

HIDROLOGÍA

CALSE 10: Precipitación *Parte III*

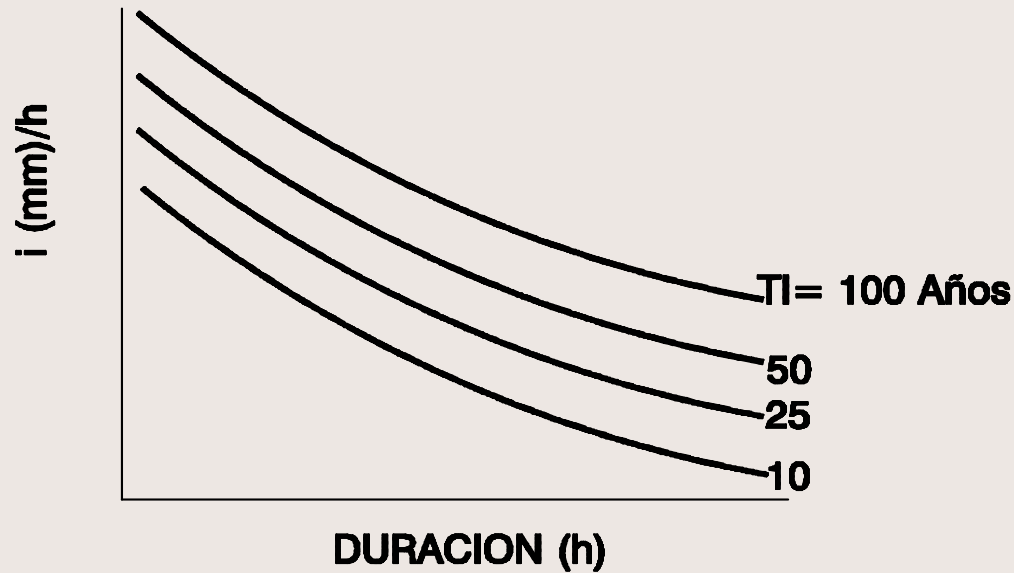
Julián David Rojo Hdz.

I.C. Msc. Recursos Hidráulicos



ANÁLISIS DE LLUVIAS INTENSAS

CURVAS INTENSIDAD - FRECUENCIA - DURACION



$$i = \frac{kT_r^m}{(c + d)^n}$$

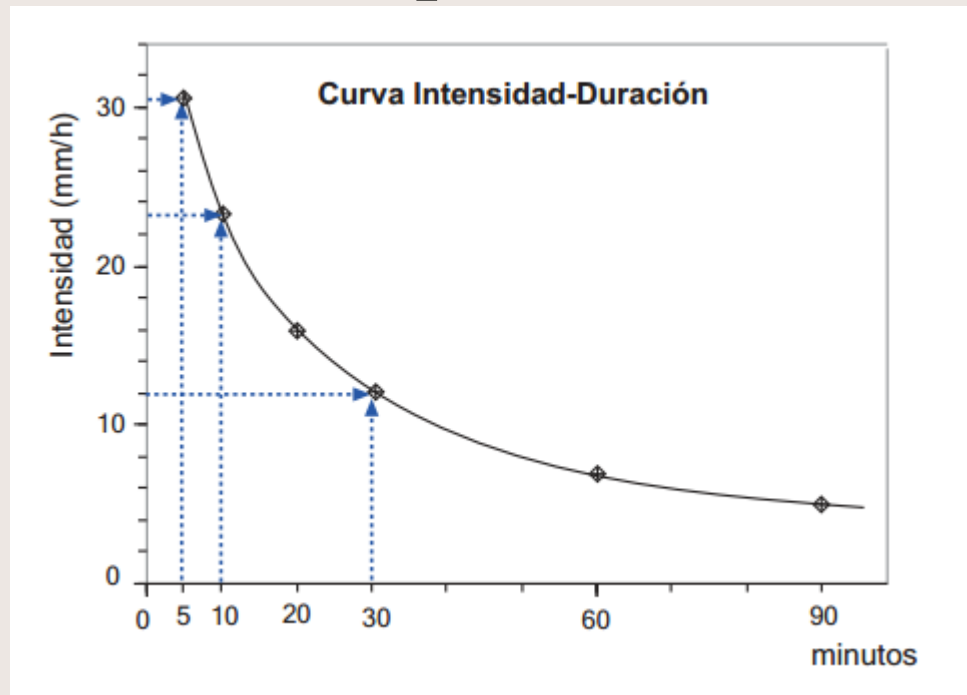
Para cada T_r

$$i = C(h + d)^m$$

$$i = \frac{kT_r^m}{(d)^n}$$

CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN

- Esta curva expresa la máxima intensidad de precipitación registrada en diversos intervalos de tiempo.



