



# Precipitación (cont.)

**James McPhee**  
Departamento de Ingeniería Civil  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



# Contenidos

- Definiciones
- Origen
- Medición de datos pluviométricos
- Estimación de datos faltantes
- **Presentación y análisis de datos**



## Presentación y análisis de datos de intensidad de precipitación



- **Intensidad:** profundidad de lluvia caída en un intervalo de tiempo dado (típicamente se expresa en mm/hr)
- **Objetivo:** obtener caudales de escorrentía asociados a precipitación de distinta intensidad para diseño de obras de aprovechamiento y control
- **Uso:** cuando no se tienen datos de caudales que puedan ser usados directamente



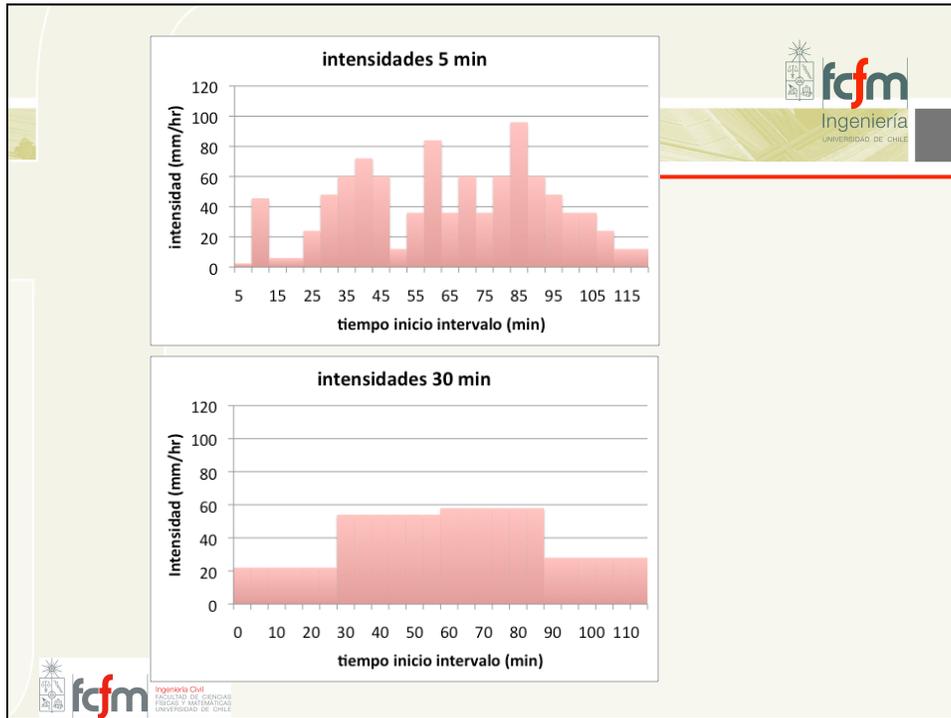
Tiempo	Lluvia acumulada
hrs	mm
0	0
5	0.2
10	4
15	4,5
20	5
25	7
30	11
35	16
40	22
45	27
50	28
55	31
60	38
65	41
70	46
75	49
80	54
85	62
90	67
95	71
100	74
105	77
110	79
115	80
120	81
125	82
130	83
135	84
140	84

Max intervalo (mm)  
Max intensidad (mm/hr)



