

---

# Cuenca Las Piedras

Analisis de escorrentia y caudales de diseño

Autor: Ing. Test

Fecha: 4 de diciembre de 2025  
Uruguay

# Índice de Contenidos

<b>1. Datos de la Cuenca</b>	<b>1</b>
<b>2. Tiempos de Concentración</b>	<b>1</b>
<b>3. Resultados de Análisis</b>	<b>1</b>
<b>4. Resumen Estadístico</b>	<b>2</b>
4.1. Observaciones . . . . .	2
<b>5. Hietogramas de Diseño</b>	<b>3</b>
<b>6. Hidrogramas de Salida</b>	<b>13</b>
<b>7. Metodología</b>	<b>20</b>
7.1. Tiempo de Concentración . . . . .	20
7.2. Curvas IDF DINAGUA . . . . .	21
7.3. Hidrograma Unitario Triangular . . . . .	21

# Índice de Figuras

1. Hietograma - GZ $T_r=2$ años ( $P=68.6$ mm) . . . . .	3
2. Hietograma - GZ $T_r=2$ años ( $P=68.6$ mm) . . . . .	3
3. Hietograma - GZ $T_r=10$ años ( $P=105.9$ mm) . . . . .	4
4. Hietograma - GZ $T_r=10$ años ( $P=105.9$ mm) . . . . .	4
5. Hietograma - GZ $T_r=25$ años ( $P=124.7$ mm) . . . . .	5
6. Hietograma - GZ $T_r=25$ años ( $P=124.7$ mm) . . . . .	5
7. Hietograma - GZ $T_r=2$ años ( $P=68.6$ mm) . . . . .	6
8. Hietograma - GZ $T_r=2$ años ( $P=68.6$ mm) . . . . .	6
9. Hietograma - GZ $T_r=10$ años ( $P=105.9$ mm) . . . . .	7
10. Hietograma - GZ $T_r=10$ años ( $P=105.9$ mm) . . . . .	7
11. Hietograma - GZ $T_r=25$ años ( $P=124.7$ mm) . . . . .	8
12. Hietograma - GZ $T_r=25$ años ( $P=124.7$ mm) . . . . .	8
13. Hietograma - BLOCKS $T_r=10$ años ( $P=51.1$ mm) . . . . .	9
14. Hietograma - BLOCKS $T_r=25$ años ( $P=60.2$ mm) . . . . .	9
15. Hietograma - BLOCKS $T_r=10$ años ( $P=51.1$ mm) . . . . .	10
16. Hietograma - BLOCKS $T_r=25$ años ( $P=60.2$ mm) . . . . .	10
17. Hietograma - BLOCKS24 $T_r=10$ años ( $P=151.8$ mm) . . . . .	11
18. Hietograma - BLOCKS24 $T_r=25$ años ( $P=178.7$ mm) . . . . .	11
19. Hietograma - BLOCKS24 $T_r=10$ años ( $P=151.8$ mm) . . . . .	12
20. Hietograma - BLOCKS24 $T_r=25$ años ( $P=178.7$ mm) . . . . .	12

21.	Hidrograma - Kirpitch + GZ $T_r=2$ años ( $Q_p=9.092 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	13
22.	Hidrograma - Kirpitch + GZ $T_r=2$ años ( $Q_p=8.201 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	13
23.	Hidrograma - Kirpitch + GZ $T_r=10$ años ( $Q_p=14.047 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	14
24.	Hidrograma - Kirpitch + GZ $T_r=10$ años ( $Q_p=12.672 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	14
25.	Hidrograma - Kirpitch + GZ $T_r=25$ años ( $Q_p=16.541 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	14
26.	Hidrograma - Kirpitch + GZ $T_r=25$ años ( $Q_p=14.920 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	15
27.	Hidrograma - Desbordes + GZ $T_r=2$ años ( $Q_p=6.748 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	15
28.	Hidrograma - Desbordes + GZ $T_r=2$ años ( $Q_p=6.503 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	15
29.	Hidrograma - Desbordes + GZ $T_r=10$ años ( $Q_p=10.426 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	16
30.	Hidrograma - Desbordes + GZ $T_r=10$ años ( $Q_p=10.048 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	16
31.	Hidrograma - Desbordes + GZ $T_r=25$ años ( $Q_p=12.278 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	16
32.	Hidrograma - Desbordes + GZ $T_r=25$ años ( $Q_p=11.833 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	17
33.	Hidrograma - Kirpitch + BLOCKS $T_r=10$ años ( $Q_p=14.047 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	17
34.	Hidrograma - Kirpitch + BLOCKS $T_r=25$ años ( $Q_p=16.541 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	17
35.	Hidrograma - Desbordes + BLOCKS $T_r=10$ años ( $Q_p=10.426 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	18
36.	Hidrograma - Desbordes + BLOCKS $T_r=25$ años ( $Q_p=12.278 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	18
37.	Hidrograma - Kirpitch + BLOCKS24 $T_r=10$ años ( $Q_p=10.767 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	19
38.	Hidrograma - Kirpitch + BLOCKS24 $T_r=25$ años ( $Q_p=12.679 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	19
39.	Hidrograma - Desbordes + BLOCKS24 $T_r=10$ años ( $Q_p=10.389 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	20
40.	Hidrograma - Desbordes + BLOCKS24 $T_r=25$ años ( $Q_p=12.234 \text{ m}^3/\text{s}$ ) . . . . .	20

## Índice de Tablas

1.	Características de la cuenca . . . . .	1
2.	Tiempos de concentración calculados . . . . .	1
3.	Tabla comparativa de análisis . . . . .	2
4.	Resumen estadístico de caudales pico . . . . .	2

# 1. Datos de la Cuenca

Tabla 1: Características de la cuenca

Parámetro	Valor
Nombre	Arroyo Las Piedras - Tramo Sur
Área	62.00 ha
Pendiente	3.41 %
$P_{3,10}$	83.0 mm
Coef. escorrentía C	0.62
Curve Number CN	81
Longitud cauce	800 m

# 2. Tiempos de Concentración

Tabla 2: Tiempos de concentración calculados

Método	$T_c$ (hr)	$T_c$ (min)
Kirpich	0.205	12.3
Desbordes	0.376	22.6

# 3. Resultados de Análisis

Se realizaron 20 combinaciones de análisis variando:

- Métodos de tiempo de concentración
- Tipos de tormenta de diseño
- Períodos de retorno
- Factor morfológico X (para tormentas GZ)

Tabla 3: Tabla comparativa de análisis

Método $T_c$	Tormenta	$T_r$	X	P (mm)	Q (mm)	$Q_p$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Vol ( $\text{m}^3$ )
kirpitch	gz	2	1.00	68.6	42.5	9.092	26674
kirpitch	gz	2	1.25	68.6	42.5	8.201	28808
kirpitch	gz	10	1.00	105.9	65.7	14.047	41215
kirpitch	gz	10	1.25	105.9	65.7	12.672	44512
kirpitch	gz	25	1.00	124.7	77.3	16.541	48530
kirpitch	gz	25	1.25	124.7	77.3	14.920	52413
desbordes	gz	2	1.00	68.6	42.5	6.748	28191
desbordes	gz	2	1.25	68.6	42.5	6.503	28778
desbordes	gz	10	1.00	105.9	65.7	10.426	43559
desbordes	gz	10	1.25	105.9	65.7	10.048	44466
desbordes	gz	25	1.00	124.7	77.3	12.278	51290
desbordes	gz	25	1.25	124.7	77.3	11.833	52359
kirpitch	blocks	10	-	51.1	31.7	14.047	19895
kirpitch	blocks	25	-	60.2	37.3	16.541	23429
desbordes	blocks	10	-	51.1	31.7	10.426	21027
desbordes	blocks	25	-	60.2	37.3	12.278	24761
kirpitch	blocks24	10	-	151.8	94.1	10.767	62853
kirpitch	blocks24	25	-	178.7	110.8	12.679	74013
desbordes	blocks24	10	-	151.8	94.1	10.389	63000
desbordes	blocks24	25	-	178.7	110.8	12.234	74187

## 4. Resumen Estadístico

Tabla 4: Resumen estadístico de caudales pico

Estadístico	Valor
Número de análisis	20
Caudal pico máximo	16.541 $\text{m}^3/\text{s}$ (kirpitch + gz $T_r=25$ )
Caudal pico mínimo	6.503 $\text{m}^3/\text{s}$ (desbordes + gz $T_r=2$ )
Caudal pico promedio	11.633 $\text{m}^3/\text{s}$
Variación máx/mín	154.3 %

### 4.1. Observaciones

- La variación entre métodos es del 154.3 %, lo que indica alta sensibilidad a la metodología empleada.
- El caudal de diseño recomendado depende del nivel de riesgo aceptable para la obra.

- Para obras de infraestructura crítica, considerar el valor máximo.
- Para drenaje menor, puede utilizarse el valor promedio o el correspondiente al  $T_r$  de diseño.

## 5. Hietogramas de Diseño

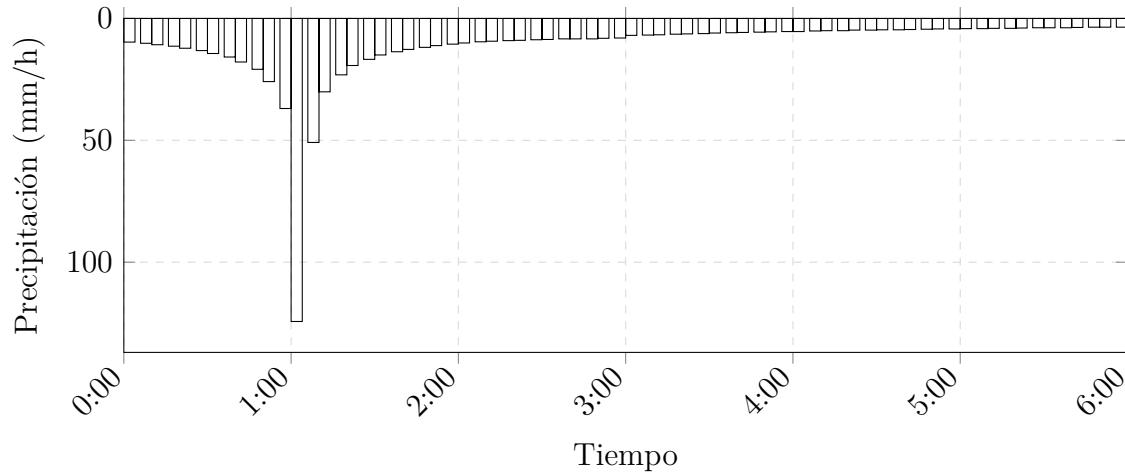


Figura 1: Hietograma - GZ  $T_r=2$  años ( $P=68.6$  mm)

