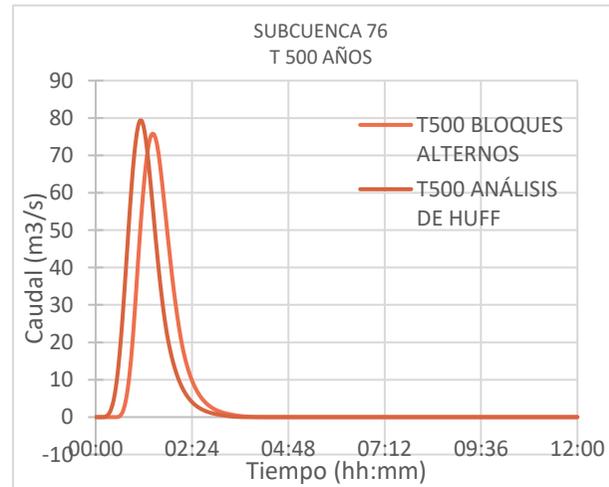
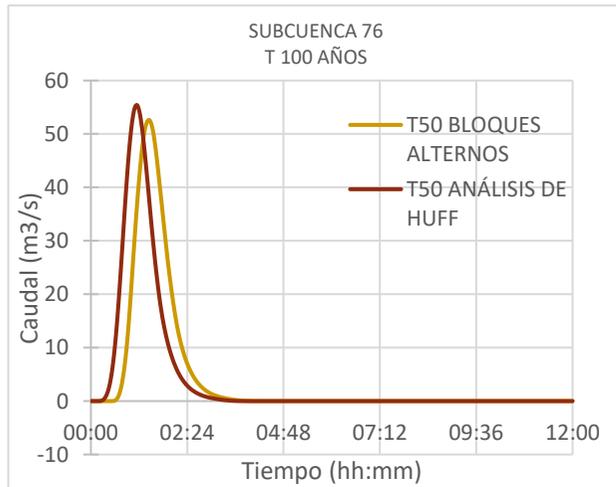
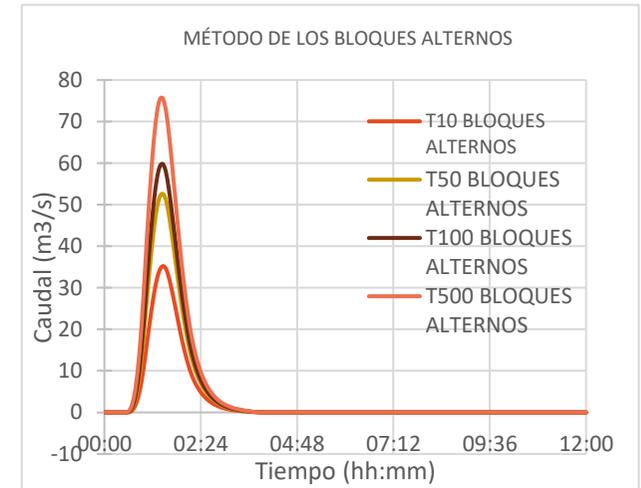
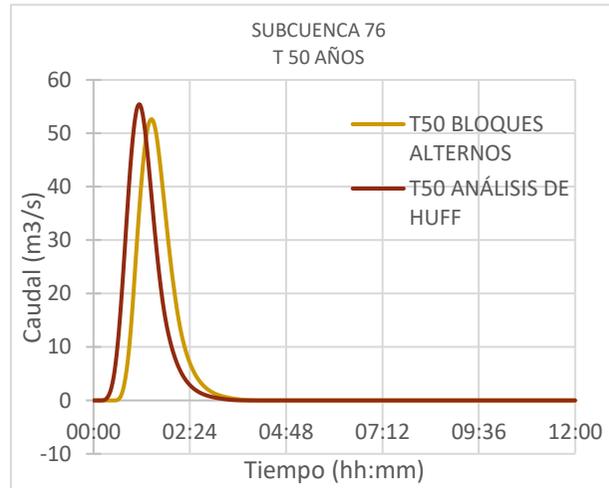
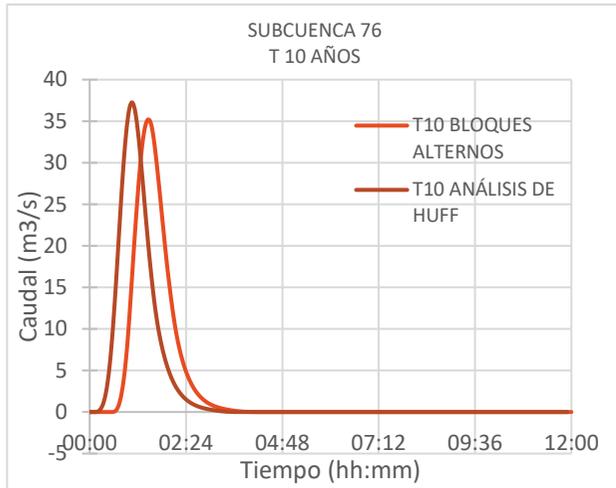
SUBCUENCA 68