Tiempo hrs	Lluvia acumulada mm	Lluvia caída a intervalos de			
		5 min	30 min	1 hr	2 hr
0	0				
5	0.2	0.2			
10	4	3.8			
15	4.5	0.5			
20	5	0.5			
25	7	2			
30	11	4	11.0		
35	16	5	15.8		
40	22	6	18.0		
45	27	5	22.5		
50	28	1	23.0		
55	31	3	24.0		
60	38	7	27.0	38.0	
65	41	3	25.0	40.8	
70	46	5	24.0	42.0	
75	49	3	22.0	44.5	
80	54	5	26.0	49.0	
85	62	8	31.0	55.0	
90	67	5	29.0	56.0	
95	71	4	30.0	55.0	
100	74	3	28.0	52.0	
105	77	3	28.0	50.0	
110	79	2	25.0	51.0	
115	80	1	18.0	49.0	
120	81	1	14.0	43.0	81.0
125	82	1	11.0	41.0	81.8
130	83	1	9.0	37.0	79.0
135	84	1	7.0	35.0	79.5
140	84	0	5.0	30.0	79.0
Max intervalo (mm)		8			
Max intensidad (mm/hr)		96			

Tiempo hrs	Lluvia acumulada mm	Lluvia caída a intervalos de			
		5 min	30 min	1 hr	2 hr
0	0				
5	0.2	0.2			
10	4	3.8			
15	4.5	0.5			
20	5	0.5			
25	7	2			
30	11	4	11.0		
35	16	5	15.8		
40	22	6	18.0		
45	27	5	22.5		
50	28	1	23.0		
55	31	3	24.0		
60	38	7	27.0	38.0	
65	41	3	25.0	40.8	
70	46	5	24.0	42.0	
75	49	3	22.0	44.5	
80	54	5	26.0	49.0	
85	62	8	31.0	55.0	
90	67	5	29.0	56.0	
95	71	4	30.0	55.0	
100	74	3	28.0	52.0	
105	77	3	28.0	50.0	
110	79	2	25.0	51.0	
115	80	1	18.0	49.0	
120	81	1	14.0	43.0	81.0
125	82	1	11.0	41.0	81.8
130	83	1	9.0	37.0	79.0
135	84	1	7.0	35.0	79.5
140	84	0	5.0	30.0	79.0
Max intervalo (mm)		8	31	56	81.8
Max intensidad (mm/hr)		96	62	56	40.9



## Período de retorno

- Es el intervalo de tiempo promedio (años) en que un evento de magnitud dada es superado al menos una vez

$$T = 1/P_{excedencia}$$

**COEFICIENTES DE FRECUENCIA**

$P_{100}/P_{10}$	$P_{50}/P_{10}$	$P_{25}/P_{10}$	$P_5/P_{10}$
1,4	1,3	1,19	0,86

Valores dependen de region!!!



- Idealmente, es posible encontrar una relación entre la duración de un evento, su magnitud y su período de retorno, respecto a un valor de referencia
- De esta manera se puede estimar la magnitud de un evento de cualquier duración y período de retorno (dentro de rangos de validez)
- Por ej.:

$$P_t^T = \frac{(0.21 \cdot \ln T + 0.52)}{(0.54t^{0.25} - 0.5)} P_{60}^{10}$$


## Curvas Intensidad-Duración -Frecuencia (IDF)



- Para diseño hidrológico, típicamente debe elegirse un evento o eventos de lluvia para caracterizar la situación de diseño
- Seleccionar tormenta o evento que involucre la *intensidad de lluvia*, la *duración* del evento, y la *frecuencia* con que este evento podría presentarse (en promedio)



