

ANEJO N° 5 CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES DE REFERENCIA

1. Introducción

El objeto de este informe es la determinación de los caudales de avenida, correspondientes a diferentes períodos de retorno, a tener en cuenta en el diseño del drenaje de aguas pluviales de la “Estabilización de talud en vial de acceso al Polígono Industrial Tres Hermanas de Aspe”.

2. Normativa de aplicación

Para el cálculo de los caudales máximos de avenida se ha seguido la Instrucción de carreteras 5.2-IC “Drenaje superficial” de Mayo de 1990.

3. Cálculo de la precipitación máxima diaria para diversos períodos de retorno

Para la determinación de la precipitación máxima en 24 horas correspondientes a un período de retorno dado, se ha hecho uso de la publicación del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” publicada en diciembre de 2001.

Esta monografía describe en primer lugar la metodología empleada para la obtención de las precipitaciones máximas diarias (llamadas aquí cuantil local), y acaba finalmente con una guía práctica que permite dos métodos para el cálculo de la precipitación máxima:

- **A partir de mapas en los que se representan los valores del coeficiente de variación C_v y el valor medio P .**
- **Mediante la utilización de un programa informático que se incluye con la monografía.**

Aquí hemos hecho uso del primero de dichos métodos. Las coordenadas de partida para Aspe son:

Coordenadas UTM (Huso 30) Aspe	697.200,00
	4.243.500,00

Se ha determinado el valor de las precipitaciones diarias máximas en la localidad de Aspe para los períodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años.

A partir del valor de C_v y para el período de retorno T buscado se ha obtenido el cuantil adimensional regional usando la tabla 7.1.

Con los valores del cuantil regional Y_t y el valor medio P de la precipitación máxima diaria anual, se obtiene el cuantil local como producto de ambos según la expresión:

$$X_t = Y_t \cdot P$$

Todos los valores obtenidos en los cálculos están reflejados en la siguiente tabla:

Período de retorno T	P media (mm/día)	C_v	Cuantil Y_t	Cuantil local X_t (mm/día)
5	48	0,518	1,3066	63
10	48	0,518	1,6370	78
25	48	0,518	2,0920	100
50	48	0,518	2,4580	118
100	48	0,518	2,8518	137
500	48	0,518	3,8478	185

Los valores obtenidos para el cuantil local X_t serán los definidos como P_d en la Instrucción 5.2.-I.C."Drenaje Superficial", es decir, la precipitación total diaria corresponde al período de retorno T , a la hora de obtener el valor de los caudales de cálculo en la zona a estudiar.

En principio, el cálculo se orienta para el drenaje del talud situado junto a la vía de servicio de la CV-84 frente al Polígono Industrial tres Hermanas II, tomamos un período de retorno T de 100 años, por lo que la precipitación total diaria que corresponde a dicho período de retorno P_d es de 137 mm/día.

4. Cálculo de los caudales de referencia

Para calcular el caudal en el punto en que desagua la cuenca se ha utilizado la fórmula de la Instrucción 5.2.-I.C. "Drenaje Superficial", en su Apartado 2.2. (método hidrometeorológico):

$$Q = \frac{C \cdot A \cdot I}{K}$$

donde:

- **Q** es el caudal en m³/s
- **C** es el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.
- **A** es la superficie de la cuenca en km².
- **I** es la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración **T**.
- **K** es un coeficiente que depende de las unidades en que se expresen **Q** y **A**. Se obtiene de la Tabla 2.1. y tiene un valor (para el caudal en m³/s y el área en hectáreas) de 300.

Esta fórmula es válida para cuencas pequeñas, y cuando el tiempo de concentración no supere las 6 horas.

La cuenca de recogida de aguas de lluvia es pequeña, y dividida en dos subcuencas; Por un lado, el vial y el talud recubierto con escollera (esta cuenca no se ha modificado sustancialmente y consta del sistema de drenaje de la autovía que se considera suficiente).

Por otro lado, la totalidad del talud diseñado desde la berma excavada, el nuevo talud generado y el resto del talud que vierte sus aguas sobre esta berma (hasta la explanada superior).

Por ello, se ha considerado inicialmente para el cálculo de la cuneta diseñada que recorre la totalidad de la berma, las aguas de lluvia que caen sobre el talud de tierras y la berma existente, un tramo de unos 300 metros de longitud y 40 metros de ancho medio.

<i>Superficie</i>	<i>Longitud cauce principal</i>	<i>Pendiente media</i>
0,95 Hectár.	300 m	0,01 m/m

Se expresan a continuación los pasos seguidos en el cálculo:

1. **Intensidad media de precipitación:**

La intensidad media de precipitación **I_t** se puede obtener mediante la fórmula del Apartado 2.3. de la Instrucción

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{(28^{0.1} \cdot t^{0.1})}{(28^{0.1} - 1)}}$$

En donde:

- **I_d** es la intensidad media diaria de precipitación para un determinado período de retorno. Se mide en mm/h y tiene un valor **$P_d / 24$** .