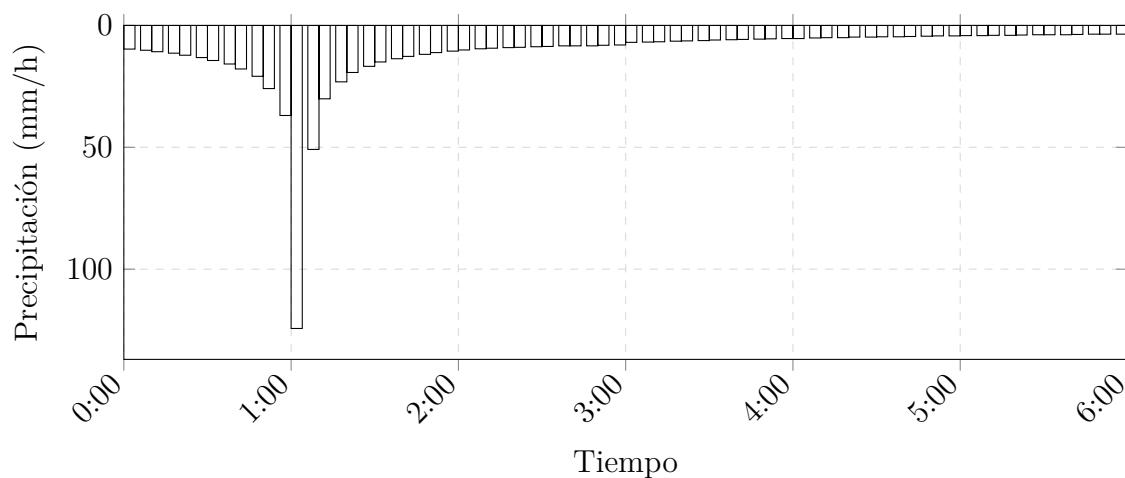
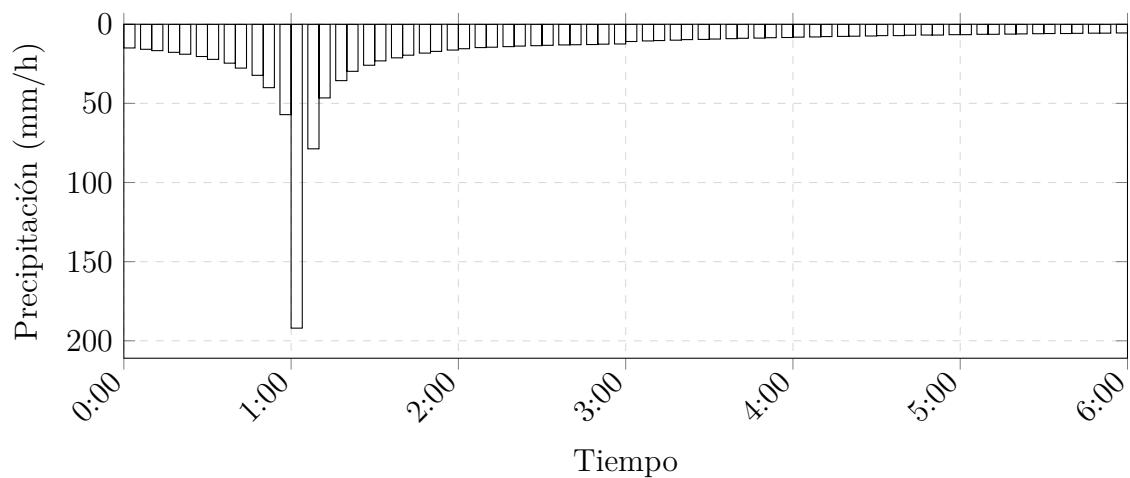
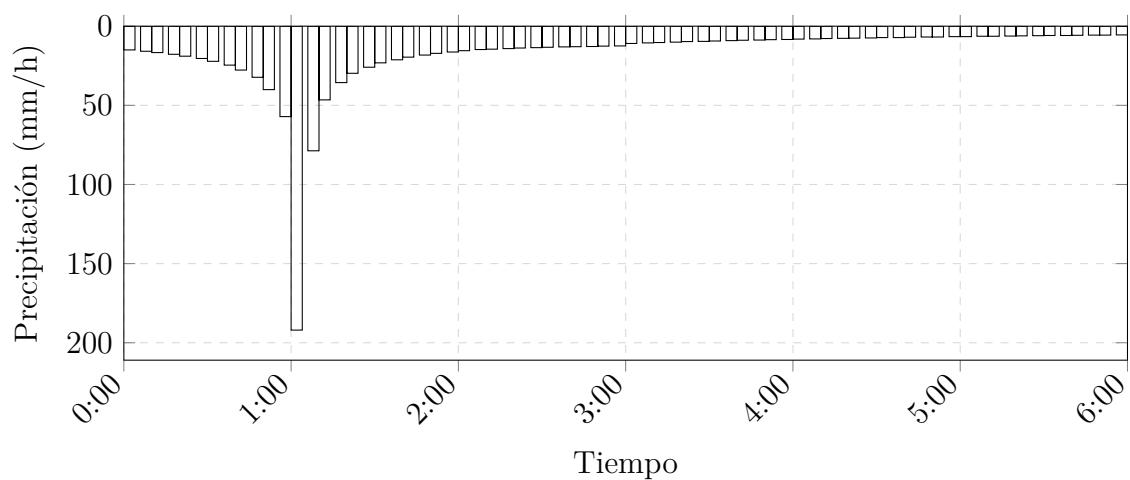


Figura 2: Hietograma - GZ  $T_r=2$  años ( $P=68.6$  mm)

Figura 3: Hietograma - GZ  $T_r=10$  años ( $P=105.9$  mm)Figura 4: Hietograma - GZ  $T_r=10$  años ( $P=105.9$  mm)

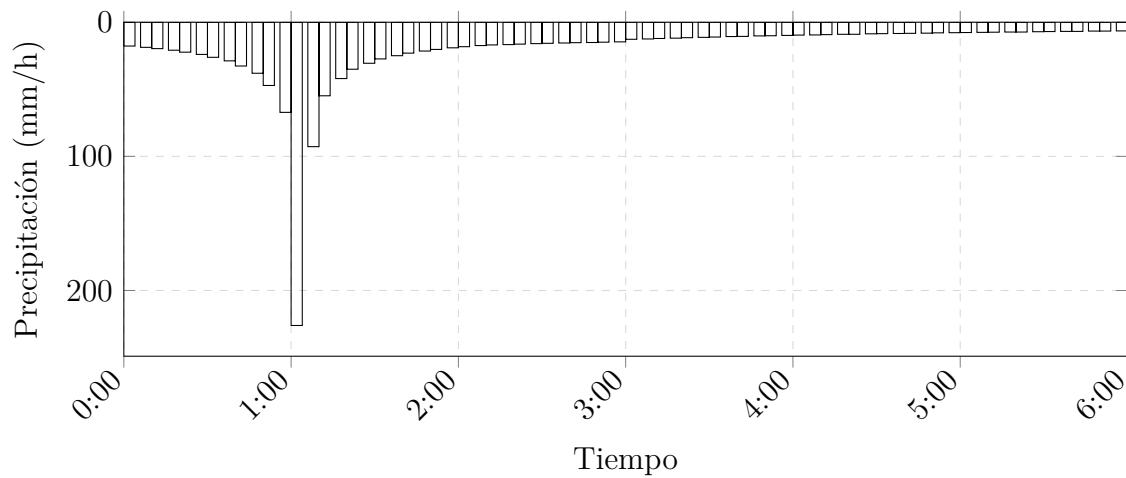


Figura 5: Hietograma - GZ  $T_r=25$  años ( $P=124.7$  mm)