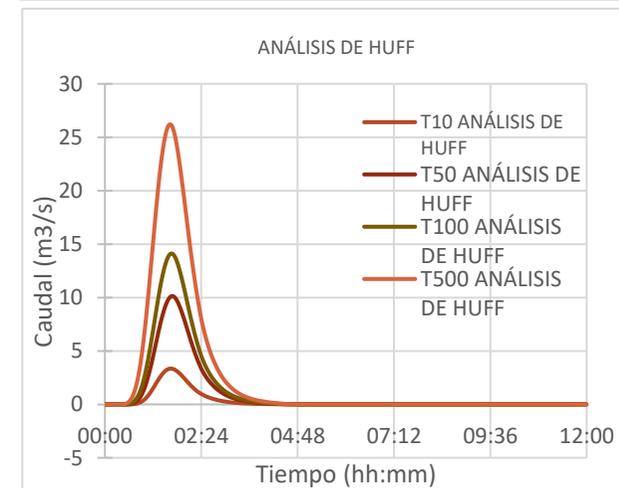
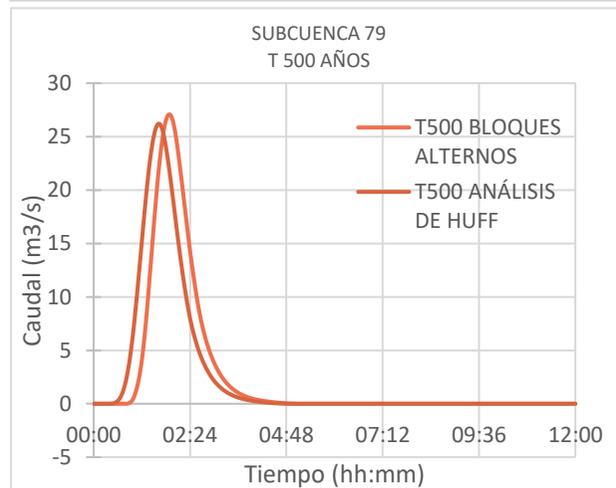
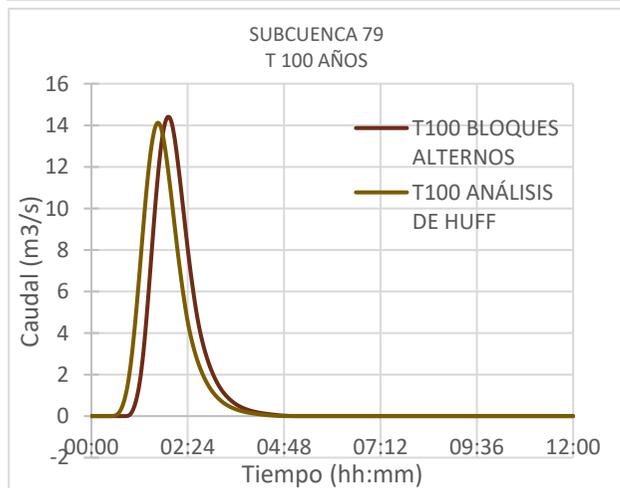
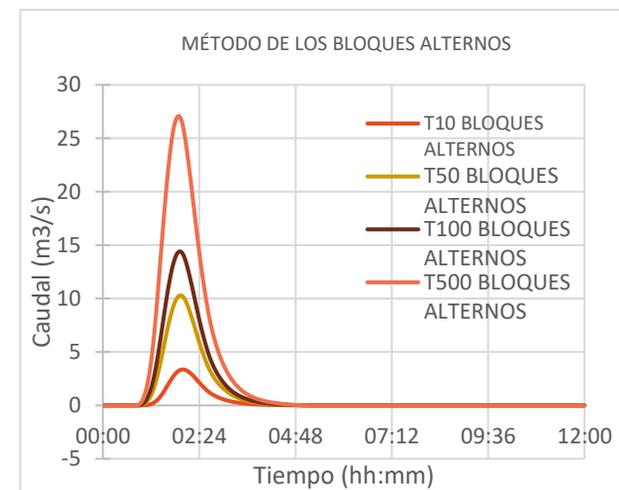
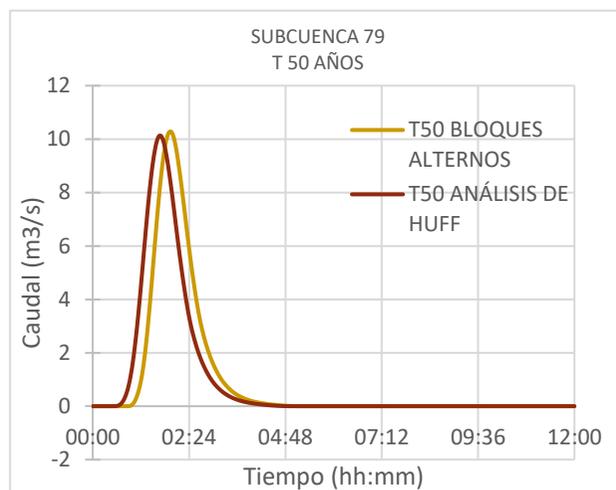
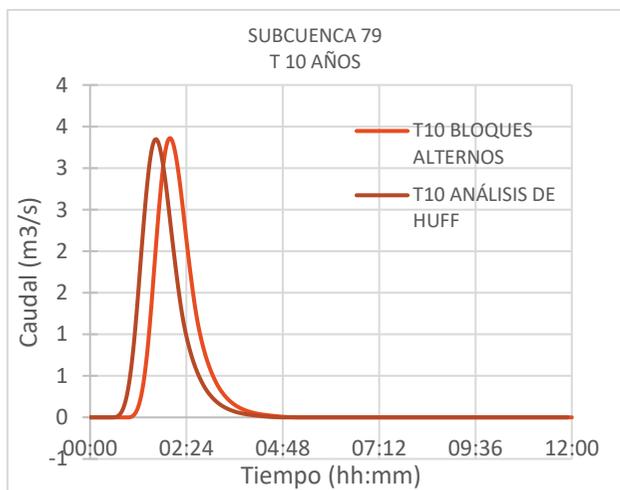
SUBCUENCA 75



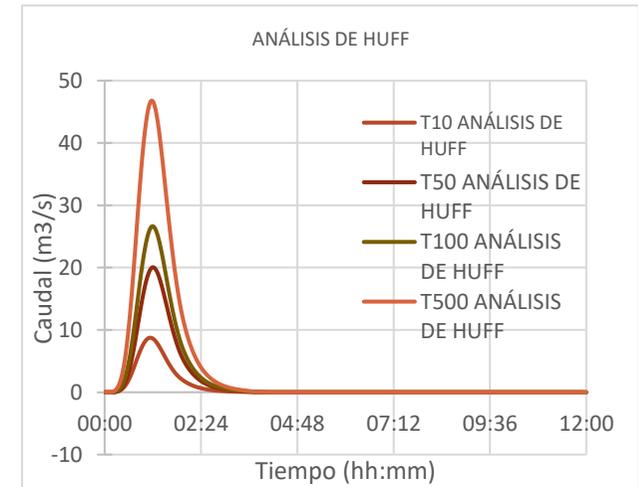
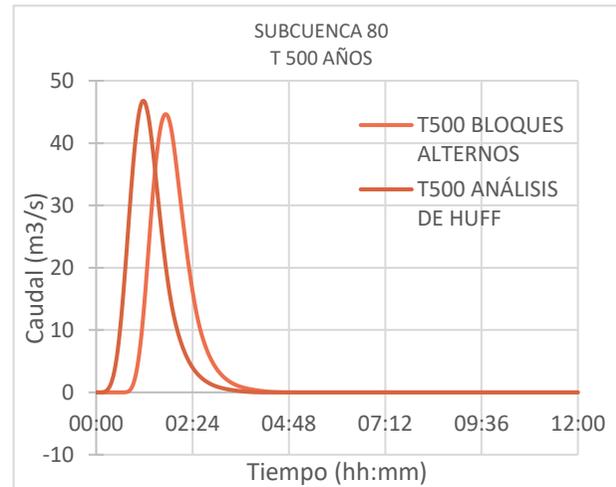
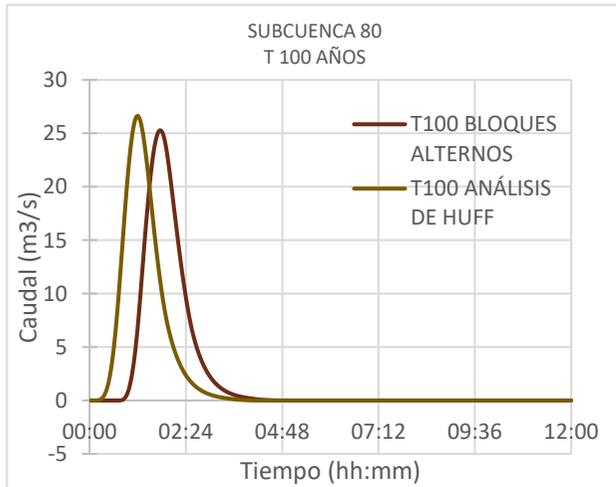
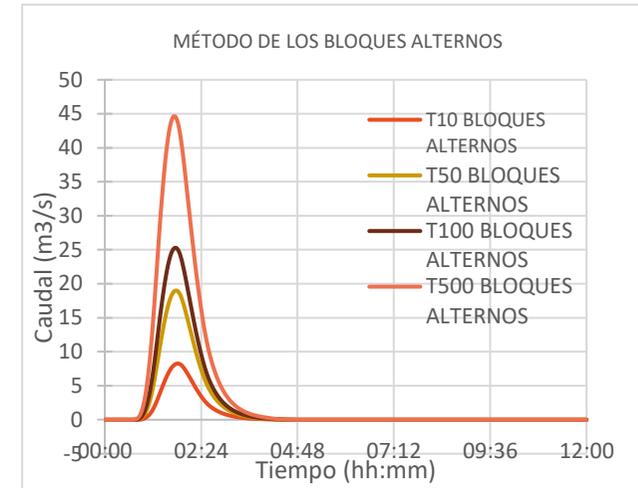
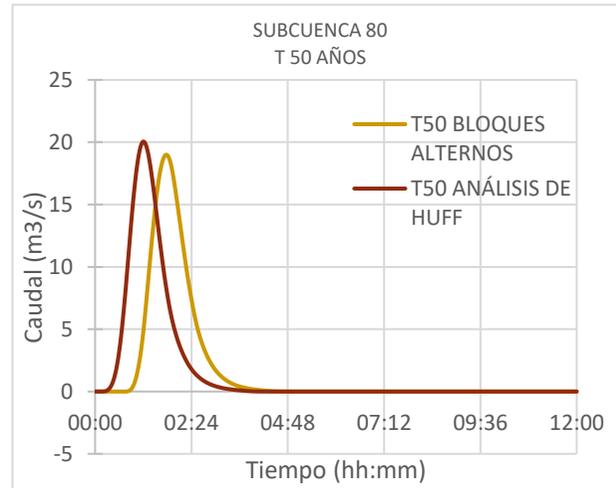
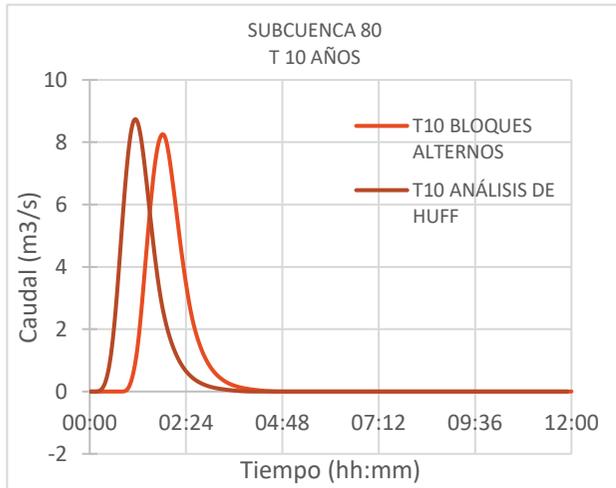
SUBCUENCA 76