CONSTRUYENDO UNA IDF

1) A partir de las bandas de registro de los pluviógrafos, seleccionar para cada año los valores extremos de precipitación asociados a diferentes duraciones.

Láminas máximas de precipitación (en mm)							
Año	Duraciones (hr)						
	1	2	4	6	8	12	24
1982	8.1	14.2	23.8	35.3	37.2	43.8	59.7
1983	8.2	8.7	13.7	15.0	19.3	19.7	19.7
1984	13.1	21.4	30.8	39.2	52.0	69.8	91.8
1985	5.9	7.7	11.1	13.3	16.2	16.9	16.9
1986	9.4	13.7	26.6	32.9	42.0	45.5	69.4
1987	14.3	25.7	40.6	49.1	51.3	50.5	64.2
1988	10.0	14.7	29.0	30.7	29.0	40.7	40.7
1989	10.2	16.6	18.1	25.6	23.5	35.0	49.3
1990	10.8	20.8	34.2	39.5	44.3	52.3	57.1
1991	9.2	14.7	20.8	23.7	25.6	37.6	45.0
1992	10.2	13.4	21.6	25.3	30.4	38.2	47.6
1993	9.5	12.8	15.0	18.3	22.3	26.8	27.8
1994	6.1	7.8	11.4	13.3	13.3	13.3	14.8
1995	6.1	9.9	13.8	18.0	18.4	18.7	19.4
1996	7.8	9.0	13.1	14.8	19.5	21.2	31.1
1997	8.2	12.2	19.4	24.3	26.8	29.0	35.6
1998	8.5	15.0	20.9	25.4	26.3	26.3	30.5

CONSTRUYENDO UNA IDF

- 2) Tomar los valores de cada una de las series y dividirlos por su duración (en horas), obteniéndose así las intensidades en mm/h.

Intensidades máximas de precipitación (en mm/h)							
Año	Duraciones (hr)						
	1	2	4	6	8	12	24
1982	8.10	7.10	5.95	5.88	4.65	3.65	2.49
1983	8.20	4.35	3.43	2.50	2.41	1.64	0.82
1984	13.10	10.70	7.70	6.53	6.50	5.82	3.83
1985	5.90	3.85	2.78	2.22	2.03	1.41	0.70
1986	9.40	6.85	6.65	5.48	5.25	3.79	2.89
1987	14.30	12.85	10.15	8.18	6.41	4.21	2.68
1988	10.00	7.35	7.25	5.12	3.63	3.39	1.70
1989	10.20	8.30	4.53	4.27	2.94	2.92	2.05
1990	10.80	10.40	8.55	6.58	5.54	4.36	2.38
1991	9.20	7.35	5.20	3.95	3.20	3.13	1.88
1992	10.20	6.70	5.40	4.22	3.80	3.18	1.98
1993	9.50	6.40	3.75	3.05	2.79	2.23	1.16
1994	6.10	3.90	2.85	2.22	1.66	1.11	0.62
1995	6.10	4.95	3.45	3.00	2.30	1.56	0.81
1996	7.80	4.50	3.28	2.47	2.44	1.77	1.30
1997	8.20	6.10	4.85	4.05	3.35	2.42	1.48
1998	8.50	7.50	5.23	4.23	3.29	2.19	1.27