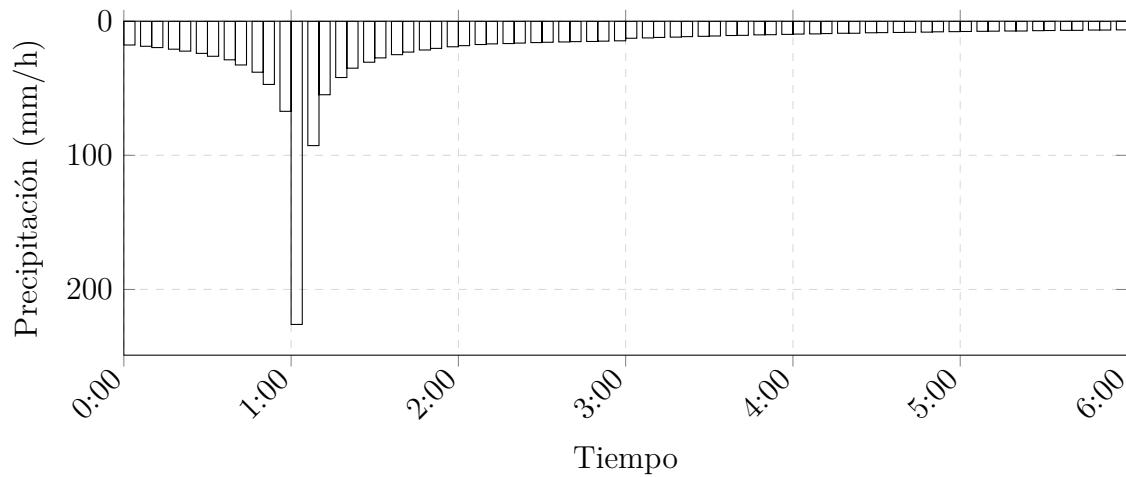
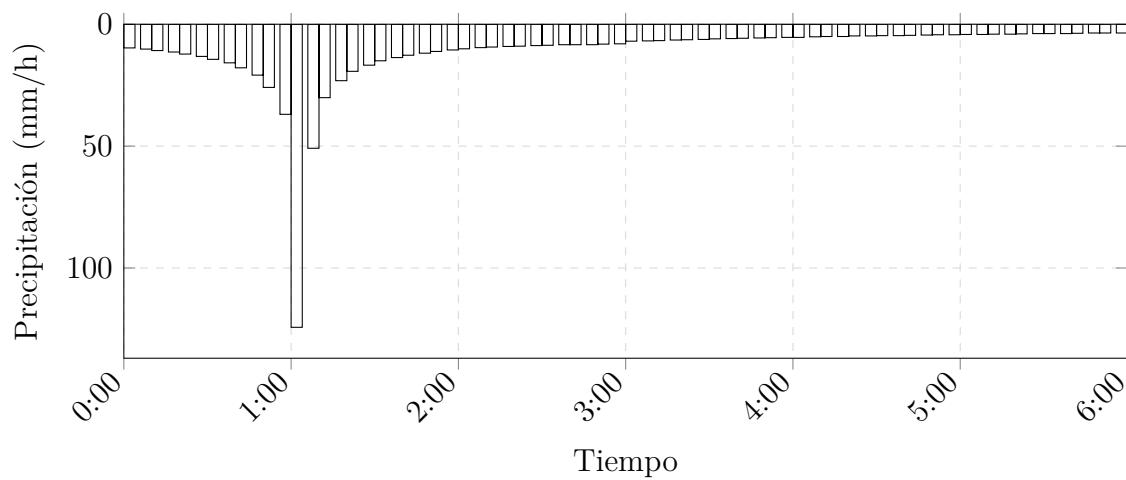
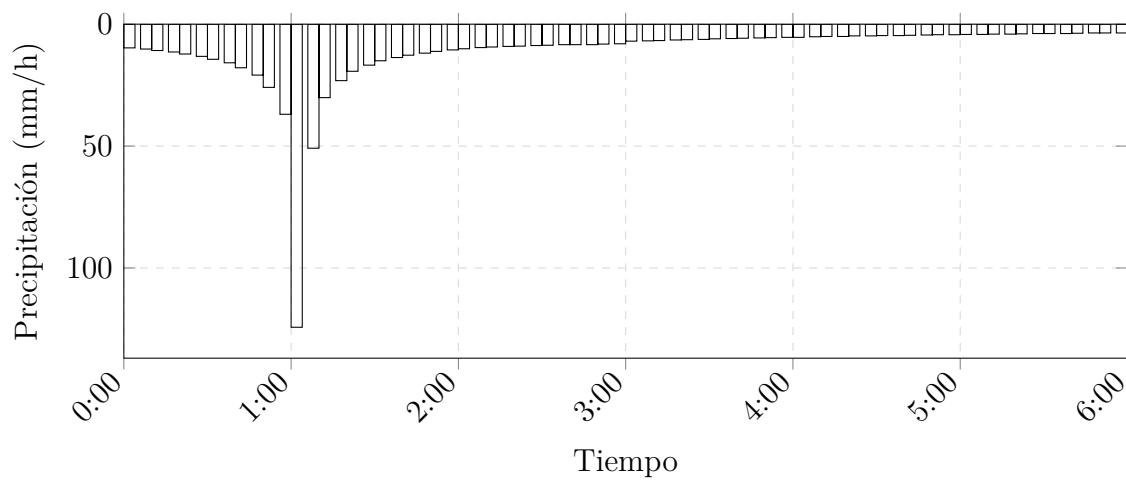
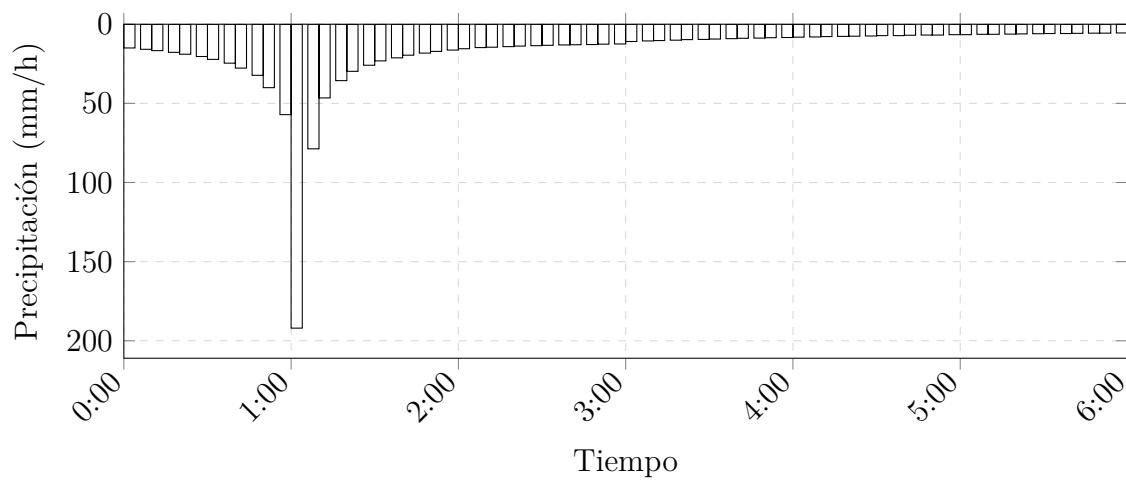
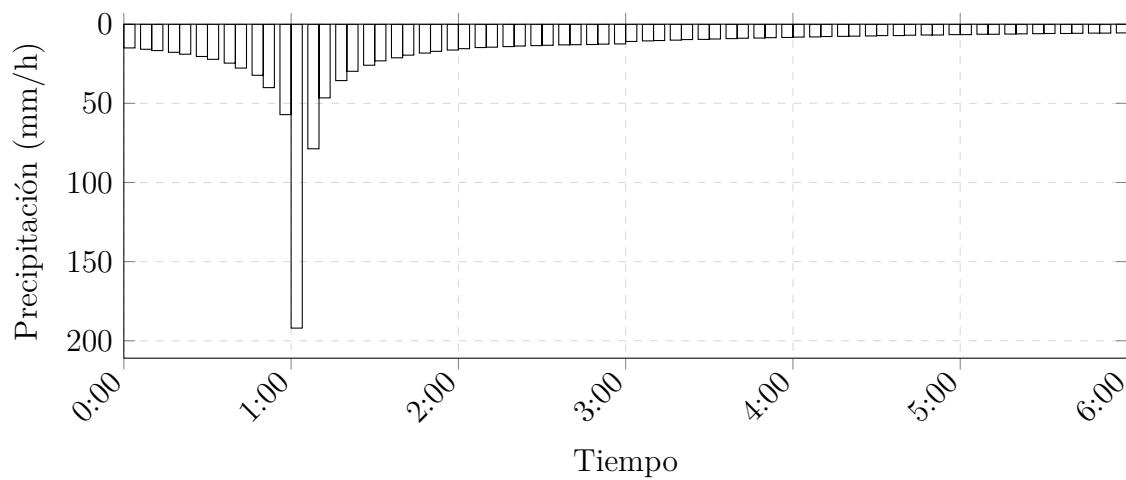


Figura 6: Hietograma - GZ  $T_r=25$  años ( $P=124.7$  mm)

Figura 7: Hietograma - GZ  $T_r=2$  años ( $P=68.6$  mm)Figura 8: Hietograma - GZ  $T_r=2$  años ( $P=68.6$  mm)

Figura 9: Hietograma - GZ  $T_r=10$  años ( $P=105.9$  mm)Figura 10: Hietograma - GZ  $T_r=10$  años ( $P=105.9$  mm)

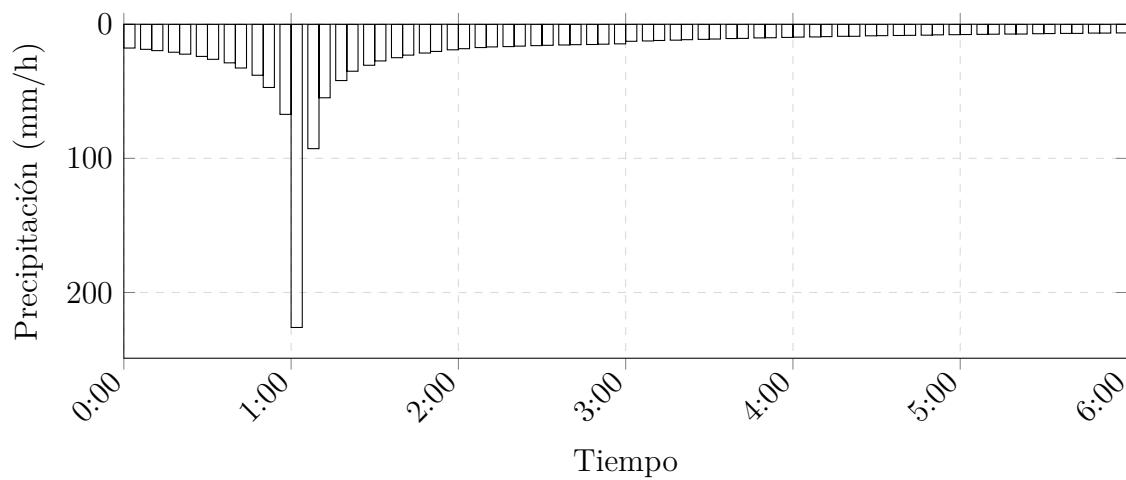


Figura 11: Hietograma - GZ  $T_r=25$  años ( $P=124.7$  mm)