SUBCUENCA 79

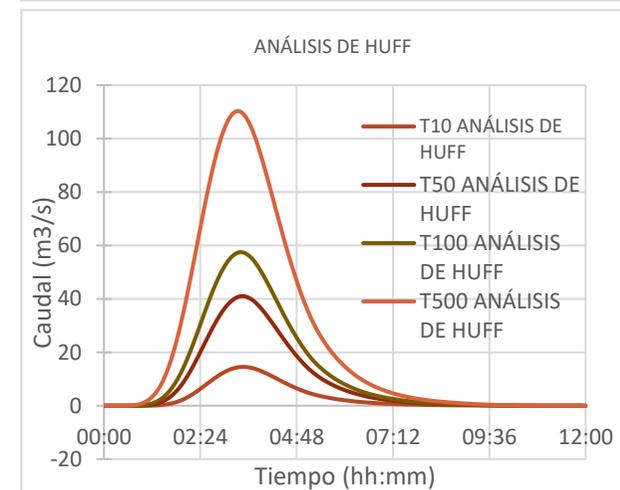
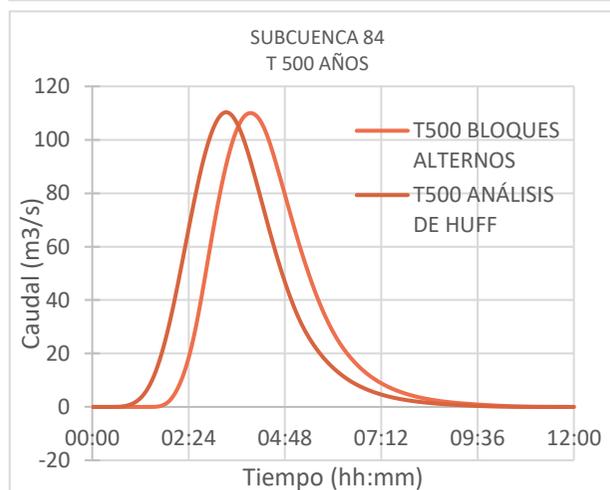
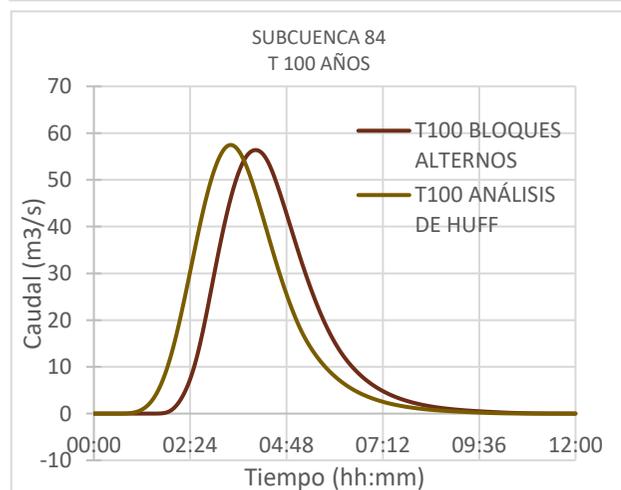
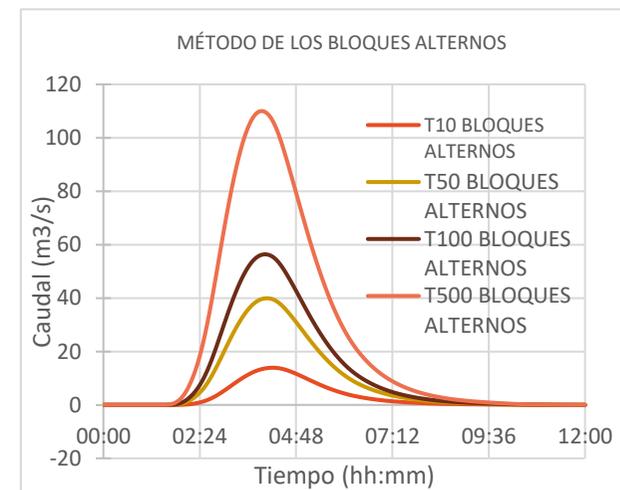
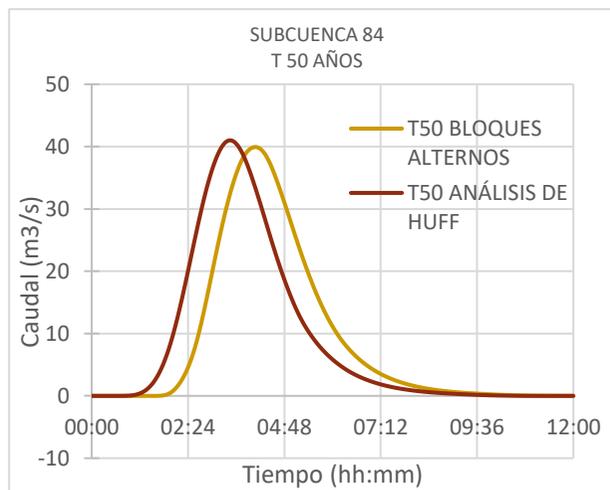
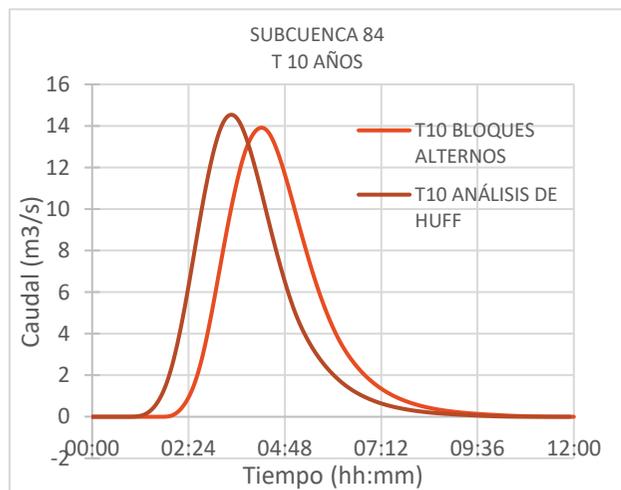