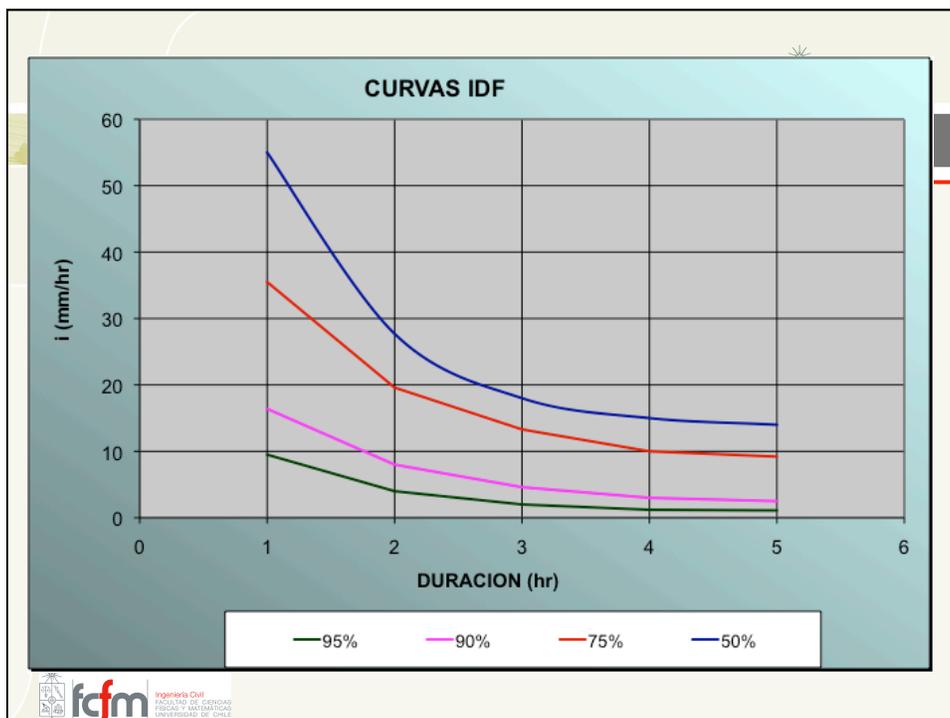
## Curvas IDF



- Las curvas IDF se desarrollan para cubrir una región o área más bien extensa.
- A partir de datos observados y *análisis de frecuencia*

$$i = \frac{cT^m}{t^e + f}$$

$T$ : periodo de retorno  
 $t$ : duración  
 $c, m, e, f$ : coeficientes



## Curvas Precipitación Duración Área



- En ocasiones, interesa conocer cuál es la máxima precipitación (profundidad) que podría producirse sobre un área determinada durante una tormenta de duración predefinida
- Las curvas PDA permiten caracterizar esta distribución espacial y temporal de las tormentas en una región dada