CONSTRUYENDO UNA IDF

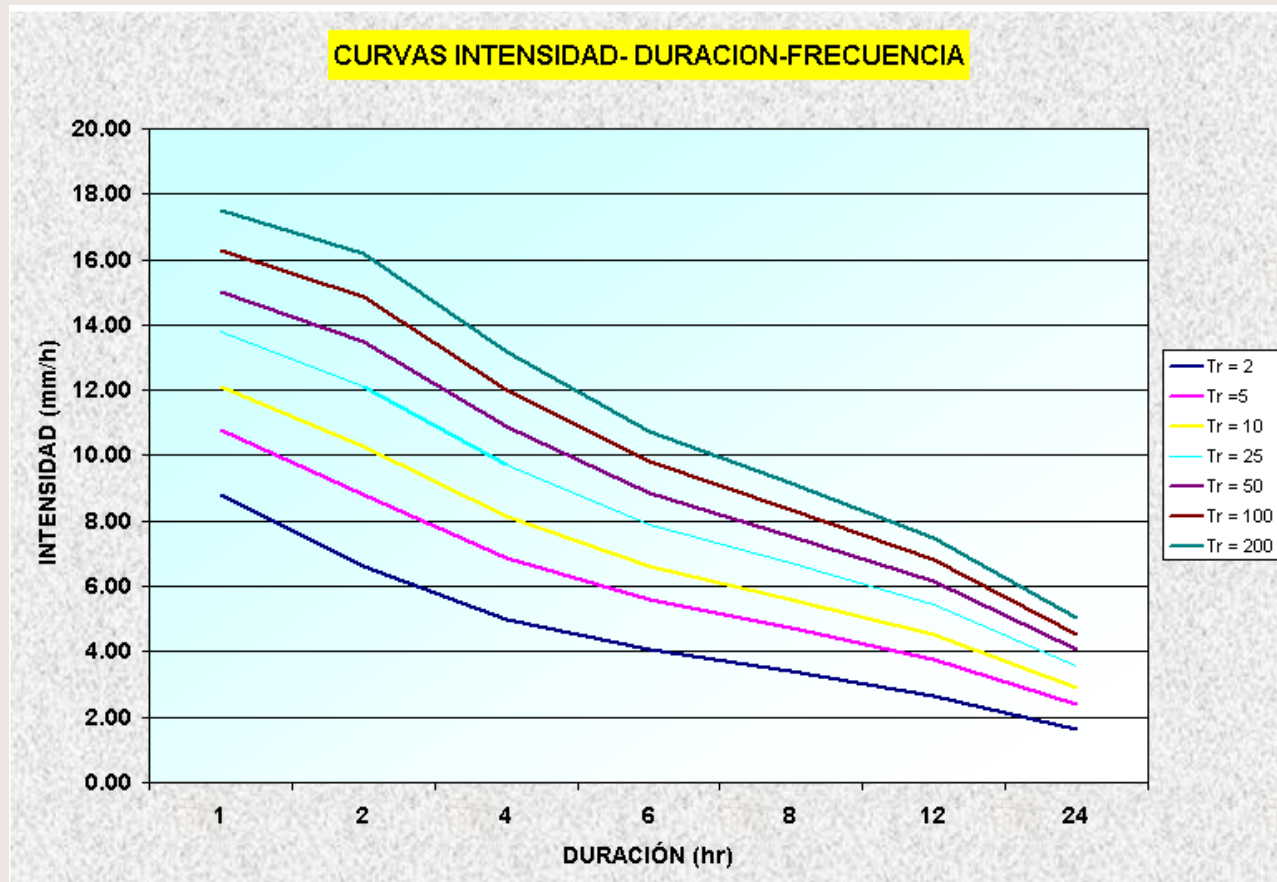
- 3) Ajustar, para cada duración, los valores de intensidad de precipitación a una función de distribución de probabilidad (Normal, Log-Normal, Gumbel, Log-Gumbel, Pearson III, Log-Pearson).
- 4) Efectuar pruebas de bondad de ajuste (Chi-cuadrado, etc) con la finalidad de determinar cuál de las distribuciones probabilísticas consideradas se ajusta mejor a la serie histórica de datos. Ello permitirá seleccionar la distribución con la cual se efectuará las proyecciones de intensidades máximas para diferentes periodos de retorno.

CONSTRUYENDO UNA IDF

- 5) Seleccionada la distribución probabilística de mejor ajuste, proceder a estimar, para cada duración, los valores de las intensidades máximas correspondientes a diferentes períodos de retorno ($T= 2, 5, 10, 25, 50, 100$ y 200 años)

CONSTRUYENDO UNA IDF

- 6) Se procede a graficar las intensidades obtenidas en el paso anterior versus las duraciones y periodos de retorno correspondientes



CONSTRUYENDO UNA IDF

7) Las distintas curvas IDF pueden quedar descritas estadísticamente mediante la siguiente ecuación compacta que relaciona simultáneamente a las tres variables involucradas:

$$i = \frac{KT^m}{d^n}$$

donde:

- i : intensidad máxima (mm/hr)
- K, m, n : factores característicos de la zona de estudio
- T : período de retorno, en años
- d : duración de la precipitación (en horas o minutos)

CONSTRUYENDO UNA IDF

Tomando logaritmos en la ecuación anterior se arriba a un modelo de regresión lineal múltiple, al obtenerse:

$$\log (I) = \log (K) + m \log (T) - n \log (d) \quad 0$$

equivalentemente:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

donde:

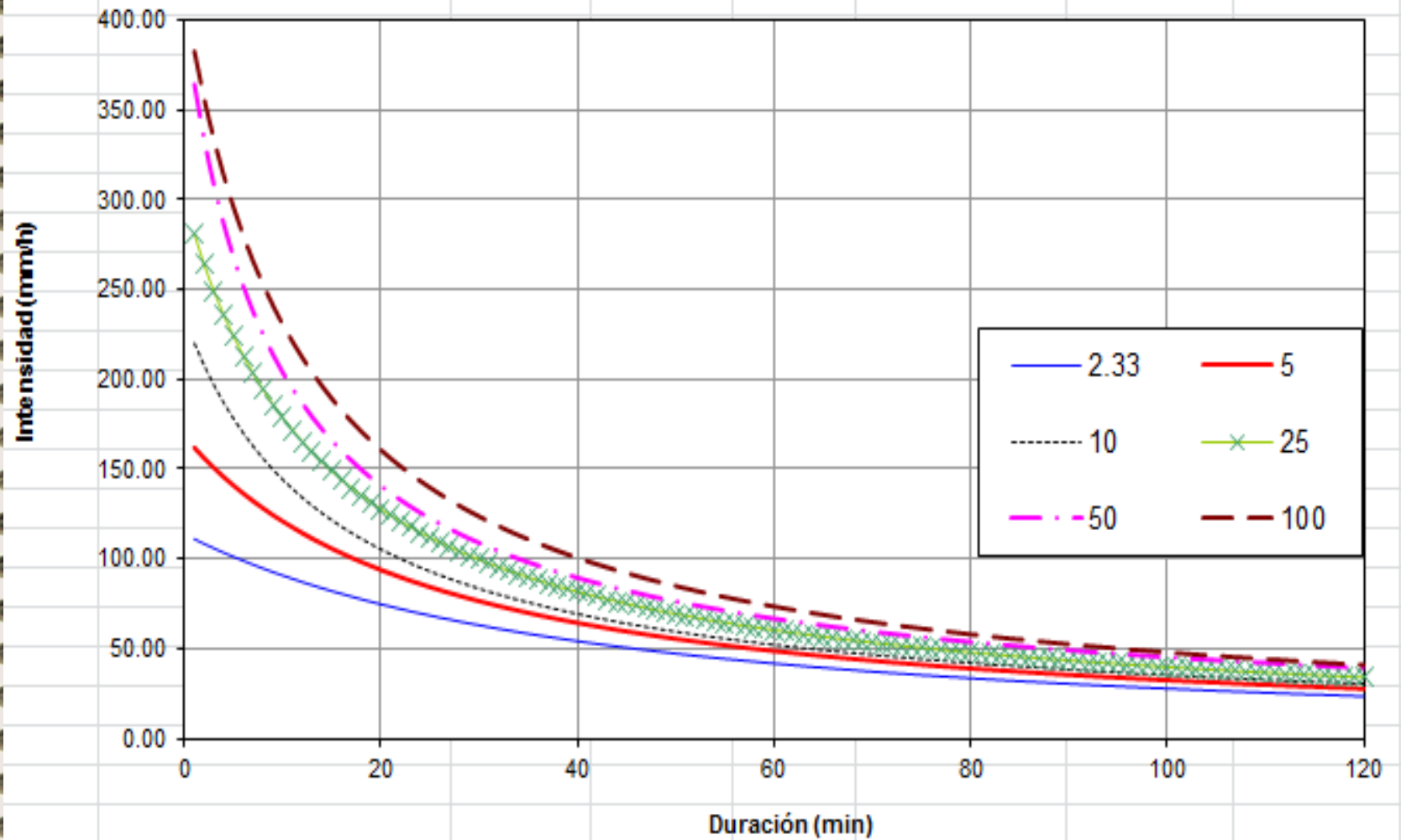
$$y = \log (I) \quad a_0 = \text{Log } K$$

$$x_1 = \log (T) \quad a_1 = m$$

$$x_2 = \log (d) \quad a_2 = -n$$

Los factores de a_0 , a_1 y a_2 y con ello, de K , m , n , se obtienen, mediante regresión múltiple, a partir de las intensidades máximas calculadas anteriormente.

CURVAS IDF PARA LA ESTACION SAN CRISTOBAL



DURACIÓN DE UNA TORMENTA DE DISEÑO

- La duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración. Su estimación depende de la morfometría de cuenca.