SUBCUENCA 80



Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea. Diferencia en los input en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

SUBCUENCA 84



APÉNDICE 7. ANÁLISIS DE LA CUENCA. PLANOS

1.1 Índice de planos

Plano 1. Área de las Subcuencas

Plano 2. Usos de Suelo

Plano 3. Umbral de Escorrentía de las Subcuencas

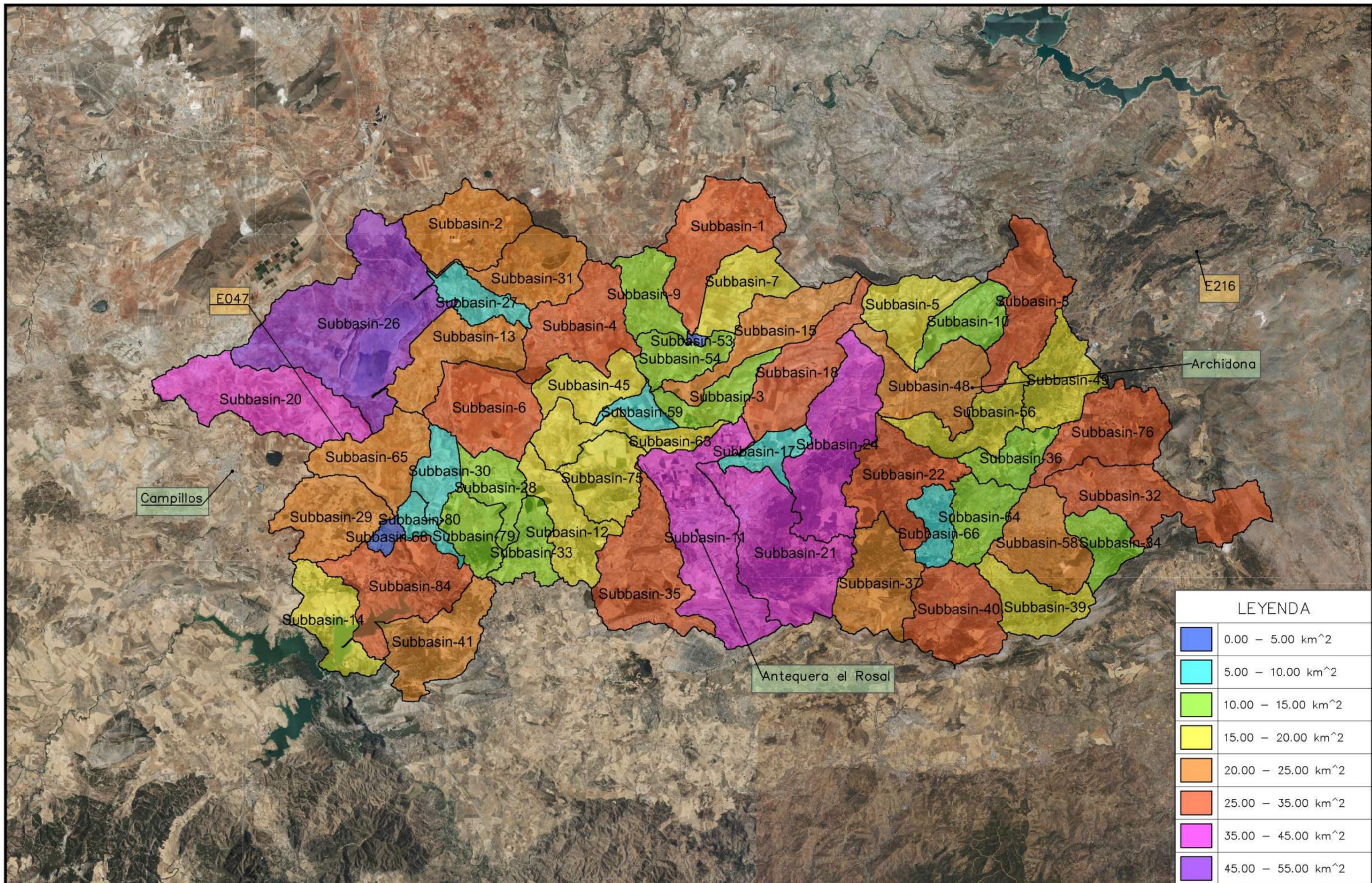
Plano 4. Número de Curva de las Subcuencas

Plano 5. Precipitación para un período de retorno de 10 años

Plano 6. Precipitación para un período de retorno de 50 años

Plano 7. Precipitación para un período de retorno de 100 años

Plano 8. Precipitación para un período de retorno de 500 años



DENOMINACIÓN: Clasificación de las subcuencas de estudio según su superficie.

