

Obtención del hietograma de diseño

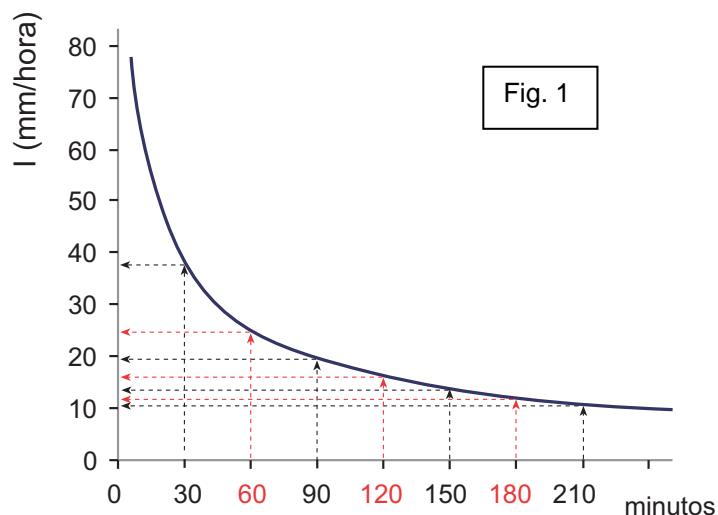
En ocasiones **no** es suficiente el dato de que (por ejemplo) la precipitación máxima para las 5 horas más lluviosas con un retorno de 100 años es de 84 mm. Es posible que necesitemos conocer la evolución esos 84 mm a lo largo de esas 5 horas.

En algunos países existen catálogos de aguaceros en los que se facilita la forma del hietograma, que podremos adaptar a la cantidad de precipitación concreta. Si no disponemos de esta vía, será necesario elaborar un **hietograma de diseño**.

Este hietograma de diseño reflejará (seguimos utilizando las cifras citadas como ejemplo) la distribución de las precipitaciones producidas a lo largo de las 5 horas más lluviosas que se pueden producir en ese punto con un periodo de retorno de 100 años.

Para esto existen diversos procedimientos, varios de ellos se basan en las **curvas Intensidad-Duración-Frecuencia**. Vamos a ver el **método de bloques alternos** (*alternating block method*, Chow et al. 1994)

Elegimos la curva Intensidad-Duración correspondiente al periodo de retorno deseado, o una ecuación que refleje dicha curva. En cualquiera de los casos, podremos leer gráficamente u obtener de la ecuación la intensidad de precipitación para diversos incrementos de tiempo.



Supongamos que deseamos confeccionar un hietograma de un aguacero de 3 horas y media, con incrementos de tiempo de 30 minutos. Se trata por tanto de 210 minutos repartidos en 7 intervalos de 30 minutos

La figura 1 representa una curva Intensidad-Duración para un retorno de 100 años. En ella hemos leído los valores de intensidad (mm/h) que aparecen en las dos primeras columnas de esta tabla:

En la 3ª columna calculamos la **precipitación caída en cada intervalo**. Para 30 minutos: si en 0,5 horas llovió con una intensidad de 37,2 mm/hora, en media hora se recogió $0,5 \cdot 37,2$. Análogamente para todos los intervalos, hasta 210 minutos (3,5 horas).

t(min)	I (mm/h)	P (mm)	ΔP
30	37,2	$37,2 \cdot 0,5 = 18,60$	18,60
60	24,5	$24,5 \cdot 1 = 24,50$	$24,50 - 18,60 = 5,90$
90	19,5	$19,5 \cdot 1,5 = 29,25$	$29,25 - 24,50 = 4,75$
120	16,0	$16,0 \cdot 2 = 32,00$	$32,00 - 29,25 = 2,75$
150	13,5	$13,5 \cdot 2,5 = 33,75$	$33,75 - 32,00 = 1,75$
180	11,7	$11,7 \cdot 3 = 35,10$	$35,10 - 33,75 = 1,35$
210	10,4	$10,4 \cdot 3,5 = 36,40$	$36,40 - 35,10 = 1,30$

Para calcular la última columna (ΔP) a partir de la anterior, debemos suponer que dentro de los 60 min. más lluviosos se encuentran los 30 min. más lluviosos y razonamos así:

- En los 60 min más lluviosos cayeron 24,5 mm
- Si (dentro de los 60 min anteriores) en los 30 min más lluviosos cayeron 18,6 mm, en los restantes 30 min: $24,5 - 18,6 = 5,9$ mm

Análogamente, calculamos el resto de la última columna, obteniendo **la precipitación caída en incrementos de 30 minutos** (es el intervalo elegido en este ejemplo), **en orden decreciente**.

Para construir el hietograma (Figura 2) con los valores de la última columna se procede así:

En el centro se coloca la precipitación registrada en los 30 min más lluviosos. A su derecha, se coloca la precipitación registrada en el 2º intervalo más lluvioso. A la izquierda, la registrada en el 3º intervalo más lluvioso, a la derecha el 4º, etc.

Si se dispone de hietogramas reales de la región, será aconsejable redistribuir los bloques, si observamos, por ejemplo, que el máximo suele producirse en el primer tercio de la tormenta.

Si deseamos un hietograma expresado en **Intensidades (mm/h)** y los intervalos utilizados son de *m* minutos, habría que multiplicar la altura de cada bloque por **60/m**

Se puede realizar ligeramente simplificado (Ferrer, 1993), consiguiendo un hietograma simétrico, operando del siguiente modo:

A partir de la curva Intensidad-Duración (Fig. 1) leemos los valores que aparecen anotados en las dos primeras columnas de esta tabla:

t(min)	I (mm/h)	P (mm)	Altura de cada bloque
30	37,2	$37,2 \cdot 0,5 = 18,60$	18,60
90	19,5	$19,5 \cdot 1,5 = 29,25$	$(29,25 - 18,60) / 2 = 5,32$
150	13,5	$13,5 \cdot 2,5 = 33,75$	$(33,75 - 29,25) / 2 = 2,25$
210	10,4	$10,4 \cdot 3,5 = 36,40$	$(36,40 - 33,75) / 2 = 1,32$

Suponemos que los 30 minutos más lluviosos están englobados **y en el centro** de los 90 minutos más lluviosos; por tanto, a la precipitación de los 90 min. más lluviosos le restamos la de los 30 min. centrales, y **dividimos esa diferencia por 2** (un intervalo de 30 min. a cada lado). Estos cálculos aparecen en la última columna de la tabla, y el hietograma resultante es el de la figura 3.

Bajo el hietograma se indican los intervalos del mismo que corresponden a las lecturas realizadas sobre la curva Intensidad-Duración de la figura 1.

Con ambos métodos, hemos generado un hietograma de **precipitación total**, y para calcular el hidrograma que generaría, es necesario evaluar previamente la **precipitación neta**.

Bibliografía

CHOW, V.; D.R. MAIDMENT y L.W. MAYS (1994).- *Hidrología Aplicada*. Mc Graw Hill, 580 pp.

FERRER, F.J. (1993).- *Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas*. CEDEX, Ministerio de Obras Públicas, Madrid, 75 pp.