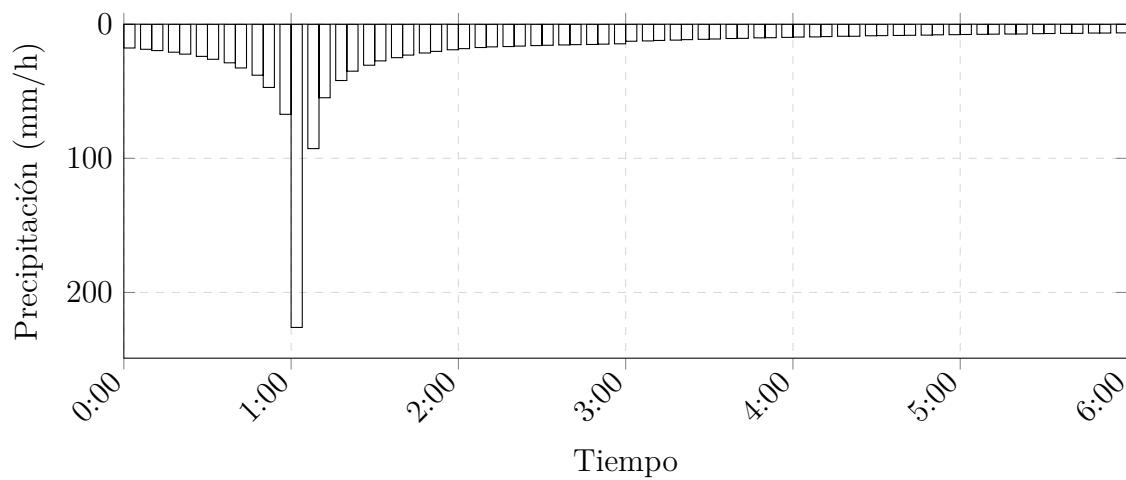
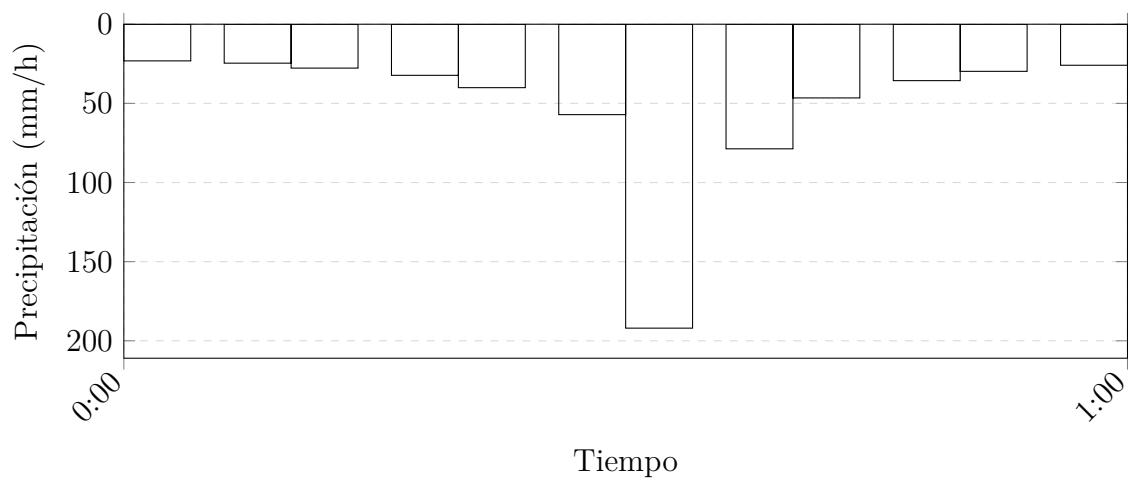
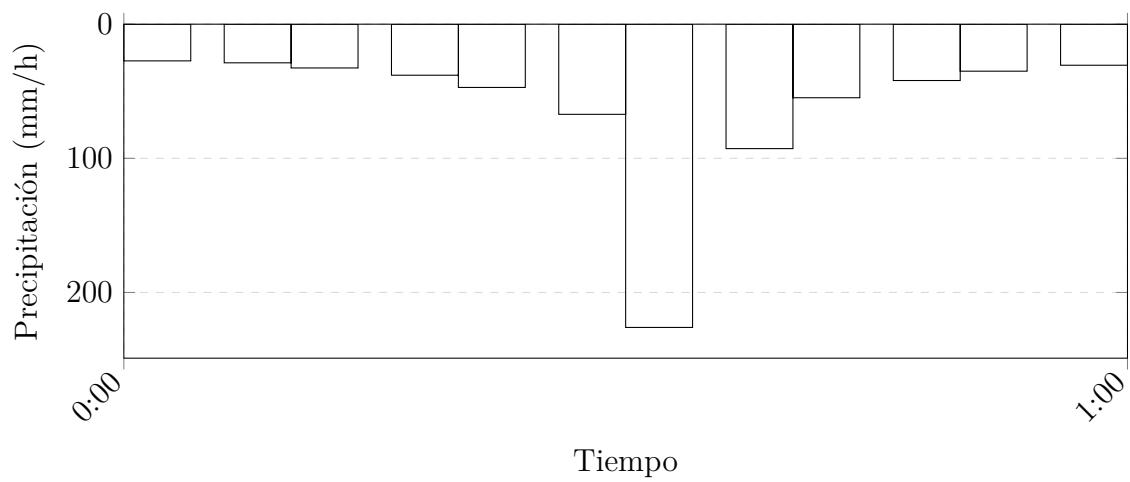
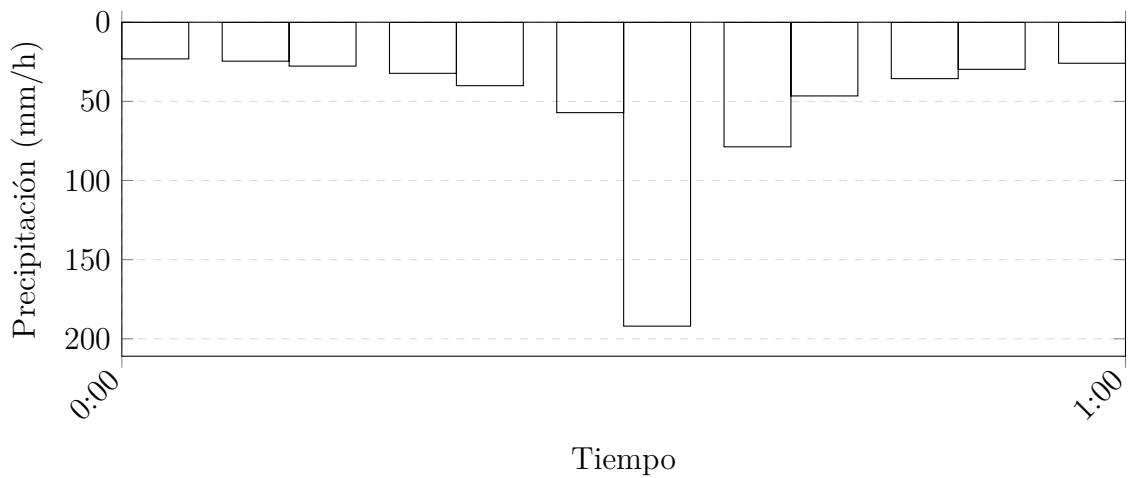
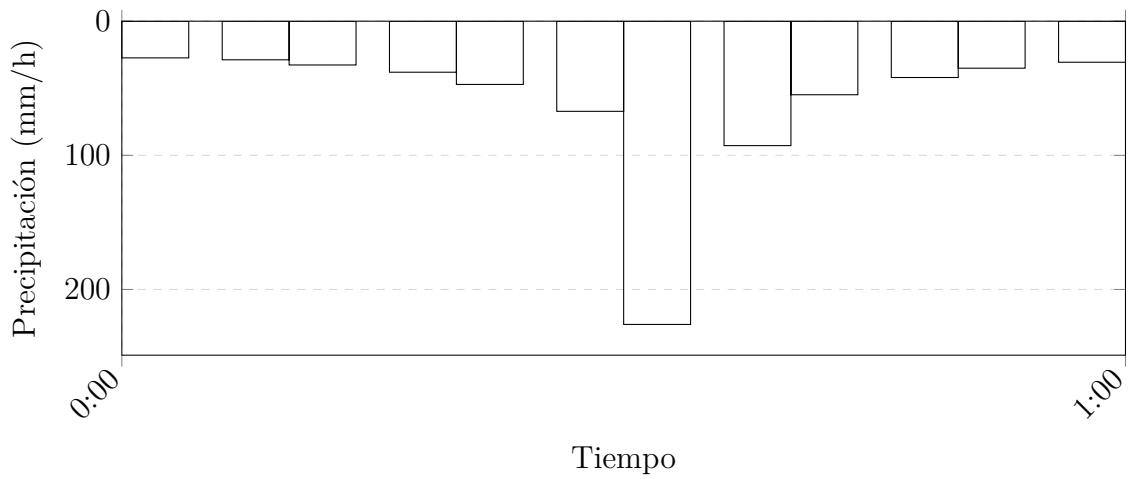


Figura 12: Hietograma - GZ  $T_r=25$  años ( $P=124.7$  mm)

Figura 13: Hietograma - BLOCKS  $T_r=10$  años ( $P=51.1$  mm)Figura 14: Hietograma - BLOCKS  $T_r=25$  años ( $P=60.2$  mm)

Figura 15: Hietograma - BLOCKS  $T_r=10$  años ( $P=51.1$  mm)Figura 16: Hietograma - BLOCKS  $T_r=25$  años ( $P=60.2$  mm)

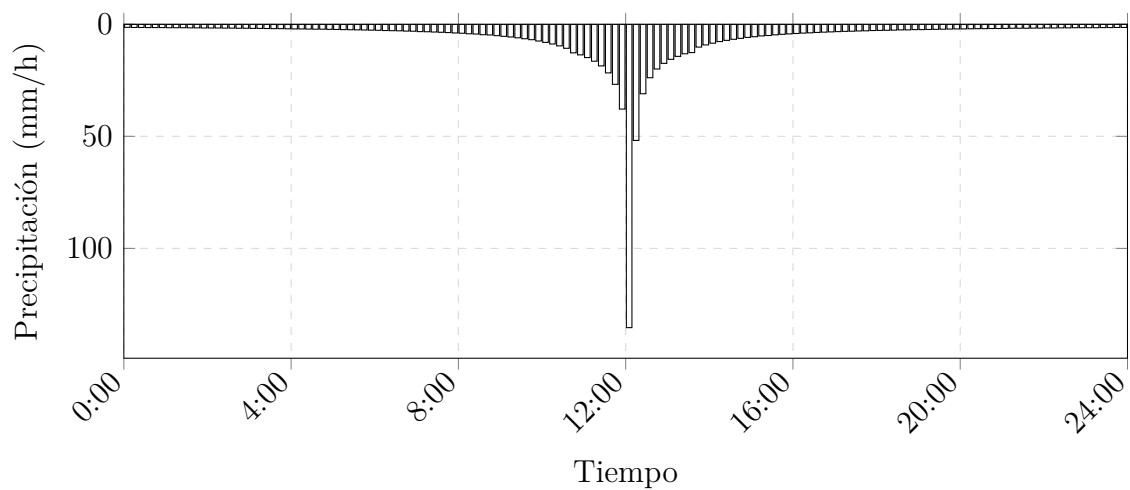


Figura 17: Hietograma - BLOCKS24  $T_r=10$  años ( $P=151.8$  mm)

