

# **ANEXO 1.- ESTUDIO HIDROLÓGICO**

## **1.- Estudio de Precipitaciones**

Para determinar las precipitaciones de cálculo se ha partido de los datos de las Estaciones de Pluviométricas más representativas ubicadas en puntos cercanos o pertinentes a la zona de estudio.

Estas Estaciones Pluviométricas, cuyos datos han sido facilitados por el Servicio de Hidrología y Aforos de la Conferación Hidrográfica del Júcar, son las siguientes:

- BENICARLO - 1 (H-6)
- BENICARLO - 2
- BENICARLO (PALAU, S.A.)
- BENICARLO (LA SALLE)
- BENICARLO (SANT GREGORI)

Las Series Históricas de estas Estaciones son incompletas; no obstante, la Cuenca que nos ocupa es lo suficientemente pequeña como para poder considerar un modelo único de precipitación en toda ella; ello equivale a suponer una lluvia constante en toda su superficie.

Es por ello, que la Serie Histórica confeccionada, lo ha sido completando los años que no figuran en una con los de las otras estaciones (ya que la proximidad de su ubicación así nos lo permite suponer) de tal manera que en el caso de disponer de datos de Precipitaciones Máximas en 24 horas de un mismo año en dos o más Estaciones Pluviométricas, siempre elegimos la más desfavorable, es decir el mayor de los valores de esas Precipitaciones Máximas.

Por otro lado y con el objeto de poder calcular las Precipitaciones Máximas en 24 horas para un Período de Retorno T, dado mediante la aplicación de la Ley de GUMBELL O DE LOS VALORES EXTREMOS, se ha calculado la MEDIA ARITMETICA Y LA DESVIACIÓN TÍPICA O STANDARD de las series mencionadas.

La MEDIA ARITMÉTICA viene dada por:

$$P_m = \sum P_i / n$$

siendo:

- P<sub>m</sub> = Media Aritmética de la serie observada.
- P<sub>i</sub> = Suma de todas las observaciones de la serie.
- n = Número de observaciones (Años observados)

La DESVIACIÓN TÍPICA O STANDARD, viene dada por:

$$\sigma = \sqrt{\sum (P_m - P_i)^2 / n}$$

siendo:

$P_m$  = Media aritmética de las observaciones de la serie

$d = (P_m - P_i)$  = Desviaciones

$n$  = Número de observaciones (Años observados)

$(P_m - P_i)^2$  = Suma de los Cuadrados de las Desviaciones

Esta Serie Histórica confeccionada con los datos de las observaciones de las Estaciones Pluviométricas antes mencionadas, así como su Media Aritmética y su Desviación Típica o Standard, vienen expresadas en las hojas que a continuación se acompañan.

## **2.- Consideraciones Estadísticas**

Hemos dicho anteriormente que vamos a utilizar la Ley de Distribución de GUMBELL O DE LOS VALORES EXTREMOS para la estimación de las Precipitaciones Máximas en 24 horas para distintos Períodos de Retorno. Esta distribución ha sido utilizada con buenos resultados para valores extremos independientes de variables meteorológicas y parece ajustarse bien a los valores máximos de la precipitación en distintos intervalos de tiempo y después de muchos años de uso parece confirmarse su utilidad en los problemas prácticos de la ingeniería de dimensionamiento de redes de drenaje. Por este motivo la usaremos para los cálculos de precipitaciones del presente estudio.

La expresión de esta Ley es la siguiente:

$$F(x) = \text{probab} (\xi \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-x_0)}} \quad (1)$$

en donde:

$x$  = Valor de la variable

$F(x)$  = Probabilidad con la que  $x$  no es superado

$\alpha$  y  $x_0$  = Parámetros que se deben ajustar en cada caso.

$e$  = Base de los logaritmos Neperianos.

Matemáticamente se demuestran las siguientes correlaciones

$$\alpha = \sigma^* / \sigma \quad \text{y} \quad x_0 = x - \tilde{y} (\sigma / \sigma^*)$$

en donde:

$x$  = Media Aritmética de la Serie Anual en estudio.

$\sigma$  = Desviación Típica de la Serie Anual en estudio.

$y$  = Variable que sólo depende de  $n$ .

$\sigma^*$  = Variable que sólo depende de  $n$ .

$n$  = Número de observaciones (Años observados).

Si la variable meteorológica  $x$  la identificamos con Precipitaciones (es decir  $x = P$ ) y teniendo en cuenta los valores de  $Y$  y  $\sigma^*$  que sacamos de la tabla que relaciona estos valores con el número de observaciones  $n$  (años observados) se tendrá lo siguiente:

$$P_{24h} = 84,8 \text{ mm} \qquad \sigma_{24h} = 34,0 \text{ mm}$$

$$1/\alpha = \sigma / \sigma^* \quad y \quad P_o = P_m - y ( \sigma / \sigma^* )$$

$$\text{Para } n= 34 \text{ años } \tilde{y} = 0.5396 \quad \sigma^*=1.1255$$

La transformación logarítmica de la anterior expresión (1) viene dada de la siguiente manera:

$$P = P_o + 1 / \alpha ( \text{Ln Ln } ( T / T-1) ) \qquad (2)$$

Así pues se da:

$$1/ \alpha = 34,0/1,1255 = 30,21 \text{ mm}$$

$$P_o = 84,8 - 0,5396 \times 30,21 = 68,50 \text{ mm}$$

y por lo tanto, al sustituir en la ecuación (2) obtendremos:

$$P_{24h} = 68,50 - 30,21. \text{LnLn } (T/T-1) \qquad (3)$$

con los siguientes significados:

$P_{24h}$  = Precipitación Máxima de duración 24 h, en mm

$T$  = Período de Retorno considerado, en años.

