

CI41C – HIDROLOGÍA

Prof.: Ximena Vargas.
Prof. Aux: Ricardo González V.
Semestre Primavera 2007

AUXILIAR EXAMEN

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 [km ²]	: 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 fluviográfico, es imposible determinar un HU real y por lo tanto es necesario recurrir al HU sintético, cuyas expresiones de cálculo se presentan a continuación:

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

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

$$t_B = E * t_p^F$$

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

Evaluando, 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

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

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 (hr)	Husint (l/s/mm/Km ²)
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

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 (hr)	HU correg (l/s/mm/Km ²)
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 (hr)	HU Discretizado (l/s/mm/Km ²)
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 [l/s/km ² /mm]
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

Hietograma Pef [mm]		HU*P1 [l/s/km ²]	HU*P2 [l/s/km ²]	Suma [l/s/km ²]	HED (m3/s)
P1	1.5	0.0		0.0	0.0
P2	1.5	16.3	0.0	16.3	0.8
P3	0	36.1	16.3	52.4	2.6
P4	0	70.1	36.1	106.3	5.3
P5	0	103.8	70.1	173.9	8.7
P6	0	123.3	103.8	227.1	11.4
P7	0	115.0	123.3	238.3	11.9
P8	0	96.9	115.0	211.9	10.6
P9	0	73.8	96.9	170.8	8.5
P10	0	57.5	73.8	131.4	6.6
P11	0	45.2	57.5	102.7	5.1
P12	0	35.4	45.2	80.6	4.0
P13	0	25.6	35.4	61.0	3.1
P14	0	19.5	25.6	45.1	2.3
		13.4	19.5	32.8	1.6
		0.0	13.4	13.4	0.7
		0.0	0.0	0.0	0.0

Pregunta N° 2

Un embalse multipropósito (ubicado sobre el río Turbio) cuya obra de seguridad (vertedero) ha sido diseñada para una vida útil de 50 años y un periodo de retorno de $T = 1000$ años, ha fallado a los 5 años de operación. Se pide a ud.:

- Estimar la probabilidad saciada a dicha falla.
- Como parte de los estudios hidrológicos previos a la construcción del embalse, se efectuó el análisis de frecuencia de los caudales máximos instantáneos. En la Figura N° 2 se presenta la distribución de mejor ajuste y en la Tabla N° 2 los parámetros estadísticos de interés. Determine el caudal de diseño del vertedero.
- Analizar si el problema se debió a un problema de diseño del vertedero.

Para lo anterior ud. cuenta con los siguientes antecedentes:

- Hidrograma Afluyente al Embalse para el evento de falla.

t [hrs]	I [m³/s]
0	15
1	50
2	220
3	325
4	550
5	620
6	650
7	600
8	500
9	420
10	300
11	200
12	100
13	50
14	30

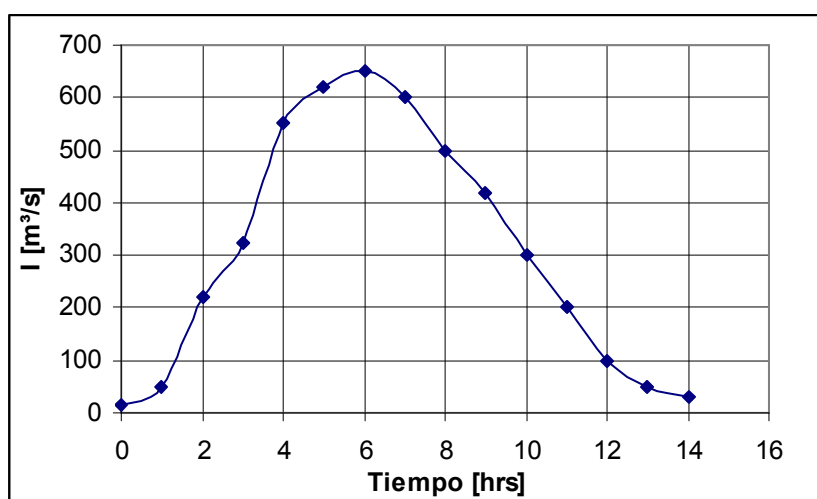


Tabla y Figura N° 1 : Hidrograma Afluyente al Embalse.

- Serie de Caudales Máximos Instantáneos.

Serie	Promedio [m³/s]	Desviación Estandar [m³/s]	Coef. Asimetria
Q	136.43	72.32	0.169

Tabla N° 2: Parámetros Estadísticos de Interés. Serie de Caudales Máximos Instantáneos.

