

## HIDROLOGÍA

### AUXILIAR CONTROL # 2

Prof.: James Mc Phee  
Prof. Aux : Ricardo González V.  
Semestre Primavera 2008

#### Pregunta N° 1.

En la cuenca ubicada en la VI región del país, cuyos datos geomorfológicos se indican, no existen información fluviométrica medida. Se pide estimar el hidrograma que se generaría con una lluvia de intensidad efectiva constante durante el tiempo de concentración de la cuenca.

Datos:

|                                          |         |
|------------------------------------------|---------|
| Intensidad de la lluvia efectiva [mm/hr] | : 3     |
| Longitud del Cauce Principal [km]        | : 10    |
| Longitud al centro de Gravedad [km]      | : 7     |
| Pendiente de la Cuenca                   | : 0,248 |
| Desnivel Máximo [m]                      | : 680   |
| Altura Media sobre. Pto. Salida [m]      | : 300   |
| Área [km²]                               | : 50    |

#### Cálculo Tiempo de concentración.

En primer lugar, se estima el tiempo de concentración de la cuenca con al fórmula de California

$$t_c = 0,95 \cdot \left( \frac{L^3}{H_{máx}} \right)^{0,385}$$

donde:

|           |   |                                   |
|-----------|---|-----------------------------------|
| $t_c$     | : | Tiempo de concentración (hr)      |
| $L$       | : | Longitud del cauce principal (Km) |
| $H_{máx}$ | : | Desnivel máximo de la cuenca (m)  |

Evalutando, se obtiene  $t_c = 1,1$  hr.

## Determinación Hidrograma Unitario

Dado que no existe ningún tipo de control fluvigráfico, es imposible determinar un HU real y por lo tanto es necesario recurrir al HU sintético, cuyas expresiones de cálculo se presentan a continuación:

$$t_p = A \cdot \left( \frac{L \cdot L_G}{\sqrt{S}} \right)^B [hr]$$

$$q_p = C \cdot t_p^{-D} [l/s/Km^2]$$

$$t_B = E * t_p^F$$

Para la VI Región se tienen los parámetros que se indican a continuación:

| A     | B     | C       | D      | E     | F     |
|-------|-------|---------|--------|-------|-------|
| 0.323 | 0.422 | 144.141 | -0.796 | 5.377 | 0.805 |

Evalando, se obtiene:

$$t_p = 2,6 [hr]$$

$$q_p = 67,37 [l/s/mm/km^2]$$

Previo a cualquier cálculo es necesario adoptar el tiempo unitario

$$t_u = t_p / 5,5 = 2,6 / 5,5 = 0,47 \text{ hr}$$

Cuando el valor obtenido de  $t_u$  no es un valor conveniente, puede ser modificado tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- la corrección de  $t_u$ , es decir  $t_u'$ , no deberá ser superior al 50% de  $t_u$ .
- Si el valor corregido queda dentro  $\pm 10\%$ , el  $H_u$  no se modifica
- Si el valor corregido queda fuera del intervalo  $\pm 10\%$ , se modifica  $t_p$  según se indica:

$$t_p' = t_p + 0.25 * (t_u' - t_u)$$

Redondeando, se tiene  $t_u = 0,5 \text{ hr}$  y es necesario corregir  $t_p$  y  $q_p$

$$t_p' = 2,61 [hr]$$

$$q_p' = 67,16 [l/s/mm/km^2]$$

$$t_B = 11,64 [hr]$$

Ahora, conocidos los parámetros  $t_p'$  y  $q_p'$  es necesario determinar el hidrograma unitario, para lo cual se recurre el hidrograma unitario adimensional, es este caso se ha adoptado el de a SCS.

| $t/t_p$ | $q/q_p$ |
|---------|---------|
| 0       | 0       |
| 0.3     | 0.2     |
| 0.5     | 0.4     |
| 0.6     | 0.6     |
| 0.75    | 0.8     |
| 1       | 1       |
| 1.3     | 0.8     |
| 1.5     | 0.6     |
| 1.8     | 0.4     |
| 2.3     | 0.2     |
| 2.7     | 0.1     |

Hidrograma Unitario Adimensional SCS.

Multiplicando por  $t_p'$  y  $q_p'$  se obtiene:

| $t$<br>(hr) | Husint<br>(l/s/mm/Km <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------------------------------|
| 0.00        | 0.00                                |
| 0.78        | 13.43                               |
| 1.31        | 26.86                               |
| 1.57        | 40.29                               |
| 1.96        | 53.72                               |
| 2.61        | 67.16                               |
| 3.39        | 53.72                               |
| 3.92        | 40.29                               |
| 4.70        | 26.86                               |
| 6.00        | 13.43                               |
| 7.05        | 6.72                                |
| 7.58        | 0.00                                |