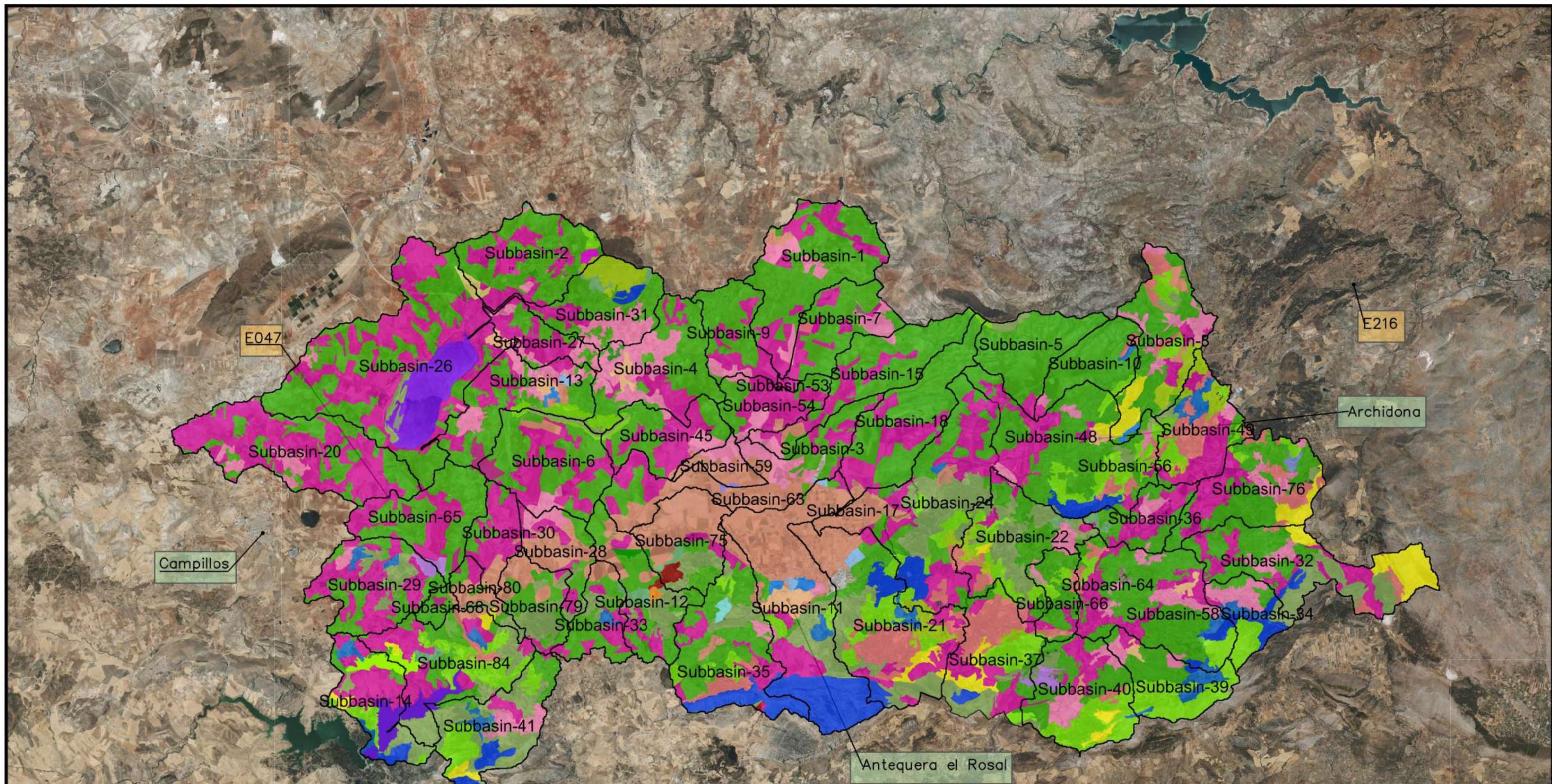
PROYECTO: Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 1 de 8 ORIGINAL: A3





LEYENDA			
	Bosque mixto		Láminas de agua
	Bosques de frondosas		Material boscoso de transición
	Bosques de coníferas		Mosaicos de cultivos
	Cultivos permanentes		Olivares
	Frutales		Pastizales naturales
	Instalaciones deportivas		Prados y praderas
	Redes viarias y ferroviarias		Roquedos
	Tierras de labor en secano		Sistema agro-forestal
	Tierras regadas permanentemente		Tejido urbano continuo
	Vegetación esclerófila		Tejido urbano discontinuo
	Zonas en construcción		Zonas industriales
	Zonas quemadas		Terrenos agrícolas

DENOMINACIÓN:
Usos de suelo de la zona de estudio

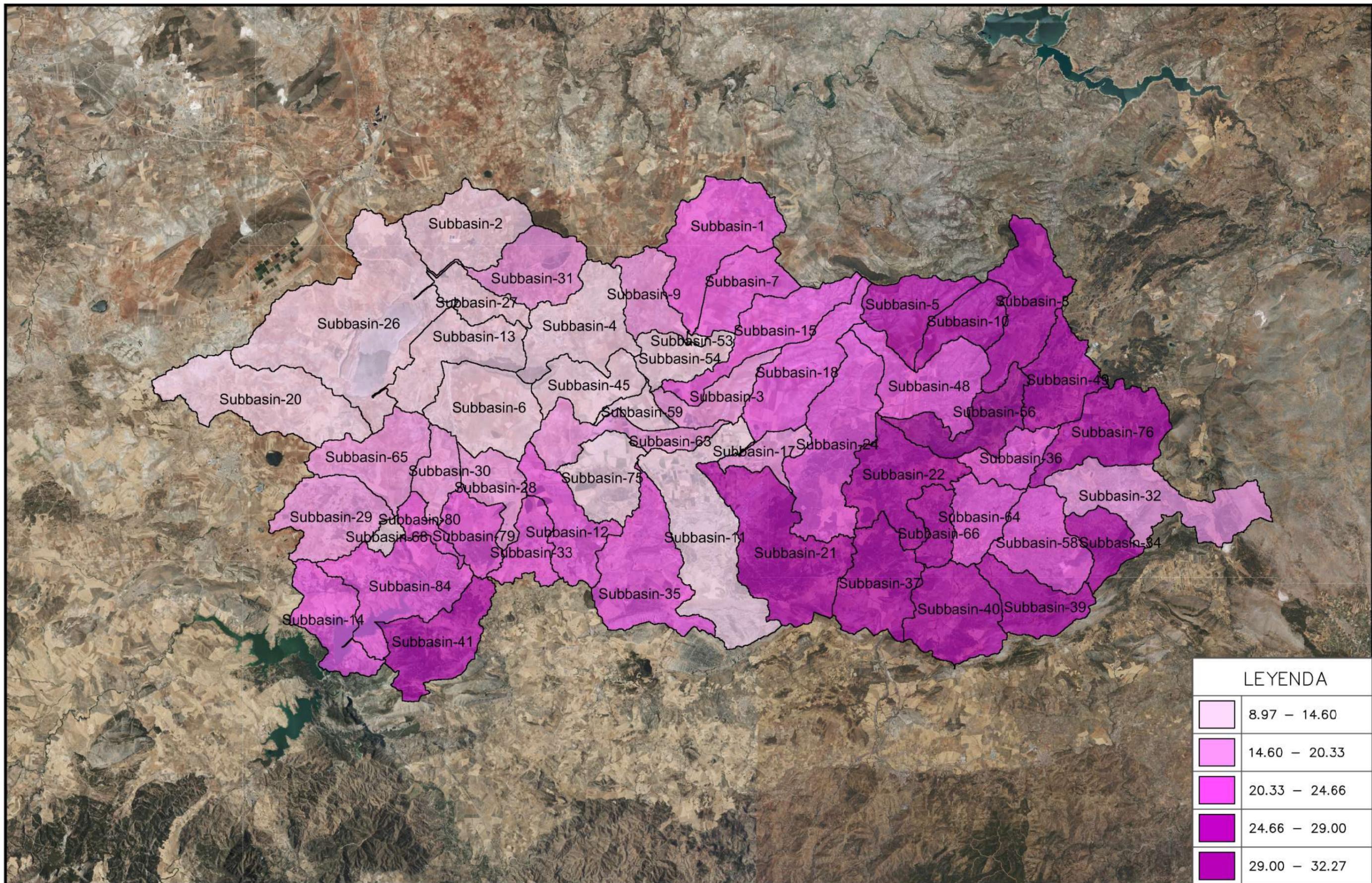
PROYECTO:
Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000
HOJA Nº: 2 de 8
ORIGINAL: A3





LEYENDA	
	8.97 – 14.60
	14.60 – 20.33
	20.33 – 24.66
	24.66 – 29.00
	29.00 – 32.27

DENOMINACIÓN: Clasificación de las subcuencas de estudio según el umbral de escorrentía (Po)