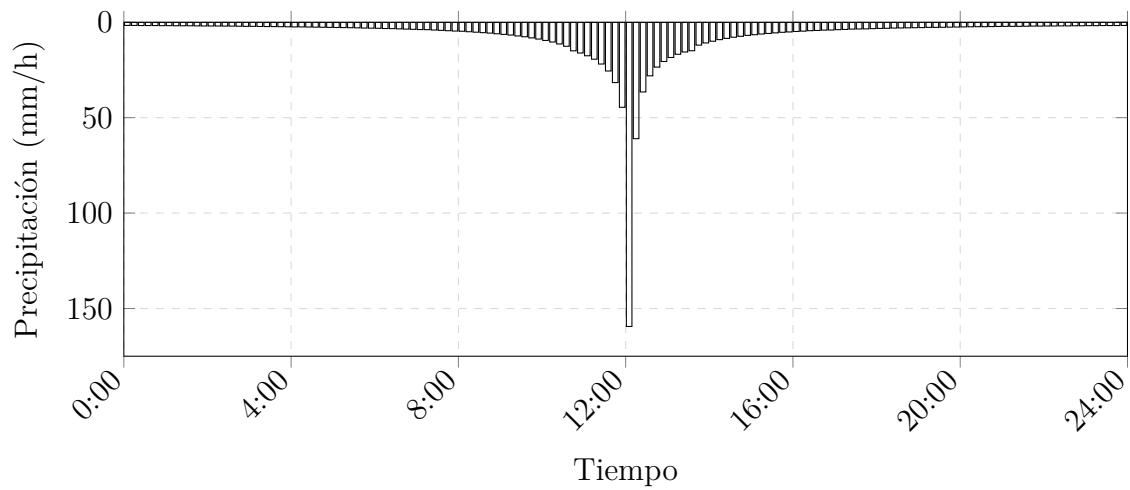


Figura 18: Hietograma - BLOCKS24  $T_r=25$  años ( $P=178.7$  mm)

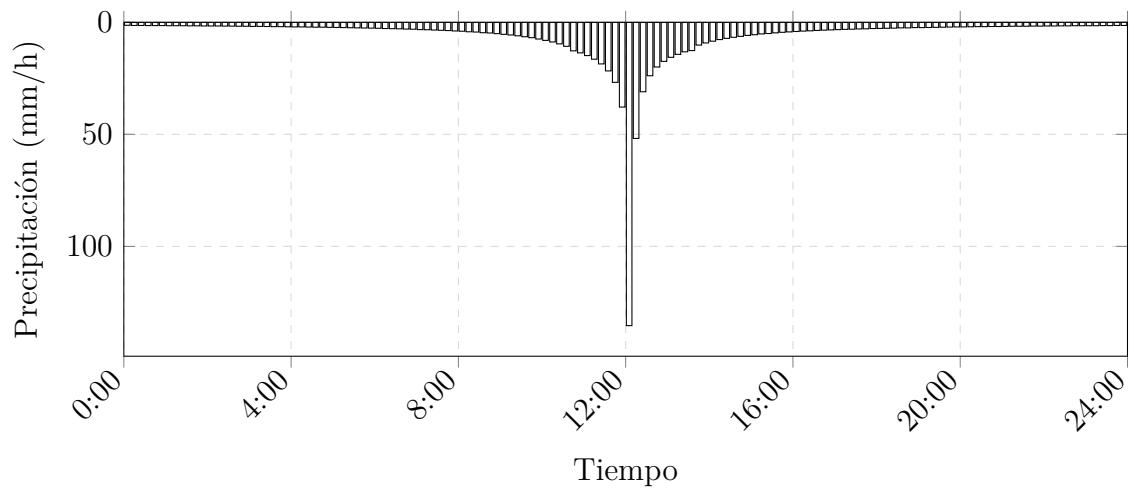


Figura 19: Hietograma - BLOCKS24  $T_r=10$  años ( $P=151.8$  mm)

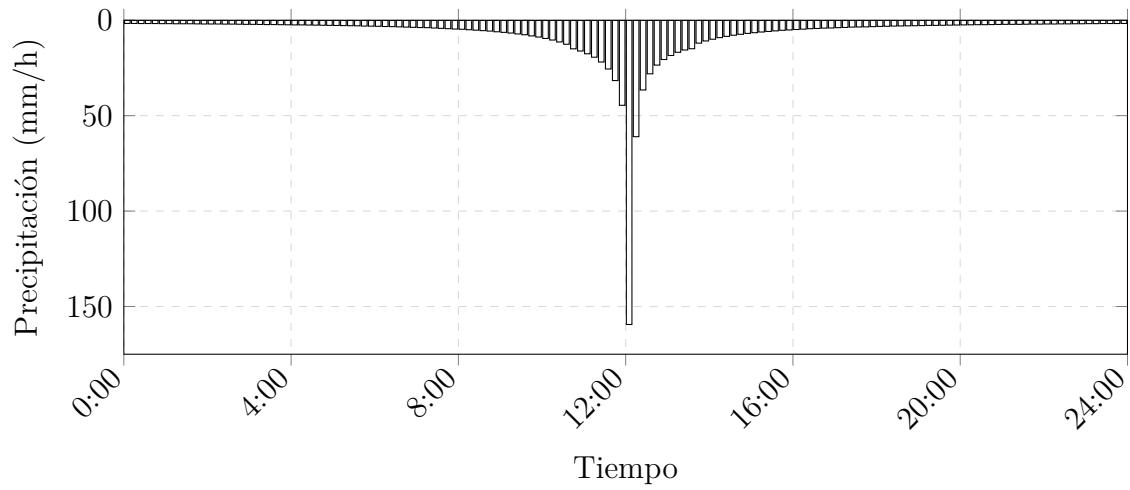


Figura 20: Hietograma - BLOCKS24  $T_r=25$  años ( $P=178.7$  mm)

## 6. Hidrogramas de Salida

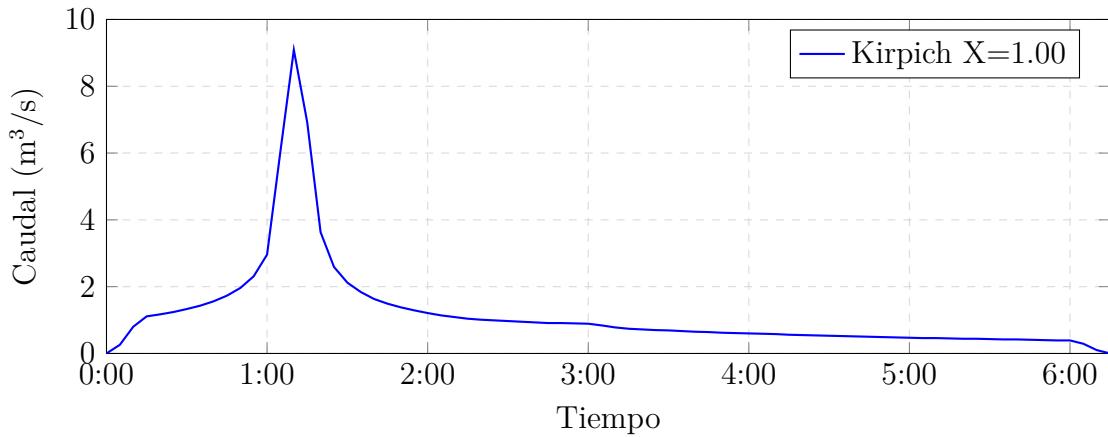


Figura 21: Hidrograma - Kirpich + GZ  $T_r=2$  años ( $Q_p=9.092 \text{ m}^3/\text{s}$ )

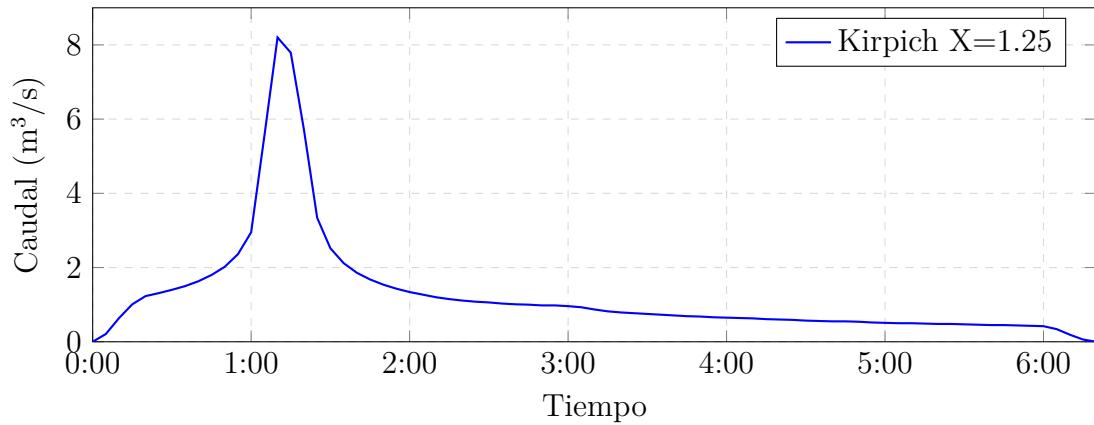


Figura 22: Hidrograma - Kirpich + GZ  $T_r=2$  años ( $Q_p=8.201 \text{ m}^3/\text{s}$ )

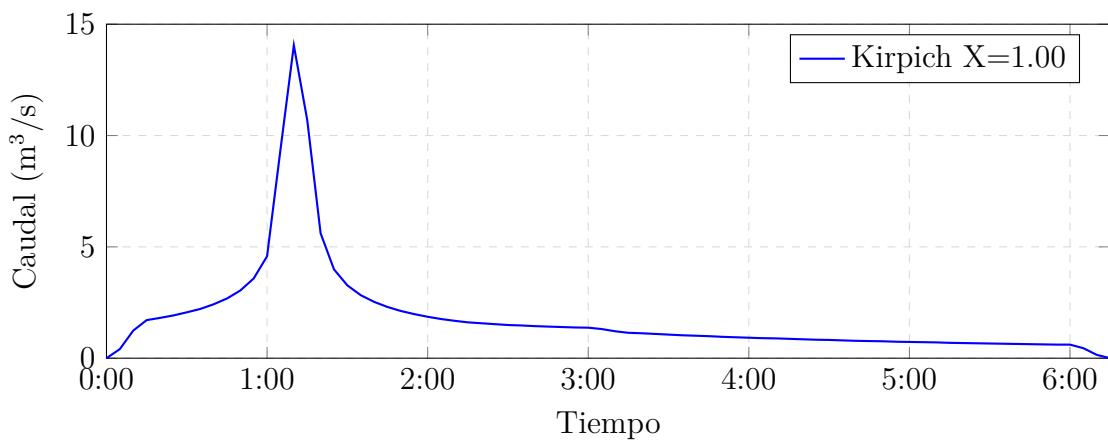


Figura 23: Hidrograma - Kirpich + GZ  $T_r=10$  años ( $Q_p=14.047 \text{ m}^3/\text{s}$ )