En nuestro caso, al ser **P_d** igual a 137, **I_d** vale 5,71 mm/h.

- **I_t** es la intensidad horaria de precipitación, en mm/h, para el período de retorno considerado.
- **t** es la duración del intervalo al que se refiere **I_t** , y que tiene un valor igual el tiempo de concentración **T** en horas.

La relación **I_t / I_d** se obtiene de la Figura 2.2. de la Instrucción. Esta figura representa el mapa de isolíneas **I_t / I_d** , que para la provincia de Alicante es de aproximadamente:

$$I_t / I_d = 11,5$$

2. Tiempo de concentración:

El tiempo de concentración **T** está relacionado con la intensidad media de precipitación y su valor viene expresado por la fórmula del Apartado 2.4. de la Instrucción:

$$T = 0,3 \cdot [(L / J^{1/4})^{0,76}]$$

El valor obtenido es de 55 minutos. Sin embargo, esta fórmula no es válida para una cuenca de aportación encauzada con ayuda de cuneta de hormigón, por lo que debemos acudir a cálculos hidráulicos específicos. Considerando una velocidad media de circulación del agua de 0,5 m/seg obtenemos un T_c de 10 minutos. El tiempo de concentración que tomamos es el mínimo para esta fórmula que es de 15 minutos (0,25 horas).

Y la intensidad media de precipitación **I_t** vale:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(11,5 \right)^{\frac{(28^{0,1} - 0,25^{0,1})}{(28^{0,1} - 1)}} = 25,68 \longrightarrow I_t = 25,68 \cdot I_d = 146,63$$

3. Escorrentía:

La escorrentía se representa mediante **C** y define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad **I** .

Si la razón **P_d / P_o** es inferior a la unidad, el coeficiente **C** de escorrentía podrá considerarse nulo. En caso contrario, se puede calcular mediante la expresión definida en el Apartado 2.3. de la Instrucción:

$$C = \frac{[(Pd / Po) - 1] \cdot [(Pd / Po) + 23]}{[(Pd / Po) + 11]^2}$$

Siendo:

- **Pd** la precipitación total diaria en mm correspondiente al período de retorno considerado.
- **Po** el umbral de escorrentía en mm. El umbral de escorrentía se obtiene entrando en la Tabla 2.1. de la Instrucción y multiplicando el valor de la tabla por un coeficiente corrector que aparece en la Figura 2.5. de la Instrucción, que refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos.

Para un suelo tipo B y una masa forestal muy clara, el umbral de escorrentía inicial es 17 mm. El valor de Po final se obtiene con ayuda de un coeficiente corrector, que en el caso de la provincia de Alicante presenta un valor de 3. Así nos queda: Pd=137 mm y Po=51 mm

De esta forma, y aplicando la ecuación de arriba, obtenemos que C para un periodo de retorno de 100 años es de 0,231.

4. Caudal de referencia

Una vez estimado el coeficiente de escorrentía, calculamos el valor **C • A**:

$$C \cdot A = 0,231 \cdot 0,95 = 0,22$$

Siendo el caudal de referencia:

$$Q = \frac{\sum (C \cdot A) \cdot I}{K} = \frac{0,22 \cdot 146,63}{300} = \frac{32,25}{300} = 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$$

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA CUNETTA A COLOCAR:

Se ha diseñado una cuneta hormigón maestreado que recorre la totalidad de la berma intermedia y que recoge las aguas del talud que se pretende estabilizar, de 1,50 metros de ancho y pendiente transversal 1V:5H. Presentando la berma una pendiente longitudinal del 1,00%. La ecuación que nos va a dar la capacidad de desagüe de esta cuneta es la siguiente:

$$Q = S * 1/n * I^{1/2} * Rh^{2/3}$$

Con $n=0,013$ (hormigón), $I=0,01$, Superficie= $0,16 \text{ m}^2$ y Radio Hidráulico= $0,10$

$$Q = 0,22 * 1/0,013 * (0,01)^{1/2} * (0,12)^{2/3} = 0,41 \text{ M3/seg}$$

Cumple, con una velocidad máxima del agua de $1,86 \text{ mts/seg}$.

Estas aguas vierten en el inicio de la cuneta de la CV-84 (punto alto) en la dirección hacia Elche (Margen Derecha), que tiene unas dimensiones parecidas (cuneta de hormigón de seguridad) de $1,80 \text{ mtrs}$ de ancho y 30 cms de profundidad pero con una pendiente mayor del 1% calculado. En concreto, una pendiente superior al 3% , que deja la capacidad de desagüe de esta cuneta en:

$$Q = 0,27 * 1/0,013 * (0,03)^{1/2} * (0,13)^{2/3} = 0,92 \text{ M3/seg}$$

Con una velocidad máxima del agua de $3,40 \text{ mts/seg}$.

El caudal máximo aportado de $0,11 \text{ m}^3/\text{seg}$ representa el 12% de la capacidad de la cuneta de la carretera CV-84, por lo que se considera que no se va a afectar sustancialmente al drenaje de la autovía.