Dado que la probabilidad de que esta lluvia se presente en un año es  $F = 1/T$  (es decir la Frecuencia), la probabilidad de que esta lluvia no aparezca en un año será:

$$q = 1-1/T \qquad (4)$$

En consecuencia, la probabilidad de que esta lluvia no se presente en  $m$  años será:

$$Q = (1-1/T)^m \qquad (5)$$

Asimismo, la probabilidad de que la lluvia aparezca una o más veces en  $m$  años será:

$$R = 1-Q = 1-(1-1/T)^m \qquad (6)$$

Pues bien; en esta última expresión, llamaremos:

$m$  = Tiempo de Funcionamiento sin Fallos (en años)

$R$  = Riesgo de Fallo

Si hacemos coincidir el Tiempo de Funcionamiento sin Fallos con el Período de Retorno, la expresión anterior (6) quedaría de la siguiente manera:

$$R = 1-(1-1/T)^T \qquad (7)$$

De esta manera podemos obtener el Riesgo de Fallo para un Tiempo de Funcionamiento sin Fallos igual al Período de Retorno. Este valor nos indica la "Probabilidad de que antes de  $T$  años, se presente (al menos una vez) una lluvia que como promedio se presenta una vez cada  $T$  años".

### **3.- Estimación de los valores de las Precipitaciones máximas de 24 horas, en función del Período de Retorno.**

Para el estudio que nos ocupa, vamos a elegir una gama de Períodos de Retorno de 2 años, 5 años, 10 años, 15 años, 20 años, 25 años y 50 años, ya que para Períodos de Retorno mayores se escapa de los fines que se pretenden conseguir dentro del ámbito del presente Proyecto.

Si sustituimos estos valores de T en la expresión anterior (3), se tendrá:

Para T = 2 años	P24h = 79,57 mm.
Para T = 5 años	P24h = 113,81 mm.
Para T = 10 años	P24h = 136,48 mm.
Para T = 15 años	P24h = 149,27 mm.
Para T = 20 años	P24h = 158,23 mm.
Para T = 25 años	P24h = 165,13 mm.
Para T = 50 años	P24h = 186,38 mm.

Estos serán los valores de las Precipitaciones Máximas en 24 horas que nos servirán para el cálculo de la Estimación de los Valores de las Intensidades Medias Diarias de Precipitación (Valores Máximos de esas Id) que constituirán la base para la estimación de los Valores Máximos de las Intensidades Horarias de Precipitación (It) correspondientes a cada Período de Retorno considerado, como uno de los factores fundamentales de la expresión del Método Racional para la obtención de los Caudales Punta correspondientes.

### **3.- CAUDALES DE LLUVIA A EVACUAR**

La evacuación de las aguas de lluvia se realizará mediante colectores independientes de los de recogida de aguas negras, y llevarán las aguas hasta los existentes en las calles limítrofes.

#### **B.1.- Tiempo de concentración**

Según la Instrucción de drenaje, si el recorrido del agua sobre la superficie fuera menor de treinta minutos, se podrá considerar que el tiempo de concentración es de cinco minutos. En nuestro caso, dadas las características del terreno y el tipo de edificación existente, con abundancia de zonas ajardinadas, piscinas, etc., vamos a considerar un tiempo de concentración de 30 minutos.

#### **B.2.- Periodo de retorno**

En hidráulica urbana se consideran periodos de retorno comprendidos entre 5 y 25 años.

Por ello, y dado que el valor mas conveniente utilizado es el de 10 años, será este el que consideremos como período de retorno de proyecto.

### B.3.- Intensidad media de precipitación

En el estudio hidrológico que se ha realizado anteriormente hemos obtenido los siguientes valores para las intensidades de precipitación y el periodo de retorno citado:

- Intensidad media diaria de precipitación:  $I_d = P_d/24 = 5,69 \text{ mm/h}$
- Relación  $I_1/I_d$

El valor que relaciona la intensidad horaria  $I_1$  y la intensidad diaria  $I_d$ , en la zona del Levante español, tiene el valor  $I_1/I_d = 11,25$

El valor de la Intensidad media de precipitación a emplear en el cálculo de caudales lo obtenemos de la expresión:

$$I / I_d = ( I_1 / I_d ) ^ ( ( 28 ^ { 0,1 } - T_c ^ { 0,1 } ) / ( 28 ^ { 0,1 } - 1 ) )$$

Con todo lo expuesto obtenemos  $I = 96,44 \text{ mm/h}$

### B.4.- Coeficiente de Escorrentía

Dado que la superficie de la cuenca se encuentra en suelo urbano y se trata de una zona residencial media con zonas verdes interpuestas con los edificios y aceras pavimentadas, tomamos como valor para el coeficiente de escorrentía el recomendado por la literatura técnica para estos casos, es decir,  $c = 0,80$

### B.5.- Caudal de cálculo para la zona

Para poder establecer posteriormente el diámetro de tubería mas conveniente en cada tramo, obtendremos aquí un caudal por unidad de superficie (caudal por kilometro cuadrado)

$$Q = CIA / 3$$

$$A = \text{Área de la cuenca en Km}^2$$

$$I = \text{Intensidad media de precipitación} = 96,39 \text{ mm/h}$$

$$C = \text{Coeficiente de escorrentía} = 0,80 \text{ en zona edificada y } 0,30 \text{ en jardines}$$

Obteniendose:

$$Q = 25,704 A. \text{ Para zonas edificadas y calles}$$

$$Q = 9,639 A. \text{ Para jardines}$$