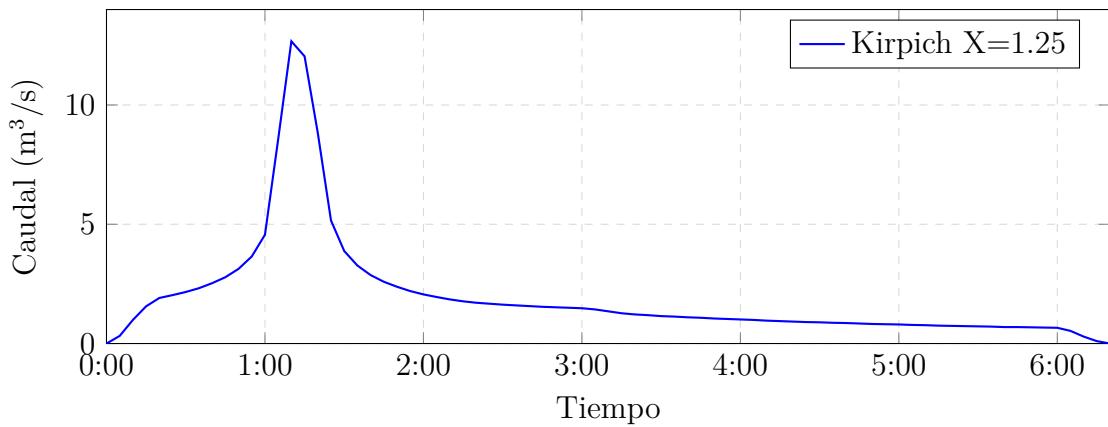


Figura 24: Hidrograma - Kirpich + GZ  $T_r=10$  años ( $Q_p=12.672 \text{ m}^3/\text{s}$ )

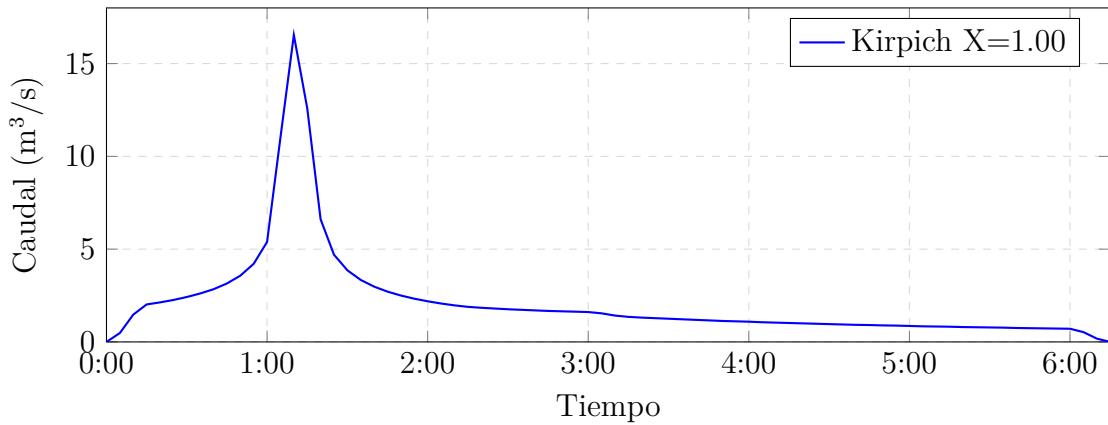


Figura 25: Hidrograma - Kirpich + GZ  $T_r=25$  años ( $Q_p=16.541 \text{ m}^3/\text{s}$ )

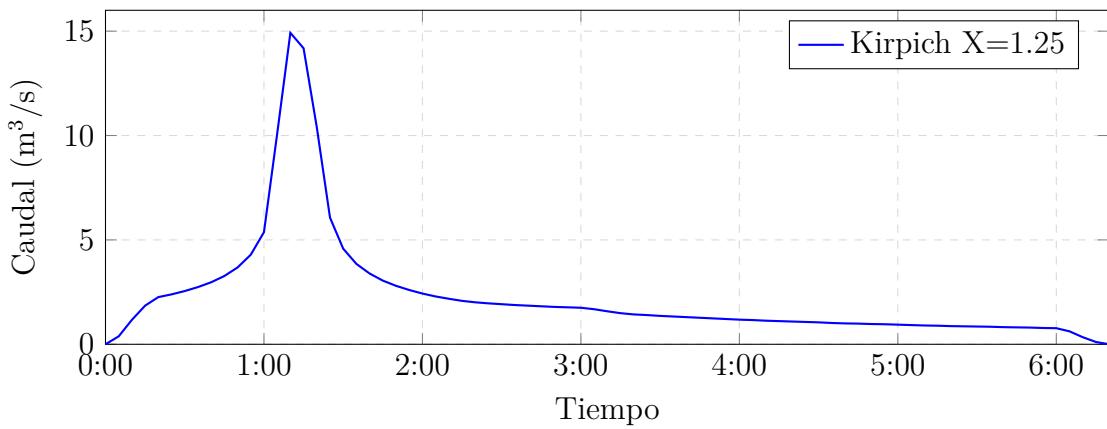


Figura 26: Hidrograma - Kirpich + GZ  $T_r=25$  años ( $Q_p=14.920 \text{ m}^3/\text{s}$ )

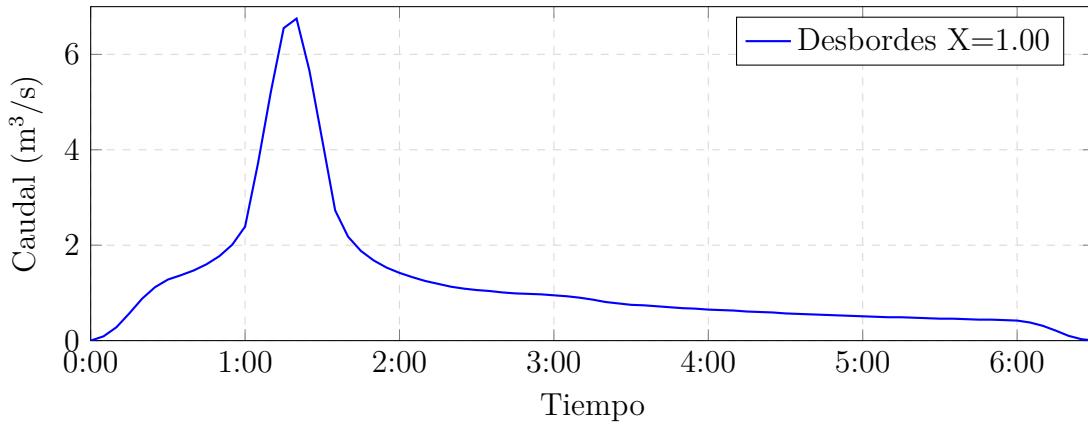


Figura 27: Hidrograma - Desbordes + GZ  $T_r=2$  años ( $Q_p=6.748 \text{ m}^3/\text{s}$ )

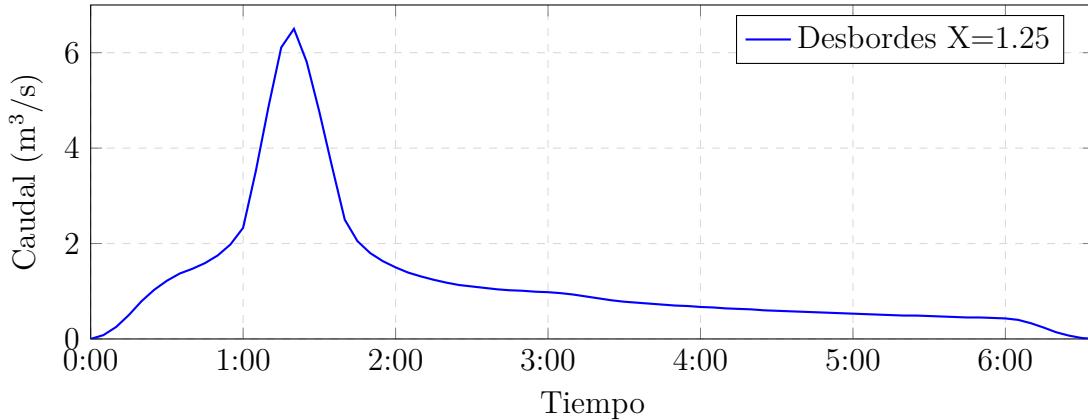


Figura 28: Hidrograma - Desbordes + GZ  $T_r=2$  años ( $Q_p=6.503 \text{ m}^3/\text{s}$ )

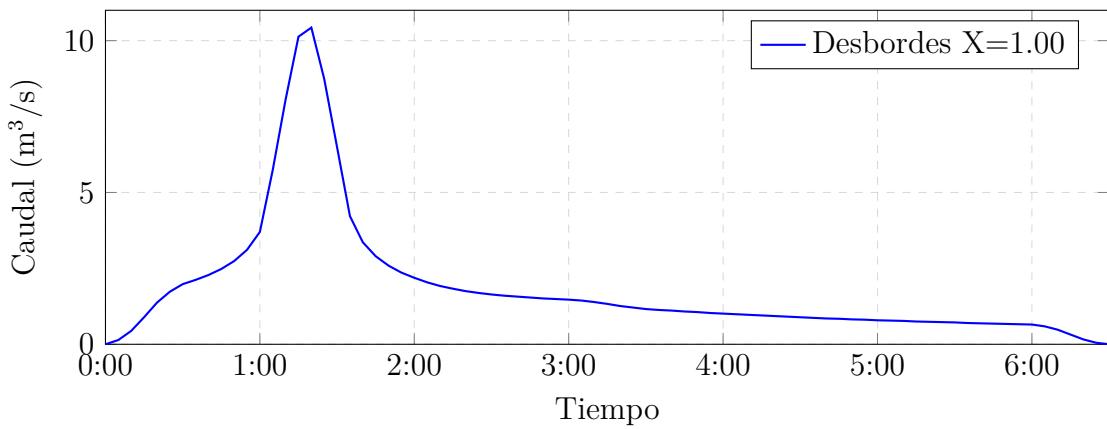


Figura 29: Hidrograma - Desbordes + GZ  $T_r=10$  años ( $Q_p=10.426 \text{ m}^3/\text{s}$ )

