**Proyecto de Construcción “*Pasarela sobre la carretera CA-32,  
para conexión peatonal y bicicletas, desde apeadero Las Aletas  
a la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz,  
T.M. de Puerto Real (Cádiz)*”**

**Anejo Nº. 6 – DRENAJE**

[1. Introducción 2](#_Toc473021176)

[2. Hidrología 2](#_Toc473021177)

[2.1. Método 1 – Distrib. estad.: Gumbel, Log-Pearson Tipo III y SQRT-ETmax 2](#_Toc473021178)

[2.1.1. Estación Pluviométrica de Cádiz (5973) 2](#_Toc473021179)

[2.1.2. Cálculo precipitaciones máximas diarias (Pd) 3](#_Toc473021180)

[2.2. Método 2 – Publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” 3](#_Toc473021181)

[2.3. Resumen 4](#_Toc473021182)

[3. Cálculo de caudales de diseño 4](#_Toc473021183)

[3.1. Cálculo de caudales de diseño 4](#_Toc473021184)

[3.1.1. Definición de la cuenca 4](#_Toc473021185)

[3.1.2. Caudales de diseño 4](#_Toc473021186)

[4. Conclusiones 6](#_Toc473021187)

**Proyecto de Construcción “*Pasarela sobre la carretera CA-32,  
para conexión peatonal y bicicletas, desde apeadero Las Aletas  
a la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz,  
T.M. de Puerto Real (Cádiz)*”**

**Anejo Nº. 7 – EFECTOS SÍMICOS**

1. Introducción

El objeto del presente anejo es calcular el caudal de pluviales que intersectará la estructura proyectada, comprobando que esta puede ser asumida sin problemas por la infraestructura de drenaje existente.

2. Hidrología

El objeto del presente apartado es el cálculo de la precipitación de diseño que servirá posteriormente para obtener los caudales con los que se dimensionarán y comprobarán las redes de pluviales proyectadas y actuales a conservar.

Para ello se calculará a partir de varios métodos, escogiéndose la más conservadora de ellas, estando por tanto siembre del lado de la seguridad.

Entre los métodos a utilizar, se han seguido los siguientes:

⇨ Aproximaciones estadísticas (Gumbel, Log-Pearson Tipo III, SQRT-ETmax), a partir de las máximas lluvias diarias de los últimos 60 años de la Estación Pluviométrica de Cádiz (5973).

⇨ Método recogido en la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España peninsular*”, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

2.1. Método 1 – Distrib. estad.: Gumbel, Log-Pearson Tipo III y SQRT-ETmax

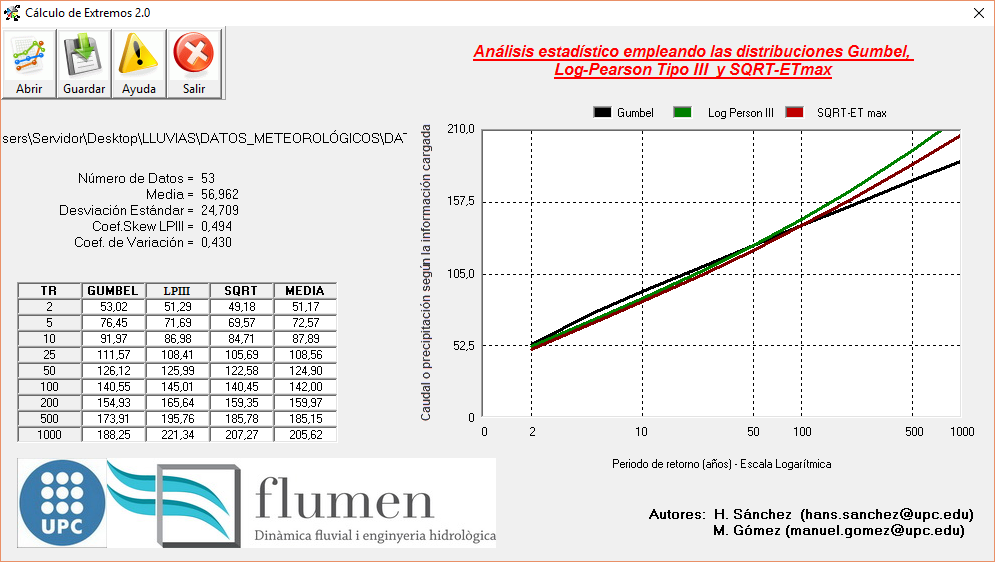
2.1.1. Estación Pluviométrica de Cádiz (5973)