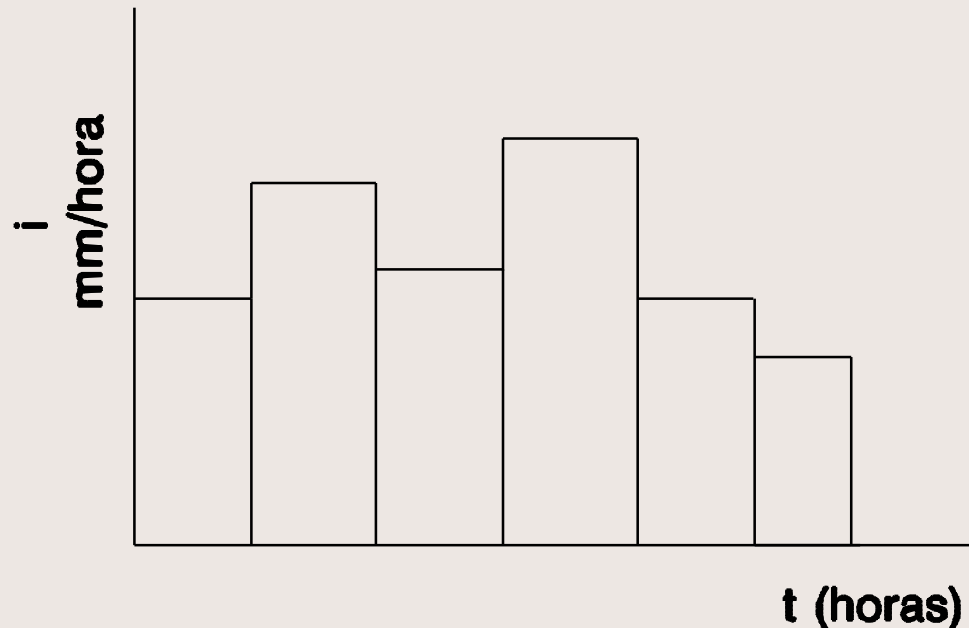
A spiral-bound notebook with a brown cover and a white page. The spiral binding is on the left side. The page is mostly blank, with a horizontal line near the top. The title is centered on the page.

DISTRIBUCIÓN DE LA LLUVIA EN EL TIEMPO

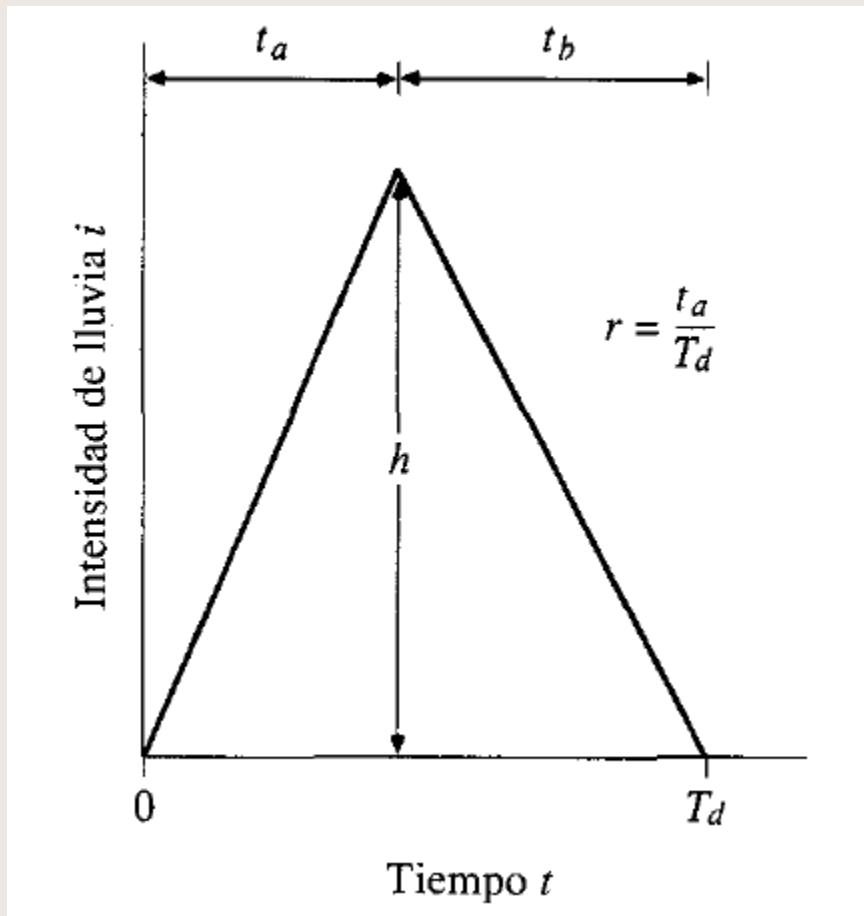
HIETOGRAMA

- Es el gráfico que relaciona *la precipitación (en mm) o la intensidad (en mm/hora)* de la lluvia contra el intervalo de tiempo. Se define la *intensidad* como la variación de la precipitación con el tiempo.