Para verificar si es unitario se utiliza el siguiente procedimiento:

| t                         | Hu sint                   | Hu sint              | Volumen            |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| (hr)                      | (l/s/mm/Km <sup>2</sup> ) | m <sup>3</sup> /s/mm | m <sup>3</sup> /mm |
| 0                         | 0                         | 0                    |                    |
| 0.78                      | 13.43                     | 0.6715               | 943                |
| 1.31                      | 26.86                     | 1.343                | 1922               |
| 1.57                      | 40.29                     | 2.0145               | 1571               |
| 1.96                      | 53.72                     | 2.686                | 3300               |
| 2.61                      | 67.16                     | 3.358                | 7071               |
| 3.39                      | 53.72                     | 2.686                | 8486               |
| 3.92                      | 40.29                     | 2.0145               | 4484               |
| 4.7                       | 26.86                     | 1.343                | 4714               |
| 6                         | 13.43                     | 0.6715               | 4714               |
| 7.05                      | 6.72                      | 0.336                | 1904               |
| 7.58                      | 0                         | 0                    | 321                |
| Volumen [m <sup>3</sup> ] |                           |                      | 39430              |
| Área [km <sup>2</sup> ]   |                           |                      | 50                 |
| Área [m <sup>2</sup> ]    |                           |                      | 50000000           |
| Lluvia [m]                |                           |                      | 0.0007886          |
| Lluvia [mm]               |                           |                      | 0.789              |

Al chequear si es unitario se obtuvo un monto total de 0,789 mm. Luego, es necesario corregir para que sea unitario por el factor 1 / 0,789. Así, se obtiene:

| t    | HU correg                 |
|------|---------------------------|
| (hr) | (l/s/mm/Km <sup>2</sup> ) |
| 0.0  | 0.0                       |
| 0.8  | 17.0                      |
| 1.3  | 34.0                      |
| 1.6  | 51.1                      |
| 2.0  | 68.1                      |
| 2.6  | 85.1                      |
| 3.4  | 68.1                      |
| 3.9  | 51.1                      |
| 4.7  | 34.0                      |
| 6.0  | 17.0                      |
| 7.0  | 8.5                       |
| 7.6  | 0.0                       |

Interpolando el hidrograma unitario a intervalos de duración  $t_u = 0,5$  hr, se tiene:

| t<br>(hr) | HU Discretizado<br>(l/s/mm/Km <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------------------------------------------|
| 0.0       | 0.0                                          |
| 0.5       | 10.9                                         |
| 1.0       | 24.1                                         |
| 1.5       | 46.7                                         |
| 2.0       | 69.2                                         |
| 2.5       | 82.2                                         |
| 3.0       | 76.6                                         |
| 3.5       | 64.6                                         |
| 4.0       | 49.2                                         |
| 4.5       | 38.4                                         |
| 5.0       | 30.1                                         |
| 5.5       | 23.6                                         |
| 6.0       | 17.1                                         |
| 6.5       | 13.0                                         |
| 7.0       | 8.9                                          |
| 7.5       | 0.0                                          |

### **Duración de la Tormenta**

Por enunciado se sabe que la duración de la tormenta es igual 1,1 hr (tiempo de concentración de la cuenca) y dado que el  $t_u$  es 0,5 hr, se ha adoptado una duración total igual a 1 hr (dos pulsos de precipitación efectiva).

El monto de precipitación en cada intervalo es:

$$P_{ef} = i_{ef} \cdot \Delta t = 3 \text{ mm/hr} \cdot 0,5 \text{ hr} = 1,5 \text{ mm}.$$

### **Cálculo Hidrograma de Escorrentía Directa**

| t (hr) | HU<br>[l/s/km <sup>2</sup> /mm] | Hietograma<br>Pef [mm] |     | HU*P1<br>[l/s/km <sup>2</sup> ] | HU*P2<br>[l/s/km <sup>2</sup> ] | Suma<br>[l/s/km <sup>2</sup> ] | HED<br>(m3/s) |
|--------|---------------------------------|------------------------|-----|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 0.0    | 0.0                             | P1                     | 1.5 | 0.0                             |                                 | 0.0                            | 0.0           |
| 0.5    | 10.9                            | P2                     | 1.5 | 16.3                            | 0.0                             | 16.3                           | 0.8           |
| 1.0    | 24.1                            | P3                     | 0   | 36.1                            | 16.3                            | 52.4                           | 2.6           |
| 1.5    | 46.7                            | P4                     | 0   | 70.1                            | 36.1                            | 106.3                          | 5.3           |
| 2.0    | 69.2                            | P5                     | 0   | 103.8                           | 70.1                            | 173.9                          | 8.7           |
| 2.5    | 82.2                            | P6                     | 0   | 123.3                           | 103.8                           | 227.1                          | 11.4          |
| 3.0    | 76.6                            | P7                     | 0   | 115.0                           | 123.3                           | 238.3                          | 11.9          |
| 3.5    | 64.6                            | P8                     | 0   | 96.9                            | 115.0                           | 211.9                          | 10.6          |
| 4.0    | 49.2                            | P9                     | 0   | 73.8                            | 96.9                            | 170.8                          | 8.5           |
| 4.5    | 38.4                            | P10                    | 0   | 57.5                            | 73.8                            | 131.4                          | 6.6           |
| 5.0    | 30.1                            | P11                    | 0   | 45.2                            | 57.5                            | 102.7                          | 5.1           |
| 5.5    | 23.6                            | P12                    | 0   | 35.4                            | 45.2                            | 80.6                           | 4.0           |
| 6.0    | 17.1                            | P13                    | 0   | 25.6                            | 35.4                            | 61.0                           | 3.1           |
| 6.5    | 13.0                            | P14                    | 0   | 19.5                            | 25.6                            | 45.1                           | 2.3           |
| 7.0    | 8.9                             |                        |     | 13.4                            | 19.5                            | 32.8                           | 1.6           |
| 7.5    | 0.0                             |                        |     | 0.0                             | 13.4                            | 13.4                           | 0.7           |
|        |                                 |                        |     | 0.0                             | 0.0                             | 0.0                            | 0.0           |