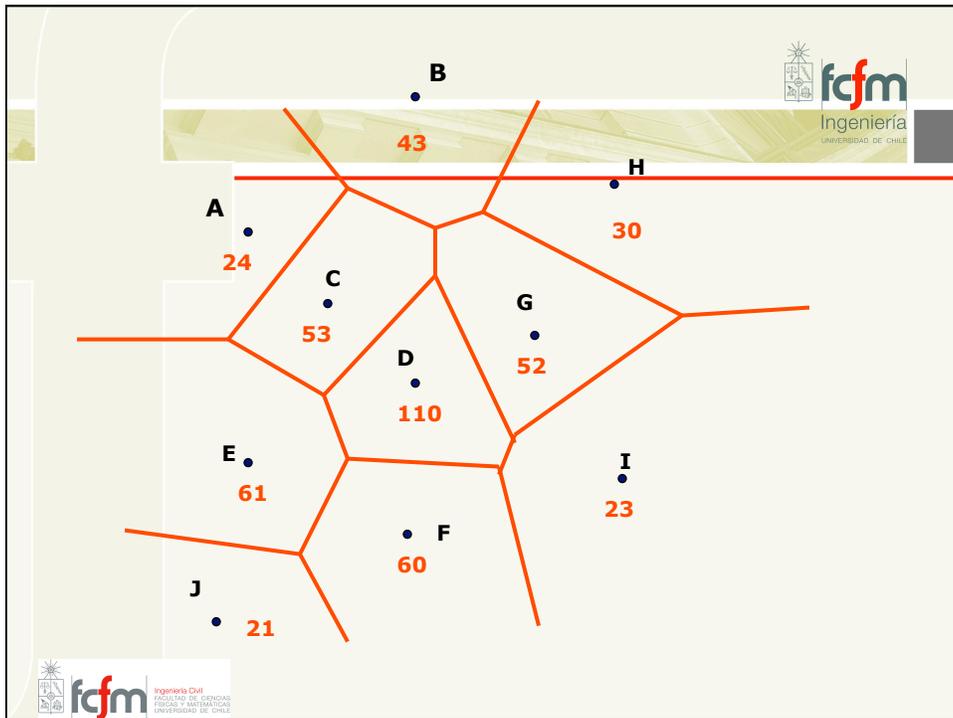
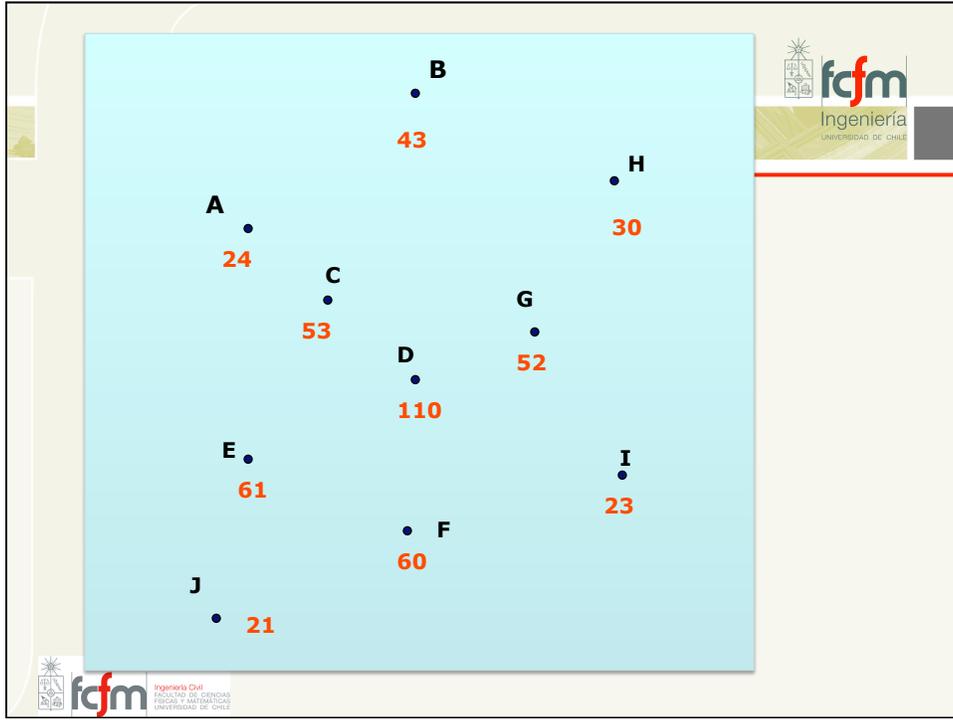