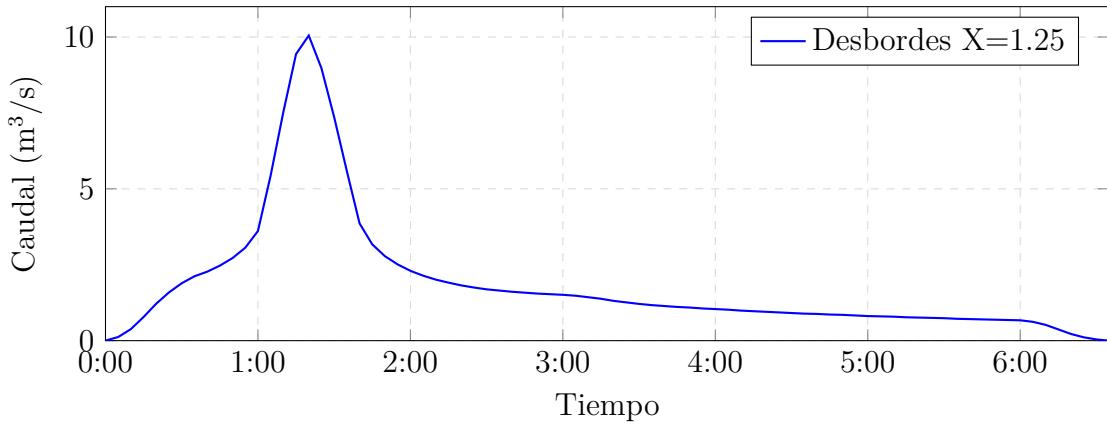


Figura 30: Hidrograma - Desbordes + GZ  $T_r=10$  años ( $Q_p=10.048 \text{ m}^3/\text{s}$ )

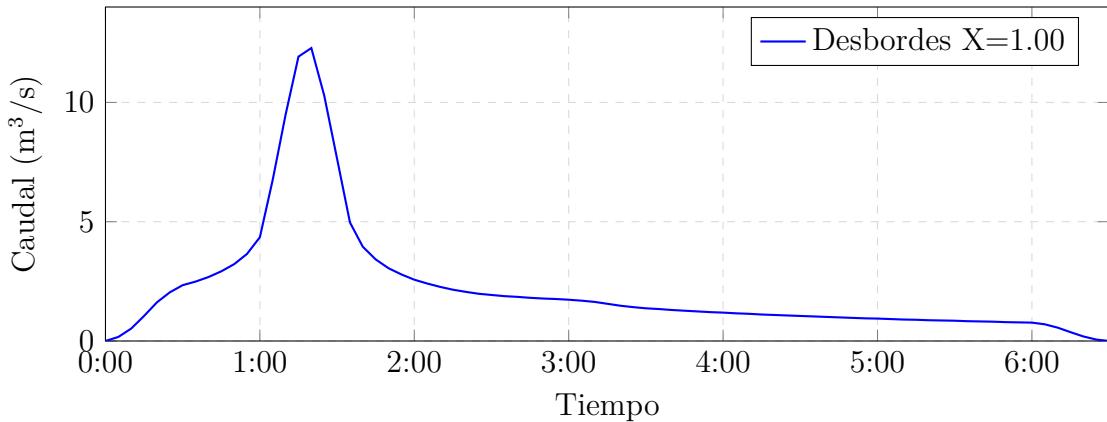


Figura 31: Hidrograma - Desbordes + GZ  $T_r=25$  años ( $Q_p=12.278 \text{ m}^3/\text{s}$ )

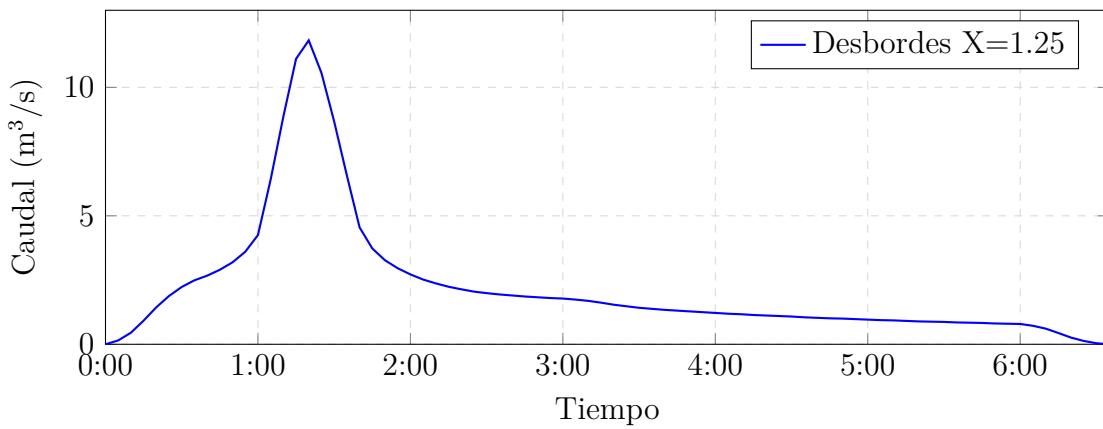


Figura 32: Hidrograma - Desbordes + GZ  $T_r=25$  años ( $Q_p=11.833 \text{ m}^3/\text{s}$ )

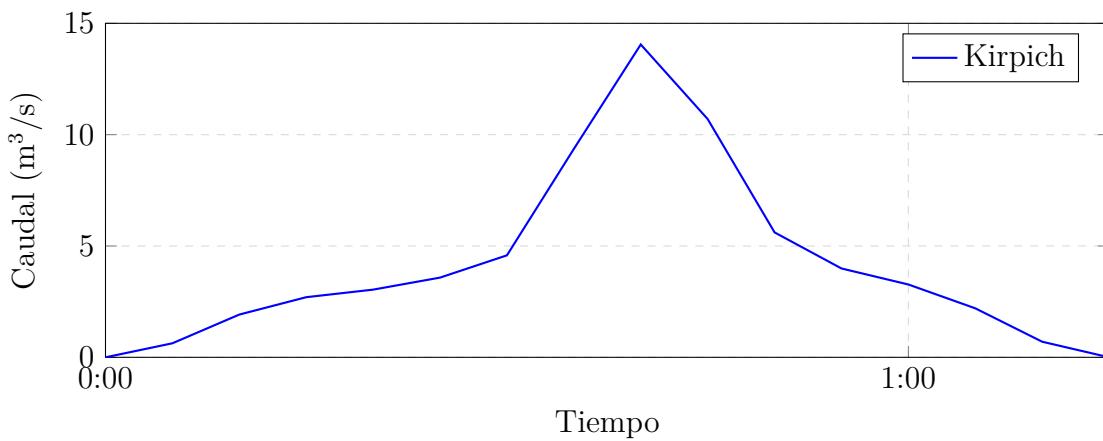


Figura 33: Hidrograma - Kirpich + BLOCKS  $T_r=10$  años ( $Q_p=14.047 \text{ m}^3/\text{s}$ )

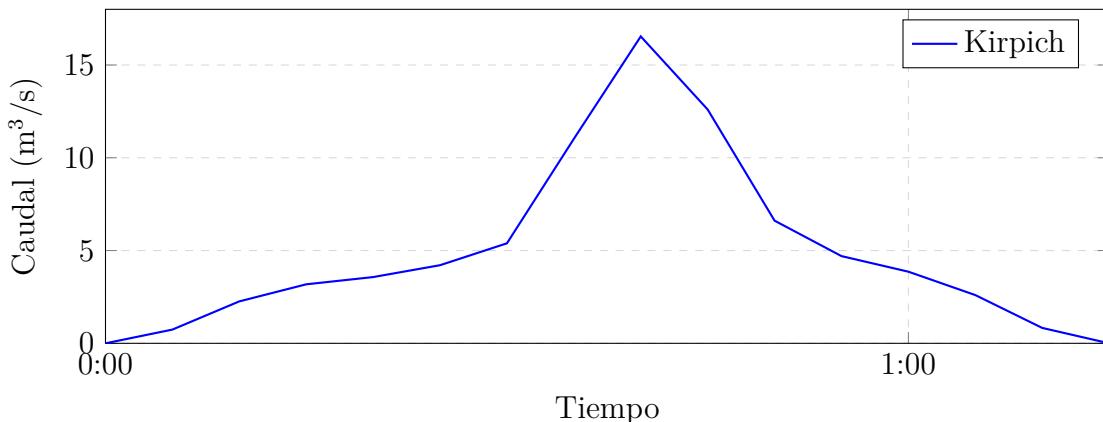


Figura 34: Hidrograma - Kirpich + BLOCKS  $T_r=25$  años ( $Q_p=16.541 \text{ m}^3/\text{s}$ )

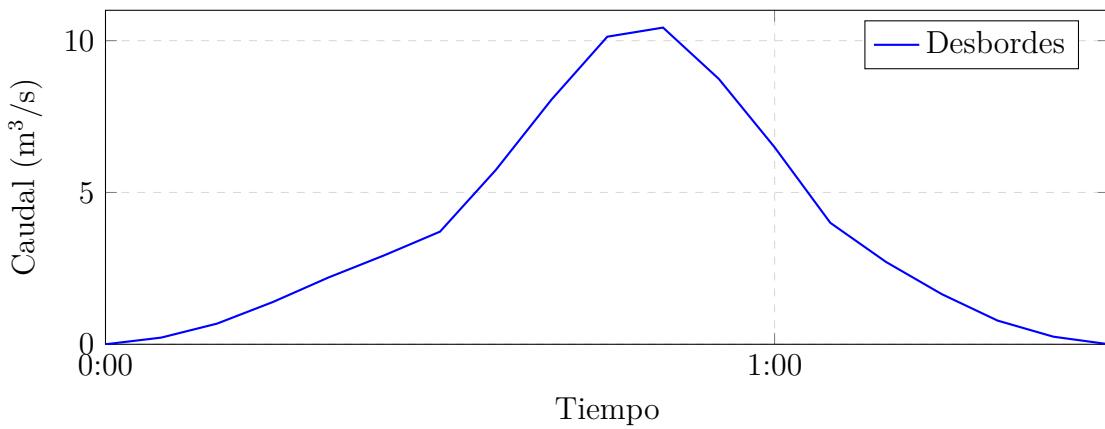


Figura 35: Hidrograma - Desbordes + BLOCKS  $T_r=10$  años ( $Q_p=10.426 \text{ m}^3/\text{s}$ )