$$i = \Delta P / \Delta t$$

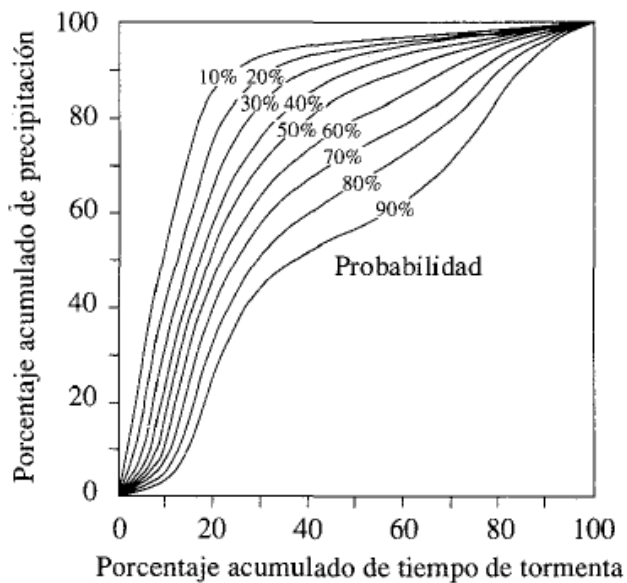


HIETOGRAMA TRIANGULAR

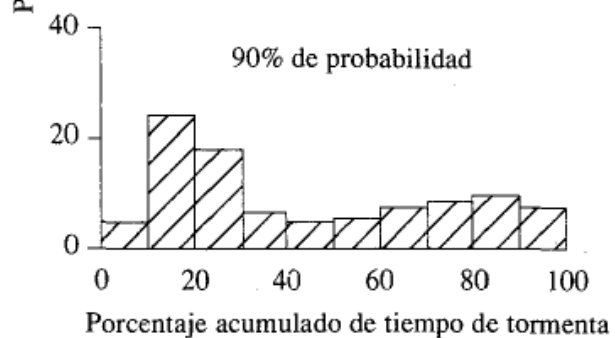
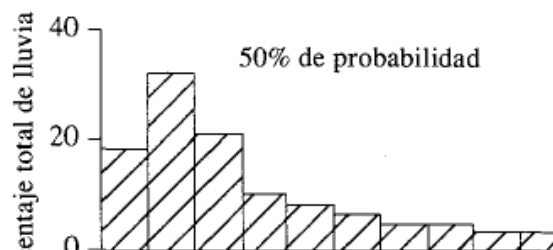
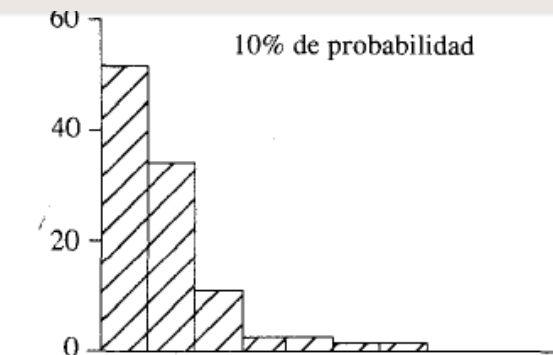