A partir de los datos suministrados por la Agencia Estatal de Meteorología del Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, se tienen:



2.1.2. Cálculo precipitaciones máximas diarias (Pd)

A partir de los datos del anterior apartado, y mediante la aplicación “*Cálculo de extremos 2.0*” del Instituto Flumen de la Universidad Politécnica de Cataluña, se obtienen las siguientes precipitaciones para las diferentes distribuciones:





Como se ha comentado al principio, se ha escogido los valores máximos, como valores más conservadores y por tanto, estar siempre del lado de la seguridad.

2.2. Método 2 – Publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”

La publicación de la Dirección General de Carreteras “*Máximas lluvias diarias en la España peninsular*” permite calcular las precipitaciones máximas diarias de diseño para un determinado período de retorno. Para la realización de los cálculos se ha utilizado el programa informático suministrado en dicha publicación.

Una vez localizada el área del proyecto, se ha determinado las coordenadas U.T.M. referidas al huso 30, que son los datos requeridos por el programa. Este aporta el valor del coeficiente de variación (Cv) y el valor medio de la máxima precipitación diaria anual (P). En función del período de retorno y del valor del coeficiente de variación, se obtiene un factor de amplificación que permite el cálculo de la precipitación diaria máxima para el período de retorno deseado (Pt).

En el siguiente cuadro se recogen los resultados obtenidos:



2.3. Resumen

Como resumen, se tiene como precipitación diaria máxima los siguientes resultados, escogiendo los datos más conservadores (los máximos):



3. Cálculo de caudales de diseño

El presente apartado tiene como objetivo el cálculo de los caudales de diseño y el dimensionamiento y comprobación de las redes de saneamiento de pluviales del proyecto que nos ocupa.

La metodología seguida, responde al hecho de que el proyecto no es de nueva construcción, sino una remodelación y acondicionamiento de la zona de actuación, por lo que se ha de tener presente las obras ya existentes para su posible aprovechamiento.

Para el cálculo de los elementos de redes de drenaje pluvial, se ha utilizado la Instrucción 5.2. – I.C. – Drenaje Superficial.

3.1. Cálculo de caudales de diseño

Para el caso que nos ocupa, y atendiendo a las características de localización del proyecto, se ha optado en utilizar como periodo de retorno los 500 años, como caso más desfavorable, estando de esta manera muy por el lado de la seguridad, ya que las recomendaciones para el caso que nos ocupa, son como máximo de 50 años (Drenaje de plataforma y márgenes: veinticinco años (T = 25 años), salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar cincuenta años (T = 50 años)).

3.1.1. Definición de la cuenca

En el presente apartado se define los parámetros físicos representativos de cada una de las cuencas, que en nuestro caso hemos reducido a una única. Estos parámetros físicos, junto con los datos de precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno, servirán de base para el cálculo de caudales.

Para la cuenca afectada se calcula:

▪ Superficie: A [Km2]

▪ Longitud del cauce principal: L [m]

▪ Tiempo de concentración: tc [h]

Este último parámetro se ha evaluado mediante la siguiente fórmula:

,

siendo:

▪ tc: Tiempo de concentración [h]

▪ Lc: Longitud del cauce principal [Km]

▪ Jc: Pendiente media del cauce [m/m]

El tiempo de concentración será la suma del tiempo calculado con la anterior fórmula, y el tiempo de absorción de los sumideros, que estimamos en 5 minutos cómo máximo.



En el siguiente cuadro se muestran los valores de los parámetros físicos de las cuenca consideradas.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CUENCA** | **A**  [m2] | **Lc**  [Km] | **Jc**  [m/m] | **tc**  [h] | **tct**  [h] |
| Pasarela | 72,10 | 0,0206 | 6,70% | 0,026 | 0,11 |

3.1.2. Caudales de diseño

Como la cuenca que nos ocupa tiene tiempo de concentración inferior a 6 horas, podemos emplear el método hidrometeorológico.

De esta forma, el caudal de referencia en un punto en el que desagüe una cuenca viene expresado por:

,

donde:

▪ C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.

▪ A: Área de la cuenca en Km2.

▪ K: Coeficiente representativo del grado de uniformidad con que se reparte la escorrentía: .