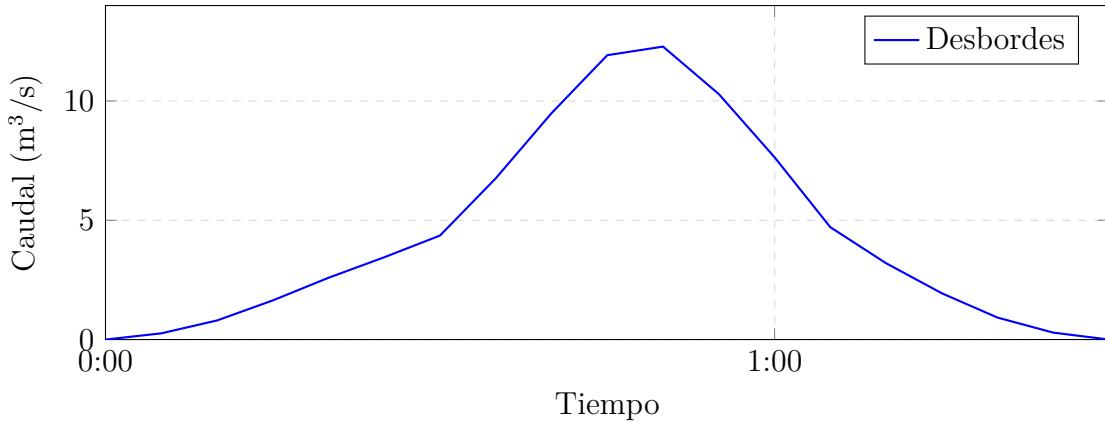


Figura 36: Hidrograma - Desbordes + BLOCKS  $T_r=25$  años ( $Q_p=12.278 \text{ m}^3/\text{s}$ )

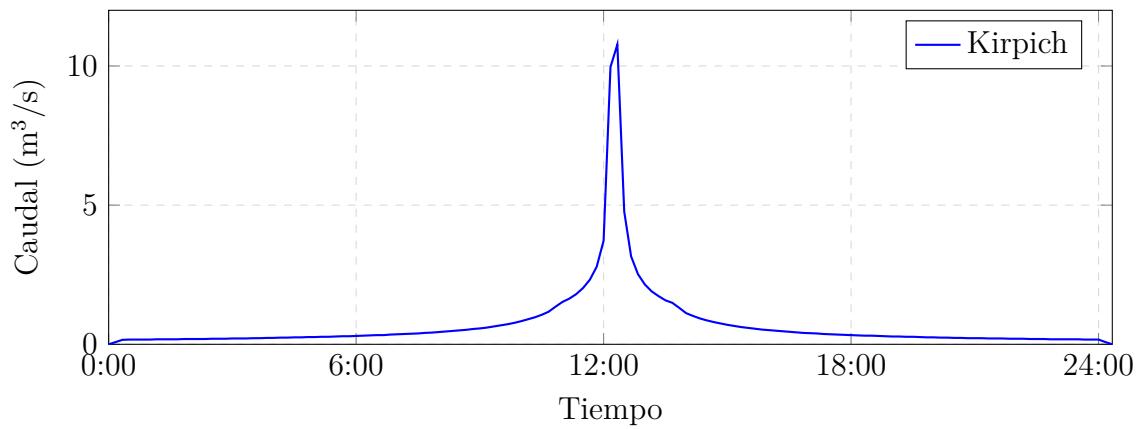


Figura 37: Hidrograma - Kirpich + BLOCKS24  $T_r=10$  años ( $Q_p=10.767 \text{ m}^3/\text{s}$ )

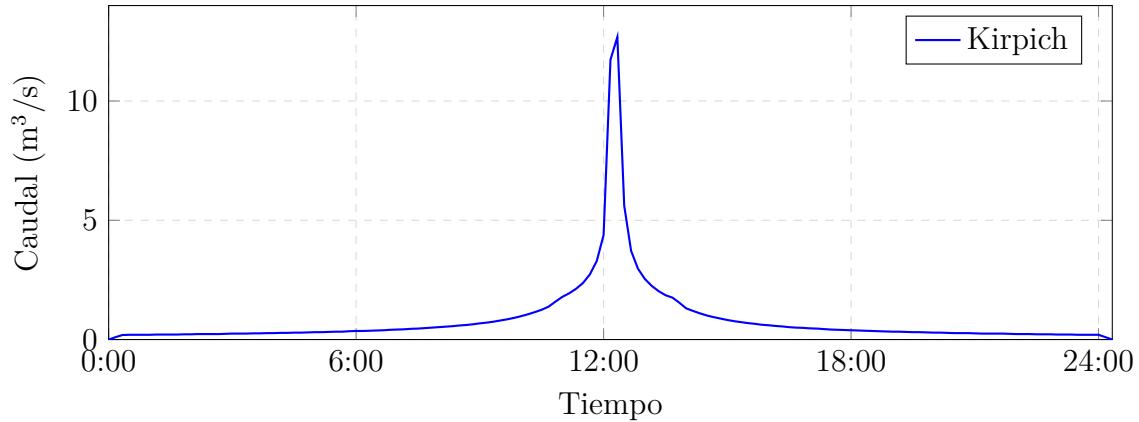


Figura 38: Hidrograma - Kirpich + BLOCKS24  $T_r=25$  años ( $Q_p=12.679 \text{ m}^3/\text{s}$ )

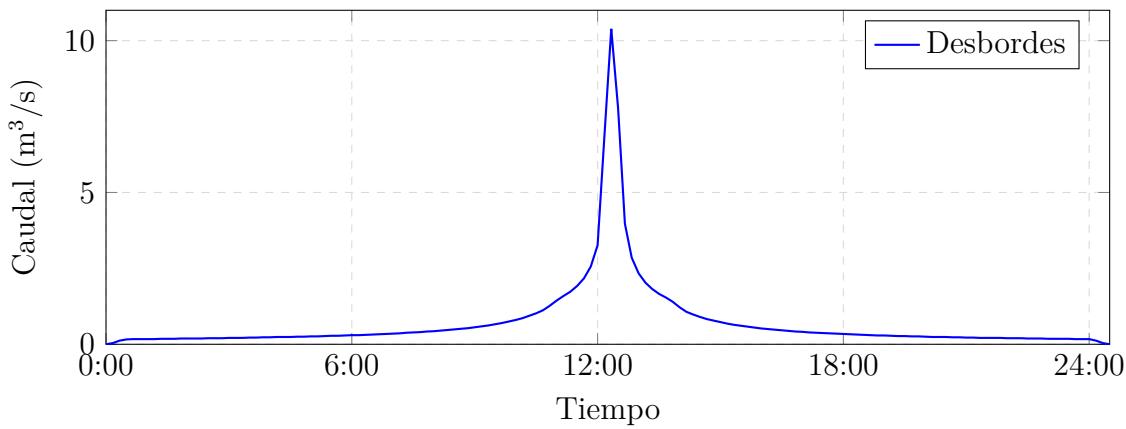


Figura 39: Hidrograma - Desbordes + BLOCKS24  $T_r=10$  años ( $Q_p=10.389$   $\text{m}^3/\text{s}$ )

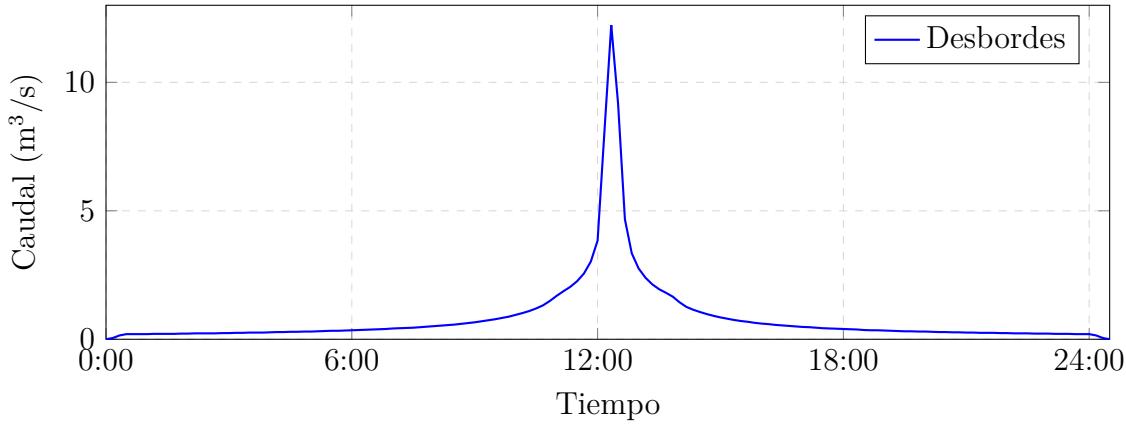


Figura 40: Hidrograma - Desbordes + BLOCKS24  $T_r=25$  años ( $Q_p=12.234$   $\text{m}^3/\text{s}$ )

## 7. Metodología

### 7.1. Tiempo de Concentración

**Método de Kirpich:**

$$T_c = 0.0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385} \quad (1)$$

donde  $L$  es la longitud del cauce principal en metros y  $S$  la pendiente media (m/m).

**Método de los Desbordes (DINAGUA):**

$$T_c = T_0 + 6.625 \times A^{0.3} \times P^{-0.39} \times C^{-0.45} \quad (2)$$

donde  $A$  es el área en hectáreas,  $P$  la pendiente en %,  $C$  el coeficiente de escorrentía, y  $T_0 = 5$  min.

## 7.2. Curvas IDF DINAGUA

Factor por período de retorno:

$$C_T(T_r) = 0.5786 - 0.4312 \times \log_{10} \left[ \ln \left( \frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \quad (3)$$

Ecuaciones de intensidad:

$$I(d) = \frac{P_{3,10} \times C_T(T_r) \times 0.6208}{(d + 0.0137)^{0.5639}} \quad \text{para } d < 3 \text{ horas} \quad (4)$$

$$I(d) = \frac{P_{3,10} \times C_T(T_r) \times 1.0287}{(d + 1.0293)^{0.8083}} \quad \text{para } d \geq 3 \text{ horas} \quad (5)$$

## 7.3. Hidrograma Unitario Triangular

$$T_p = 0.5 \times \Delta t + 0.6 \times T_c \quad (6)$$

$$q_p = 0.278 \times \frac{A}{T_p} \times \frac{2}{1 + X} \quad (7)$$

$$T_b = (1 + X) \times T_p \quad (8)$$

donde  $A$  es el área en  $\text{km}^2$ ,  $T_p$  el tiempo al pico en horas, y  $X$  el factor morfológico.