$$h = \frac{2P}{T_d}$$

HIETOGRAMA SINTÉTICO DE HUFF

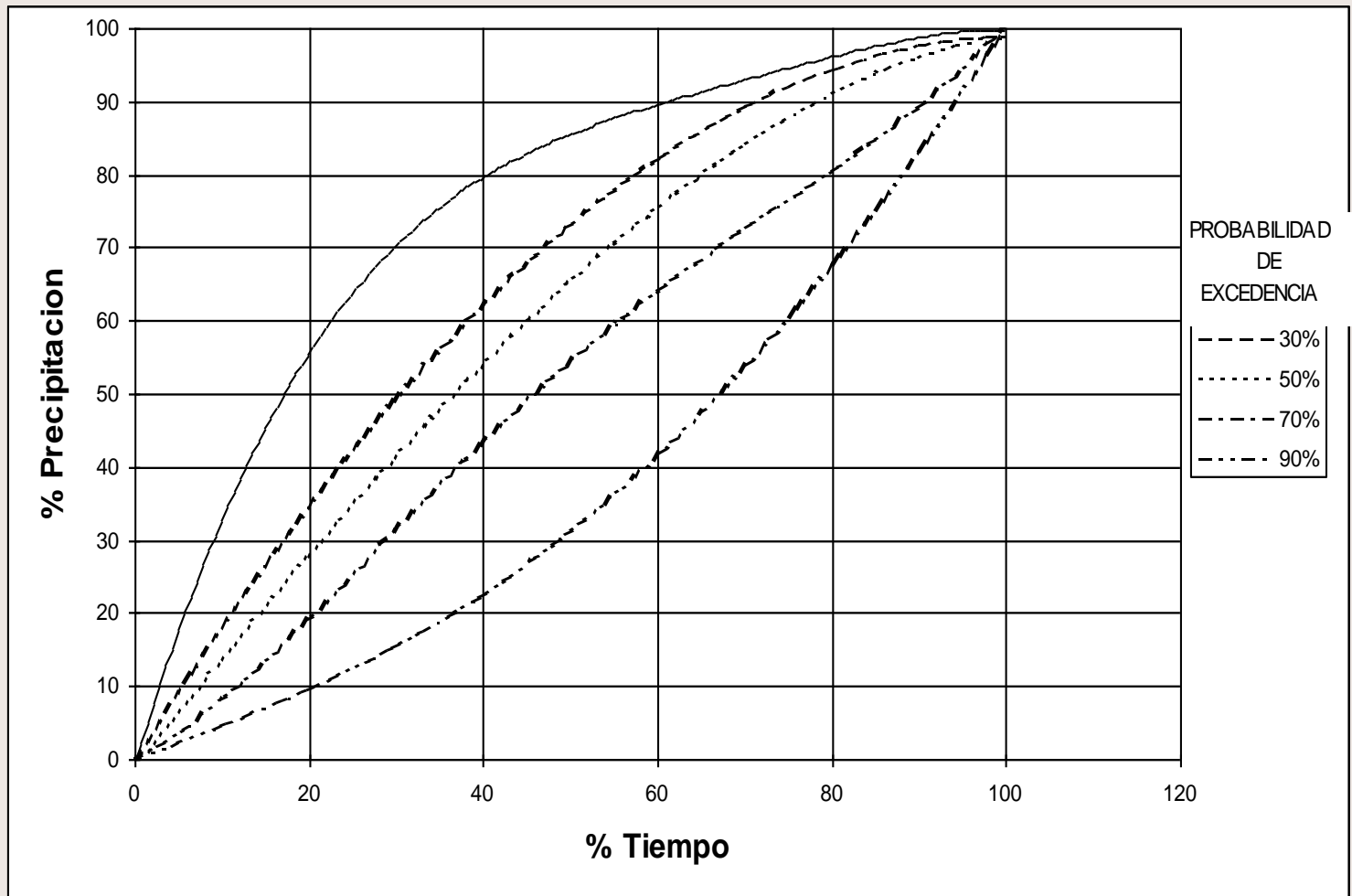


a)