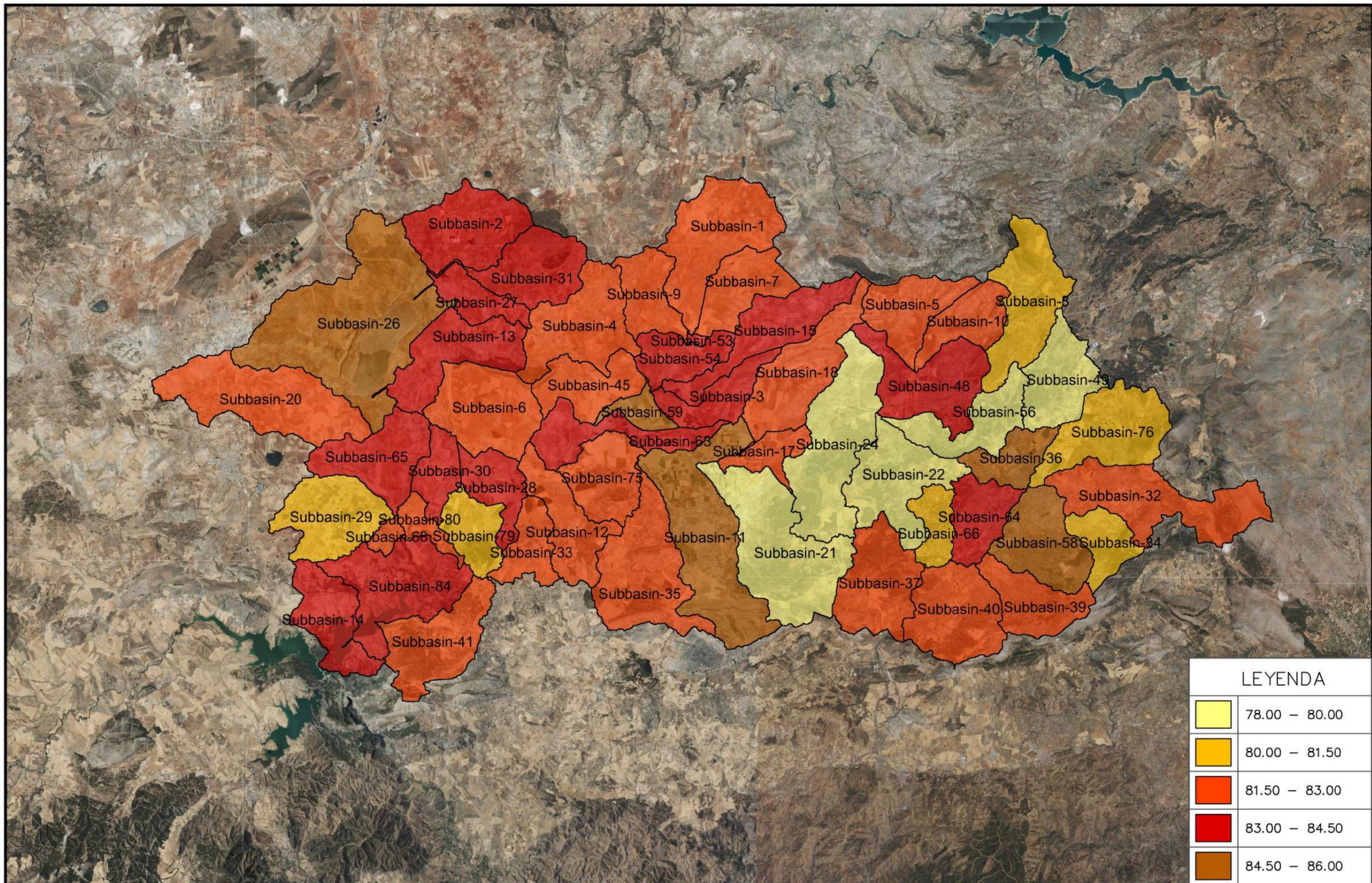
PROYECTO: Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 3 de 8 ORIGINAL: A3





LEYENDA	
	78.00 – 80.00
	80.00 – 81.50
	81.50 – 83.00
	83.00 – 84.50
	84.50 – 86.00

DENOMINACIÓN: Clasificación de las subcuencas de estudio según el número de curva (CNIII)

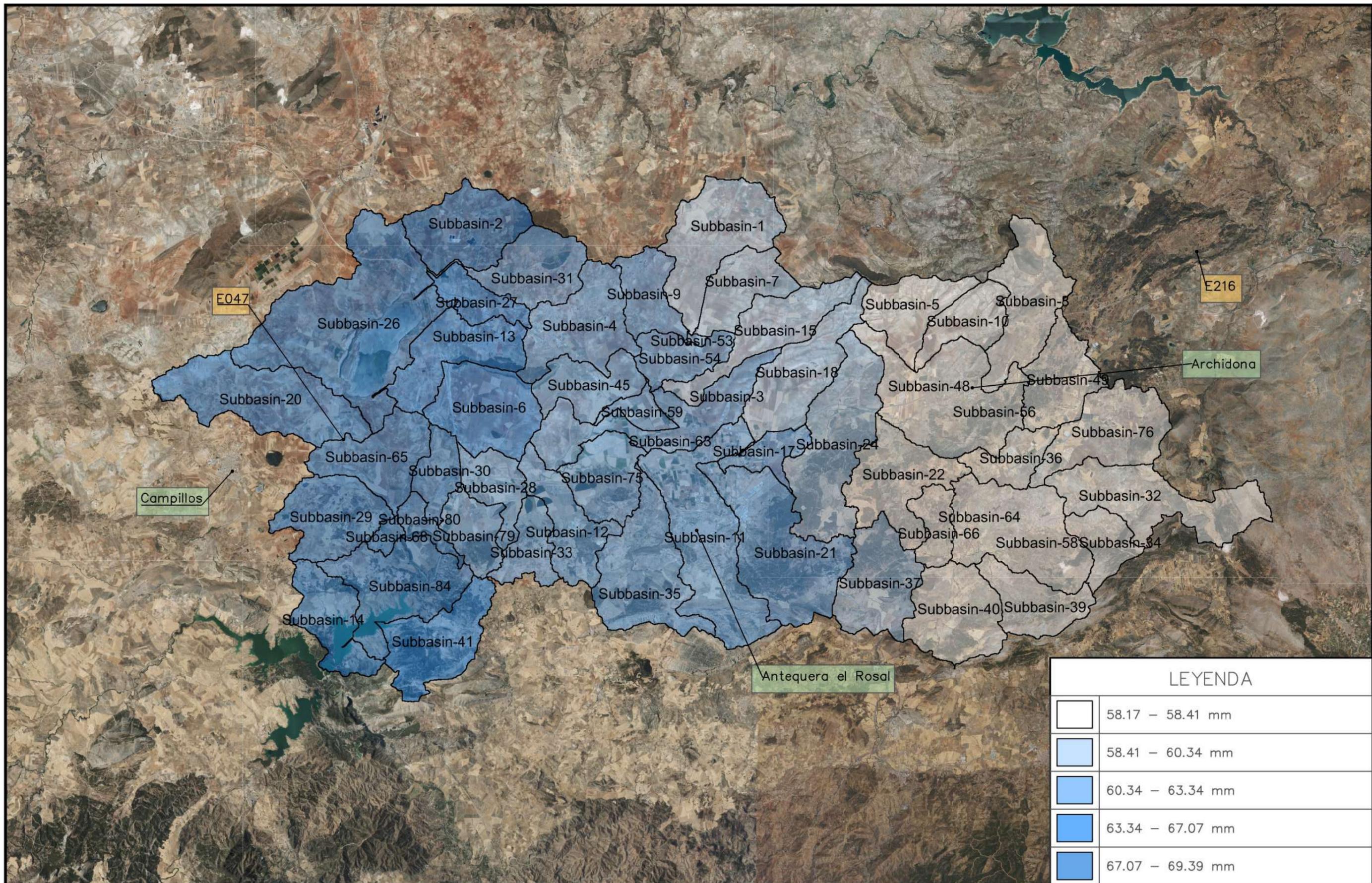
PROYECTO: Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 4 de 8 ORIGINAL: A3