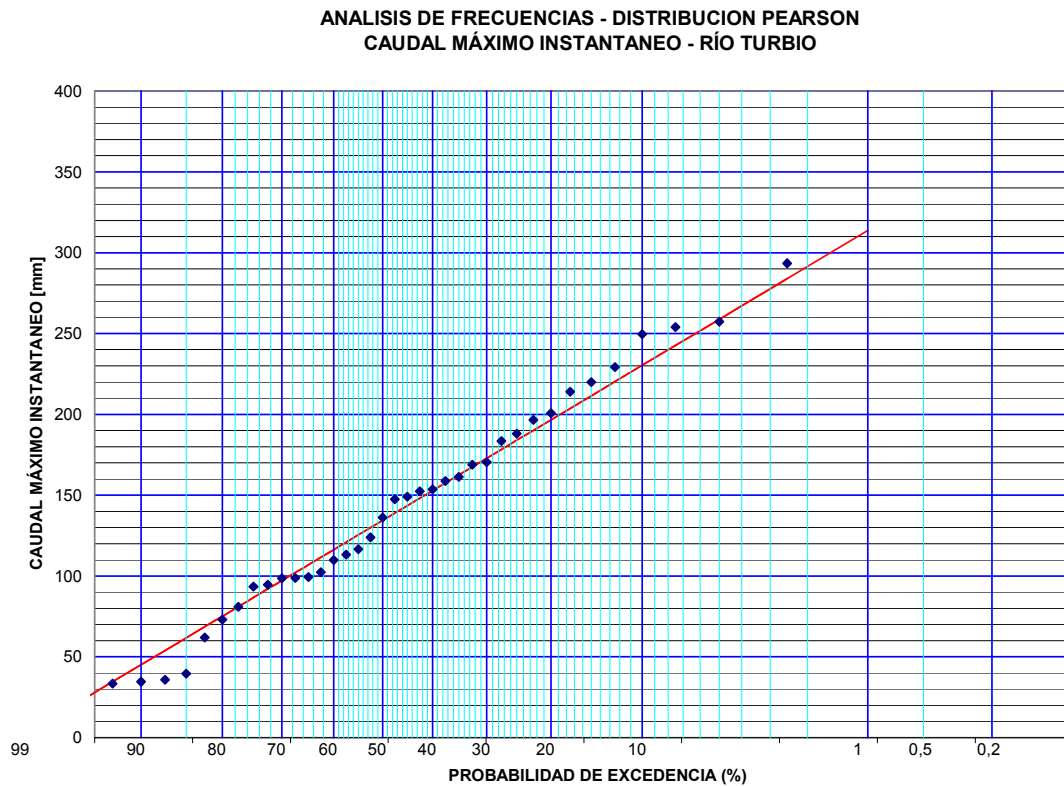


Figura N° 2.

- Curva de almacenamiento y caudal de salida del embalse (ver Tabla y Figura N°

3)

H [m]	Q [m³/s]	S [m³]	$(2 \cdot S / \Delta t) + Q$ [m³/s]
0	0.0	0	0.0
0.5	56.3	1200000	389.7
1	159.4	2600000	881.6
1.5	292.8	6300000	2042.8
2	450.8	12500000	3923.0
2.3	555.9	15000000	4722.6

Tabla N° 3($\Delta t = 2$ hrs)



Figura N° 3.

Pregunta N° 3

Para los datos de caudales máximos instantáneos registrados en una estación limnigráfica se realizó un análisis de frecuencia, determinándose que la distribución de mejor ajuste es la Gumbel. Los estadísticos de interés se presentan en a Tabla n° 1.

Serie	n	Promedio [m³/s]	Desviación Estándar [m³/s]	Coef. Asimetría
Q	25	298,5	113,128	0,827

Tabla N° 1

Determine el caudal asociado a $T = 50$ años y el intervalo de confianza de la estimación asociada a un nivel de confianza del 90%.

$$Y_T = -Ln(Ln(\frac{T}{T-1})) = -Ln(Ln(\frac{50}{49})) = 3,902$$

Para $n = 25$ años y las tablas correspondientes a un distribución Gumbel se obtiene:

$$Y_n = 0,531$$

$$\sigma_n = 1,091$$

Calculando el caudal de diseño, se tiene:

$$X_T = \mu + \frac{(Y_T - Y_n)}{\sigma_n} \cdot \sigma = 298,5 + \underbrace{\frac{(3,902 - 0,531)}{1,091} \cdot 113,128}_{K_T = 3,09} = 648,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Limites de Confianza.

Para la distribución Gumbel puede utilizarse la siguiente fórmula recomendada para la distribución Extrema Tipo I

$$S_e = \left[\frac{1}{n} \cdot (1 + 1,139 \cdot K_T + 1,1000 \cdot K_T^2) \right]^{1/2} \cdot \sigma$$

y los limites de confianza quedan referidos al nivel de significancia α , tal como se indica a continuación:

$$X_T \pm S_e \cdot Z_\alpha$$

Remplazando en la ecuación, se obtiene:

$$S_e = \left[\frac{1}{25} \cdot (1 + 1,139 \cdot 3,09 + 1,1000 \cdot 3,09^2) \right]^{1/2} \cdot \sigma = 0,775 \cdot \sigma = 87,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

El nivel de confianza se estima con $\alpha = \frac{1-\beta}{2} = \frac{1-0,9}{2} = 0,05 = 5\%$.

Luego, utilizando las tablas correspondientes a la distribución normal se obtiene $Z_\alpha = 1,645$.

Finalmente los límites de confianza son:

Superior: $X_T + S_e \cdot Z_\alpha = 2792,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Inferior: $X_T - S_e \cdot Z_\alpha = 503,8 \text{ m}^3/\text{s}$