▪ It: Intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

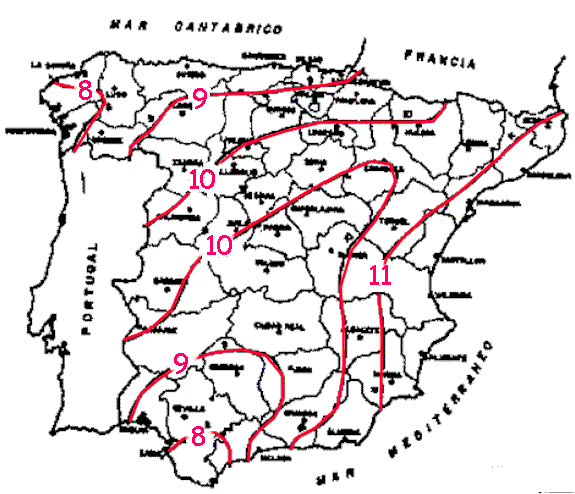
***Cálculo de la Intensidad Media de la Precipitación (It)***

La intensidad media de la precipitación se obtiene mediante el máximo de las siguientes fórmulas:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Método Racional** |  | **Método Formulación Letizia de Salas** |
|  |  |  |

donde:

▪  se obtiene del Mapa de Isolíneas de la citada instrucción, que para el área de estudio de la zona puede tomar un valor de 8,10 como puede observarse en el plano adjunto.

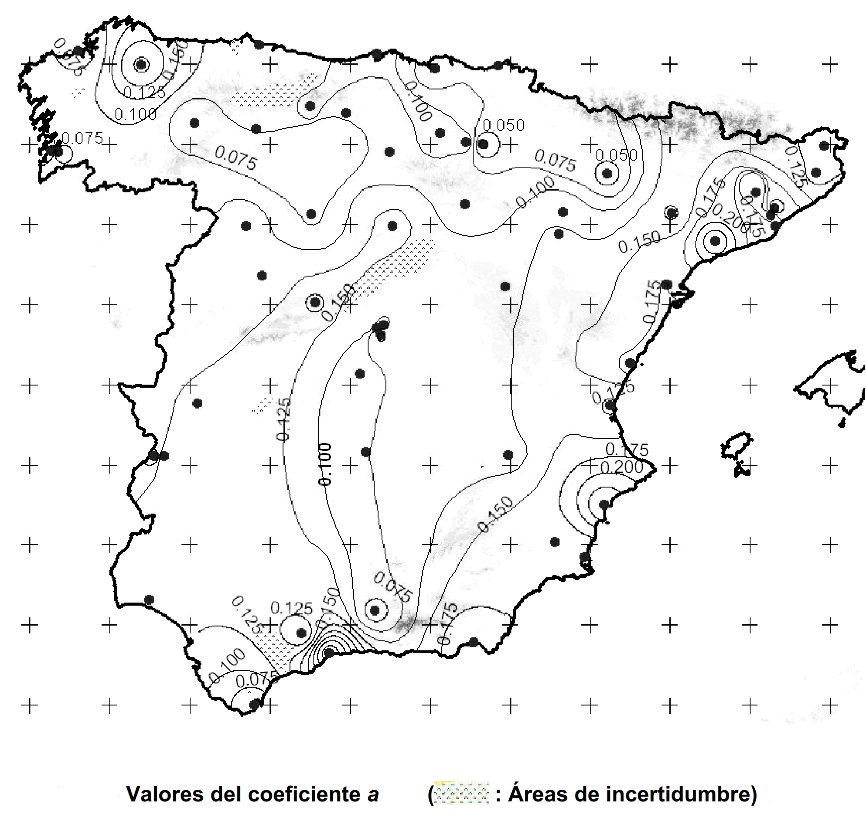


▪ t [h]: duración del intervalo al que se refiere It, tomándose igual al tiempo de concentración, ya calculado en el punto anterior.

▪ Id [mm/h]: Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al período de retorno considerado que responde a la fórmula , siendo Pd [mm] la precipitación total diaria correspondiente al período de retorno elegido. Los valores de Pd son los obtenidos en el apartado 2.3 del presente anejo.

▪ T[años]: periodo de retorno al que se refiere la intensidad diaria I24.

▪ a: valor que se obtiene del siguiente mapa, y que para nuestro caso toma el valor de 0,1125.