LEYENDA	
	58.17 – 58.41 mm
	58.41 – 60.34 mm
	60.34 – 63.34 mm
	63.34 – 67.07 mm
	67.07 – 69.39 mm

DENOMINACIÓN:
 Clasificación de las subcuencas de estudio según la precipitación diaria obtenido del estudio estadístico para un periodo de retorno de 10 años (Pd(T=10))

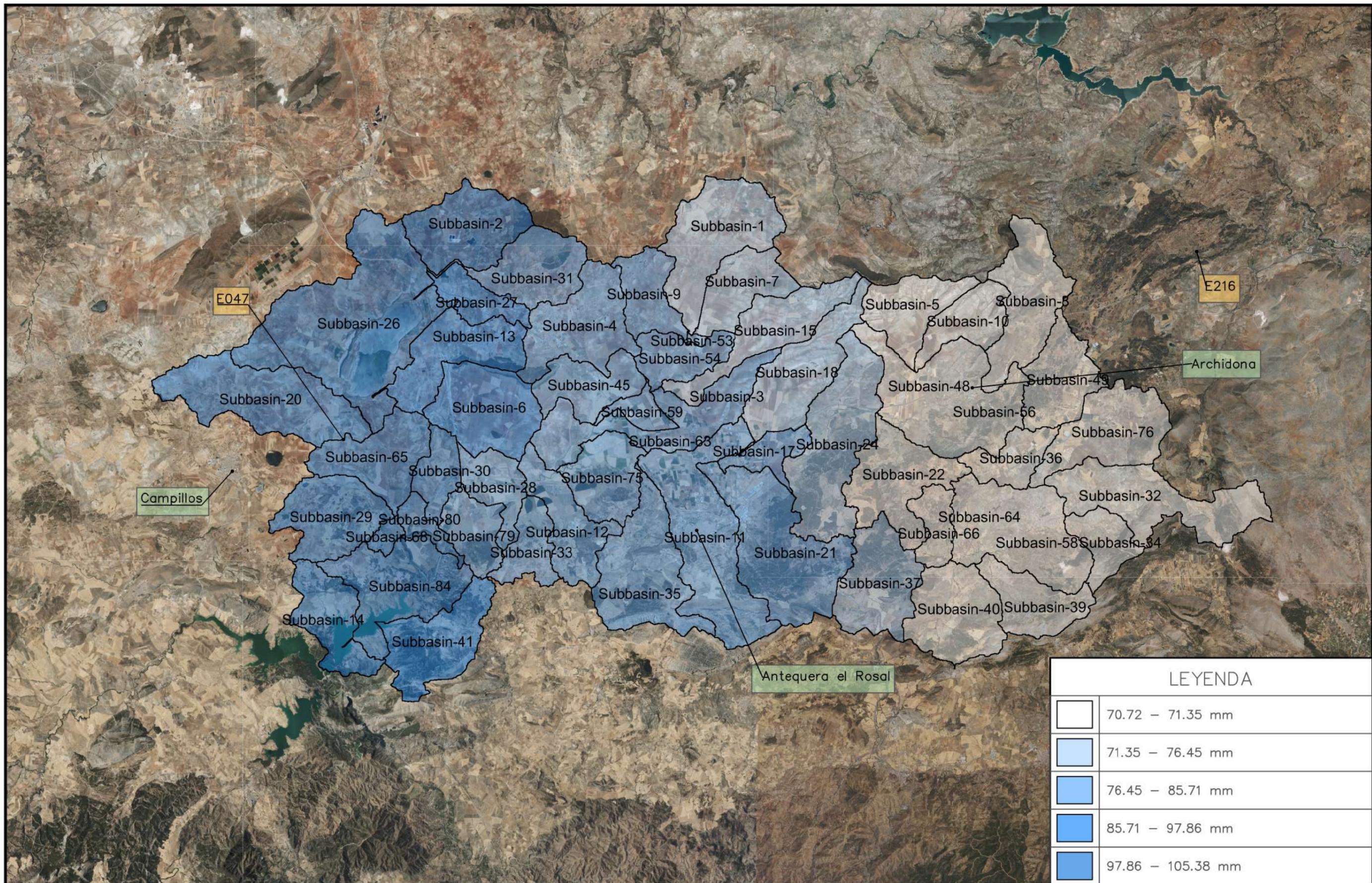
PROYECTO:
 Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
 Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
 Escuela Superior de Ingeniería
 Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
 Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 5 de 8 ORIGINAL: A3





LEYENDA	
	70.72 – 71.35 mm
	71.35 – 76.45 mm
	76.45 – 85.71 mm
	85.71 – 97.86 mm
	97.86 – 105.38 mm

DENOMINACIÓN: Clasificación de las subcuencas de estudio según la precipitación diaria obtenido del estudio estadístico para un periodo de retorno de 50 años (Pd(T=50))