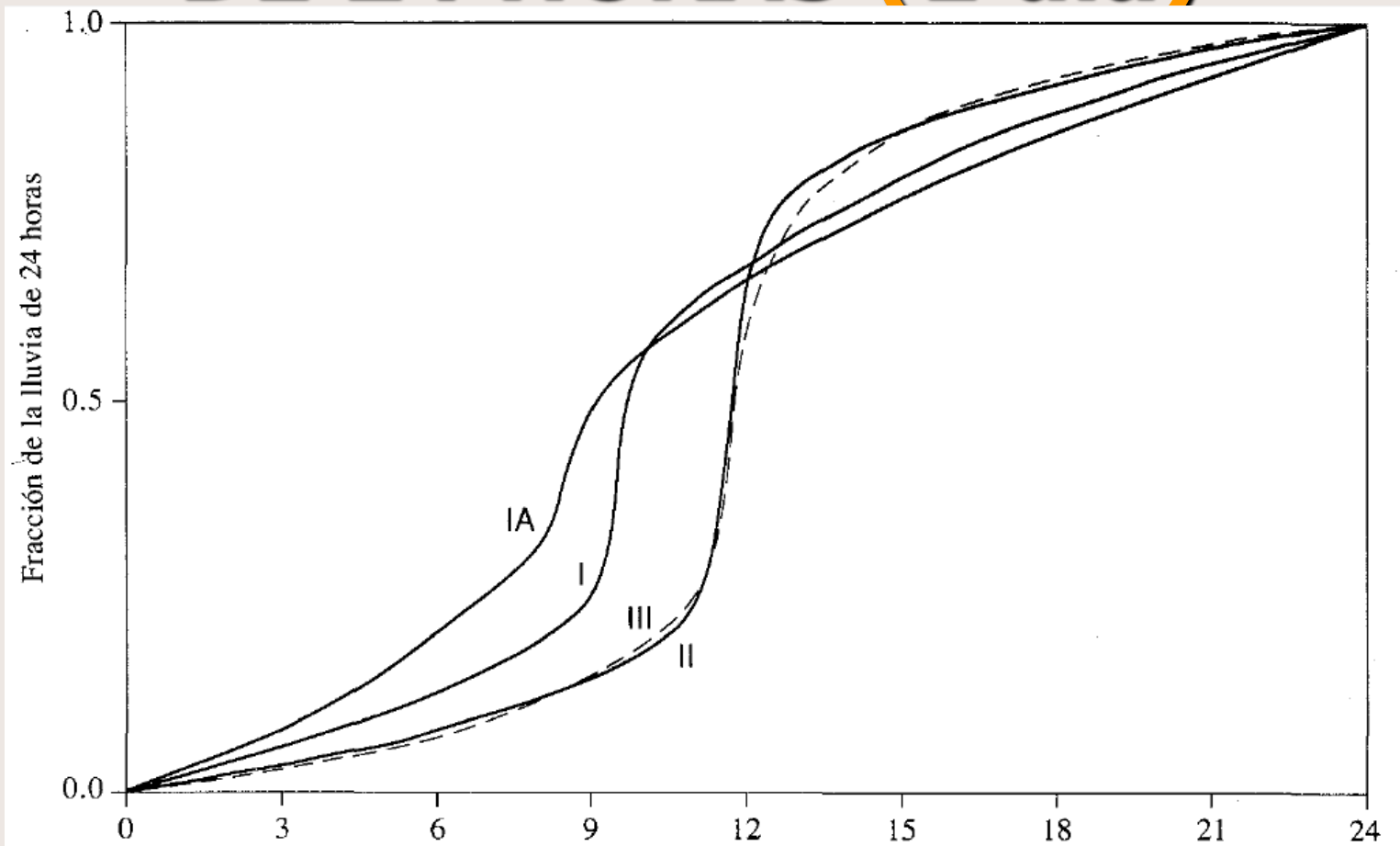


b)

CURVAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA LLUVIA EN EL TIEMPO (Colombia)



HIETOGRAMA SINTÉTICO DEL SCS PARA TORMENTAS DE 24 HORAS (1 día)



Tormenta de 24 horas

Hora t	$t/24$	P_t/P_{24}			
		Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III
0	0	0	0	0	0
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216
11.0	0.459	0.624	0.624	0.235	0.250
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

A spiral-bound notebook with a brown cover and a white page. The spiral binding is on the left side. The page is mostly blank, with a horizontal line near the top. The title is centered on the page.

CONSTRUCCIÓN DE IDF SINTÉTICAS

CUANDO SE TIENEN DATOS DE PRECIPITACIÓN DIARIAS

En este caso, los datos de precipitaciones máximas en 24 horas deben ser sometidos a un tratamiento que permita conocer su distribución temporal, para lo cual se utiliza algún algoritmo de desagregación de los datos globales en incrementales.

Es posible hacer uso de los perfiles de lluvia del USCS

- Determinar mediante pruebas de bondad de ajuste (Chi cuadrado o Kolmogorov Smirnov) la distribución probabilística que mejor se ajusta a la serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas.
- Estimar mediante la distribución probabilística seleccionada (de mejor ajuste) la precipitación máxima en 24 horas correspondiente al periodo de retorno elegido.
- Desagregar la lámina total de lluvia diaria en láminas parciales, para cada hora a lo largo del día, de acuerdo al perfil del SCS considerado.
- Determinar las intensidades asociadas a cada hora.

- Establecer las intensidades máximas de lluvia para las diferentes duraciones consideradas (5, 10, 15, 30, 60, 120, etc. min).
- Repetir el proceso desde el segundo paso para otro periodo de retorno.
- Luego de haber considerado una serie de posibles periodos de retorno, proceder a trazar las curvas IDF.

Cálculos efectuados, mediante el método del SCS, para la Estación Pluviométrica Tocache, considerando un periodo de retorno de 100 años.

Pmax 24h Est. Tocache		Estimaciones de Pmax (24h) para diferentes T (Gumbel)	
Año	Pmax (mm)	T (años)	Pmax 24h
1986	88.9	200	204.4
1987	98.0	100	189.3
1988	95.9	50	174.1
1989	73.8	25	158.9
1990	48.2	10	138.3
1991	60.3	5	122.0
1992	88.4	3	109.1
1993	121.5	2	97.5
1994	110.4		
1995	95.0		
1996	119.6		
1997	81.2		
1998	121.1		
1999	120.3		
2000	121.7		
2001	120.0		
2002	116.9		
2003	133.0		
Prom.	100.79		
Desv st.	23.82		

TYPE II				
Pmax =		189.3		
Step	Minute	Scale factor Type II	Cumulative Depth	Incremental depth
0	0	0.000	0.0	0.0
1	60	0.011	2.1	2.1
2	120	0.023	4.4	2.3
3	180	0.035	6.6	2.3
4	240	0.048	9.1	2.5
5	300	0.064	12.1	3.0
6	360	0.080	15.1	3.0
7	420	0.100	18.9	3.8
8	480	0.120	22.7	3.8
9	540	0.147	27.8	5.1
10	600	0.181	34.3	6.4
11	660	0.236	44.7	10.4
12	720	0.663	125.5	80.8
13	780	0.776	146.9	21.4
14	840	0.825	156.2	9.3
15	900	0.856	162.0	5.9
16	960	0.881	166.8	4.7
17	1020	0.903	170.9	4.2
18	1080	0.922	174.5	3.6
19	1140	0.938	177.6	3.0
20	1200	0.953	180.4	2.8
21	1260	0.965	182.7	2.3
22	1320	0.977	184.9	2.3
23	1380	0.989	187.2	2.3
24	1440	1.000	189.3	2.1
			189.3	