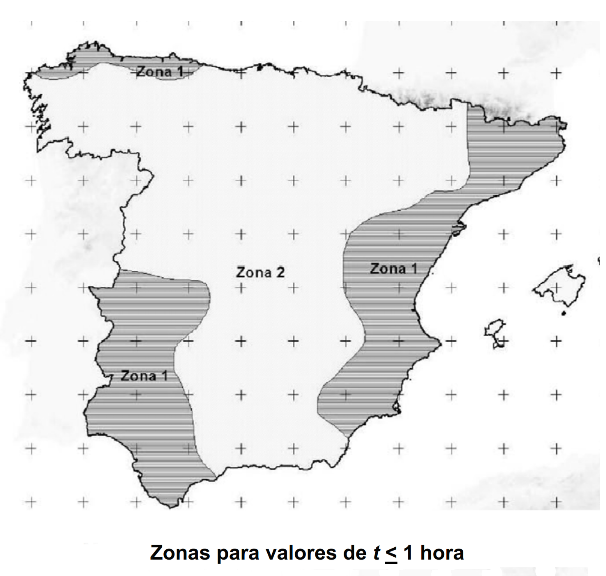
▪ h(T): función que se calcula con las fórmulas que se indican a continuación:

⇨ Para t<1h situado en la Zona 1: 

⇨ Para t<1h situado en la Zona 2: 

⇨ Para t>1h situado en la Zona 1: 

⇨ Para t>1h situado en la Zona 2: 



***Cálculo del Coeficiente de Escorrentía (Ce)***

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía se ha optado por la utilización de la fórmula establecida en la Instrucción 5.2. – I.C. – Drenaje Superficial, en su apartado 2.2.3 “*Coeficiente de escorrentía*”.

Para nuestro caso, como las superficies a drenar son inferiores a 1 Km2, el coeficiente de escorrentía toma la siguiente expresión:

,

donde P0 es el umbral de escorrentía, que representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía, que viene determinado por la expresión: , donde  corresponde al valor inicial del umbral de escorrentía y  es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

El valor inicial del umbral de escorrentía para nuestro caso, y siguiendo la tabla 2.3 establecida en la norma, tomaría los siguientes valores:

⇨ Redes viarias, tejido urbano continuo: 1

Para el coeficiente corrector, para nuestra zona de actuación, y atendiendo al periodo de retorno considerado, este tomaría los siguientes valores:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tretorno** |  | **FT** |  |
| 2 | 2,15 | 0,81 | 1,74 |
| 5 | 0,91 | 1,96 |
| 10 | 0,96 | 2,06 |
| 25 | 1,12 | 2,41 |
| 100 | 1,30 | 2,80 |
| 500 | 1,50 | 3,23 |

Por tanto, aplicando la fórmula para el coeficiente de escorrentía se tiene:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tretorno** |  |  |  |  | *C* |
| 2 | 1 | 1,74 | 1,74 | 55,45 | 0,92 |
| 5 | 1,96 | 1,96 | 76,45 | 0,94 |
| 10 | 2,06 | 2,06 | 91,97 | 0,95 |
| 25 | 2,41 | 2,41 | 112,18 | 0,96 |
| 100 | 2,80 | 2,80 | 146,58 | 0,96 |
| 500 | 3,23 | 3,23 | 195,76 | 0,97 |

Por tanto, los caudales que hay que evacuar serían los siguientes:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tretorno** | K | C | A  [m2] | It | ***Q***  [l//s] |
| 2 | 1 | 0,92 | 72,10 | 53,60 | **0,99** |
| 5 | 0,94 | 73,90 | **1,39** |
| 10 | 0,95 | 88,90 | **1,69** |
| 25 | 0,96 | 108,43 | **2,08** |
| 100 | 0,96 | 141,68 | **2,72** |
| 500 | 0,97 | 189,22 | **3,68** |

4. Conclusiones

Según los cálculos, se obtiene un caudal, para el periodo de retorno T = 500 años, muy por encima del nivel de seguridad exigido para el proyecto que nos ocupa, de 3,68 l/s, por lo que dicho caudal es irrisorio y con las infraestructuras existentes no hay ningún tipo de problema de capacidad.

Cabe mencionar que las cunetas existentes en los bordes de los viajes, y que quedarán junto a las pilas a ejecutar en ningún momento se verán interrumpidas, e incluso se revestirán en dichas zonas mediante una capa de hormigón de 10 cm para mejorar la capacidad de las mismas.