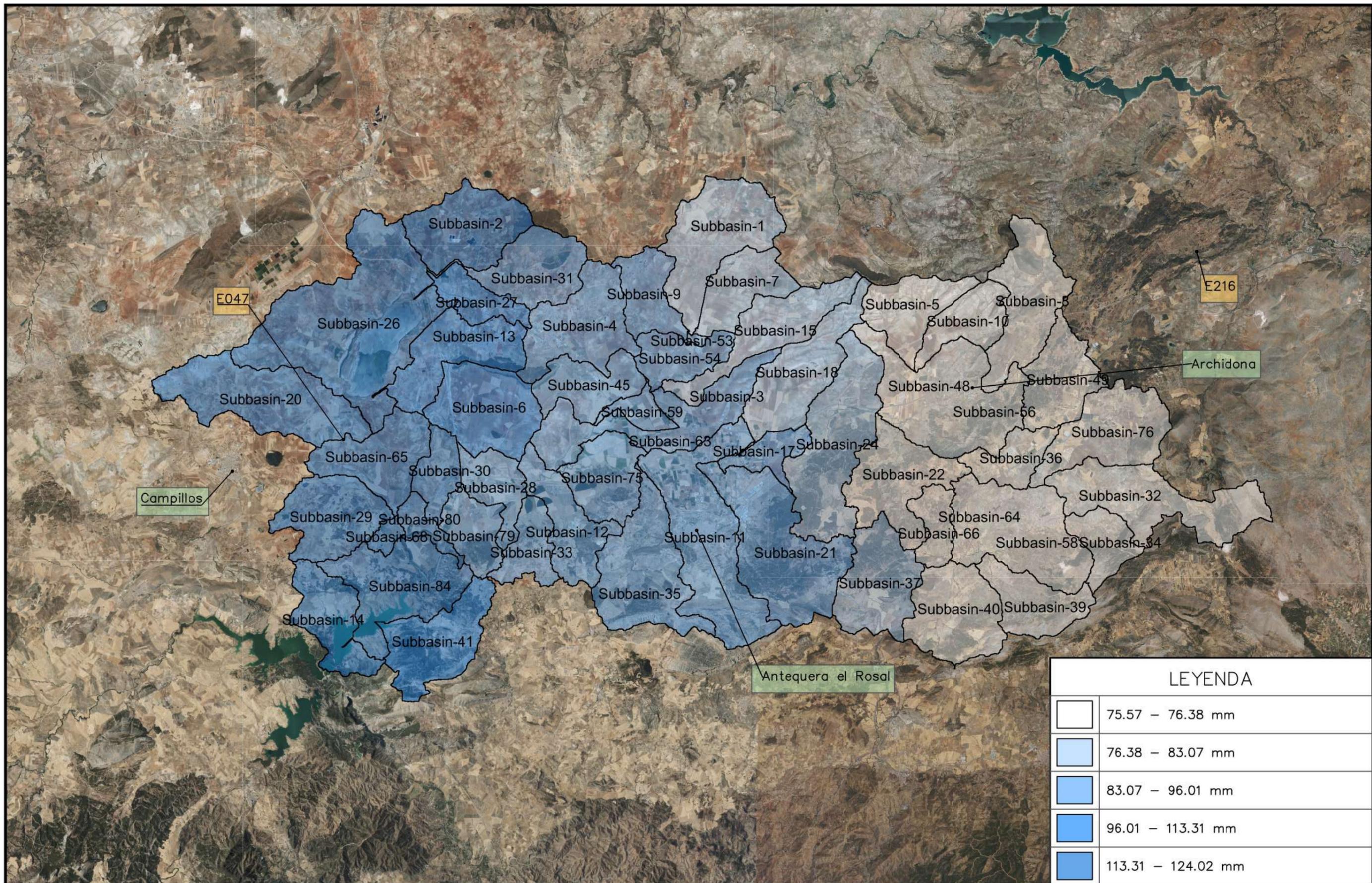
PROYECTO: Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 6 de 8 ORIGINAL: A3





DENOMINACIÓN:
 Clasificación de las subcuencas de estudio según la precipitación diaria obtenido del estudio estadístico para un periodo de retorno de 100 años (Pd(T=100))

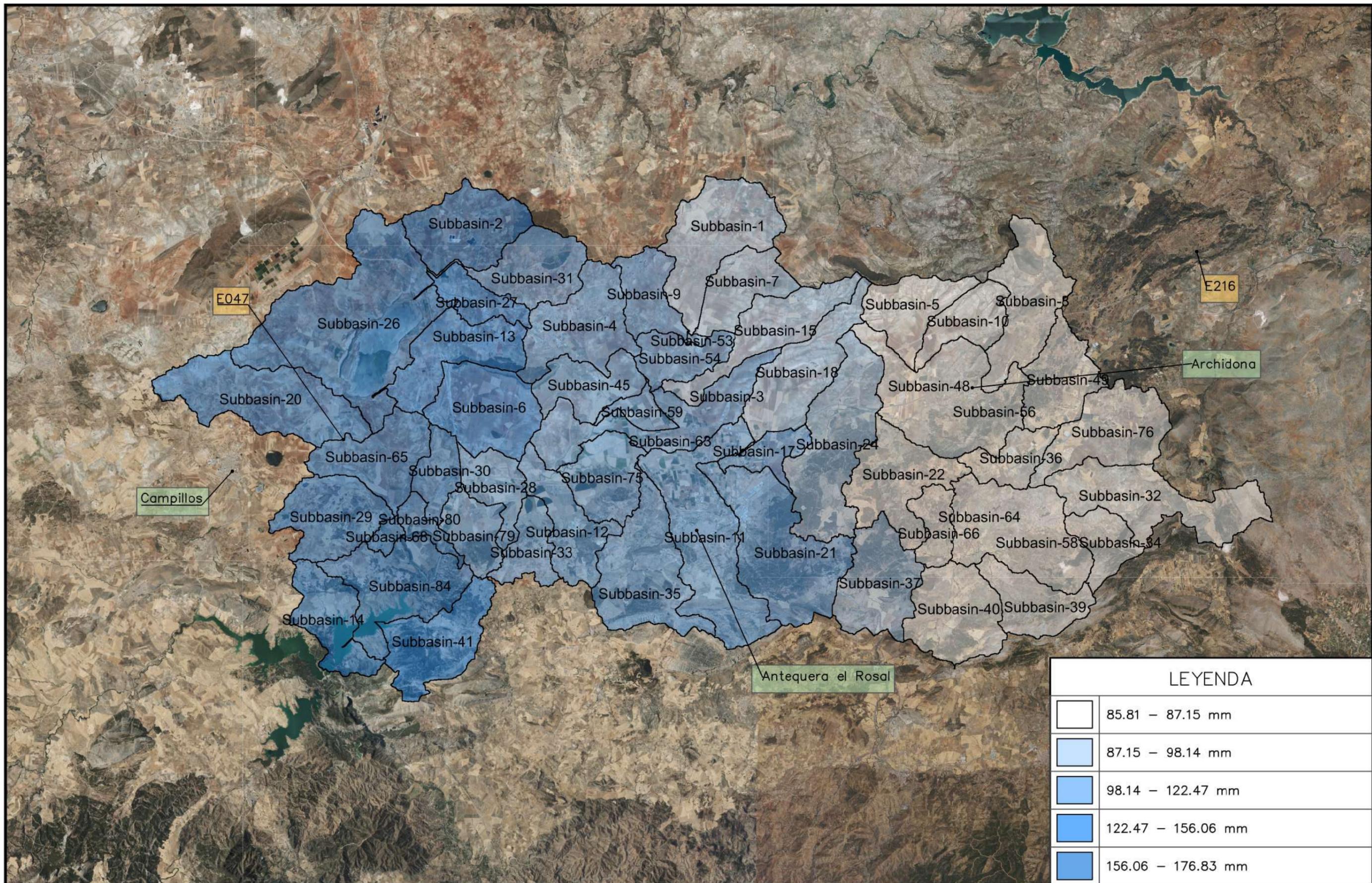
PROYECTO:
 Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
 Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
 Escuela Superior de Ingeniería
 Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
 Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 7 de 8 ORIGINAL: A3





LEYENDA	
	85.81 – 87.15 mm
	87.15 – 98.14 mm
	98.14 – 122.47 mm
	122.47 – 156.06 mm
	156.06 – 176.83 mm

DENOMINACIÓN: Clasificación de las subcuencas de estudio según la precipitación diaria obtenido del estudio estadístico para un periodo de retorno de 500 años (Pd(T=500))

PROYECTO: Comparativa entre obtención de eventos de lluvias reales y eventos sintéticos para una cuenca mediterránea.
Diferencia en los inputs en el estudio hidrológico en el cálculo de avenidas.

Grado en Ingeniería Civil
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Autor: Leonor Gonzalo Fernández
Tutor: Maria del Carmen Molina González

ESCALA: 1:200.000 HOJA Nº: 8 de 8 ORIGINAL: A3