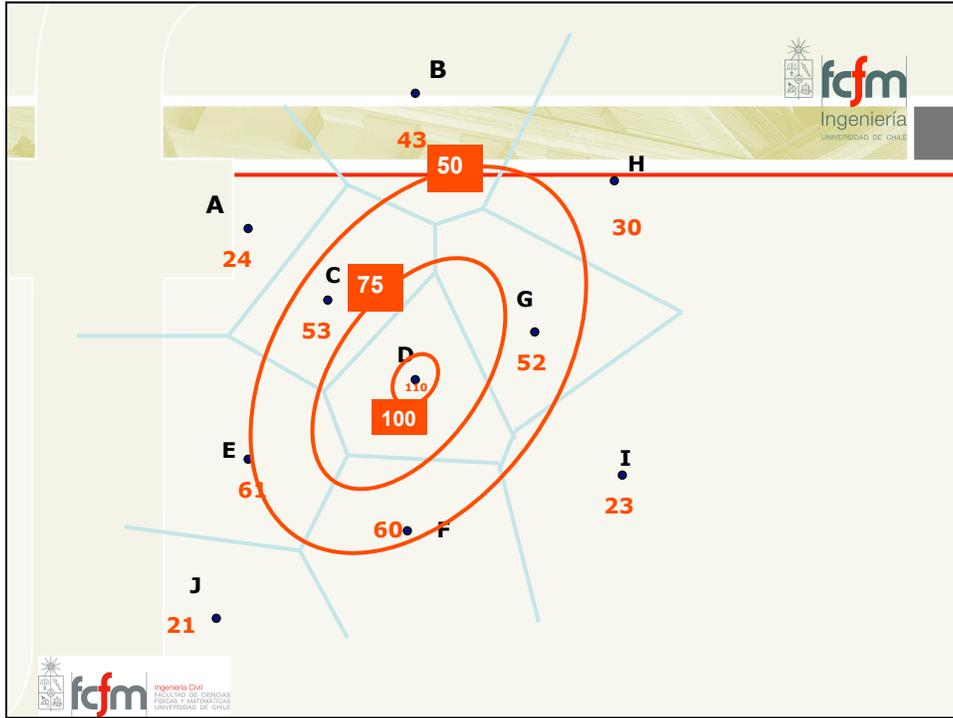
## Curvas PDA



- Requieren de vasta información y proceso de la misma; muchas veces esta información no se encuentra disponible
- Método alternativo de cálculo requiere menos datos, es normalizado y permite comparar resultados para distintas zonas







Se adoptan arbitrariamente como magnitudes de área para el análisis, las encerradas por las isoyetas. Se calcula P en cada área.

Zona	Isoyeta (mm)	Area (Km <sup>2</sup> )	Pmedia (mm)
0		25	110
I	100	90	$(25 \cdot 110 + 65 \cdot 105) / 90 = 106,4$
II	75	1250	$(90 \cdot 106,4 + 1160 \cdot 87,5) / 1250 = 88,9$
III	50	3350	71,8
IV	25	7010	54,9

Estación	Hora			
	6	12	18	24
A	5	15	21	24
B	2	12	35	43
C	10	31	42	53
D	16	43	88	110
E	10	32	52	63
F	9	28	53	60
G	11	34	50	62
H	2	9	20	30
I	4	9	18	23
J	6	13	19	21

Zona	Estación	Descripción	Área (Km2)	Pmedia(m m)	% Área c/estación	P en Intervalo	
						0-6	6-12
	0 D	Pp Acumulada	25	110	100	16,0	
		Incremento Pp				16,0	
		Máxima Pp-Duración	25	110		45,0	

	Área (Km2)	Pmedia(m m)	% Área c/estación	P en Intervalo de tiempo			
				0-6	6-12	12-18	18-24
	25	110	100	16,0	43,0	88,0	110,0
				16,0	27,0	45,0	22,0
ión	25	110		45,0	72,0	94,0	110,0

							
Zona	Estación	Descripción	Área (Km2)	Pmedia(m m)	% Área c/estación	P en Intervalo	
						0-6	6-12
I	D	Pp Acumulada	90	106,4	100	16,0	69,6
		Pp Ajustada				15,5	21,3
		Incremento Pp				15,5	21,3
		Máxima Pp-Duración	90	106,4		43,5	106,4
Zona	Área (Km2)	Pmedia(m m)	% Área c/estación	P en Intervalo de tiempo			
				0-6	6-12	12-18	18-24
Acumulada	90	106,4	100	16,0	43,0	88,0	110,0
Ajustada				15,5	41,6	85,1	106,4
Incremento Pp				15,5	26,1	43,5	21,3
Máxima Pp-Duración	90	106,4		43,5	69,6	90,9	106,4
 <span style="font-size: small;">Ingeniería Civil FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS UNIVERSIDAD DE CHILE</span>							
Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente							

Zona	Estación	Descripción	Área (Km2)	Pmedia(m m)	% Área c/estación	P en Inté		
						0-6	6-12	
II	C	Pp Acumulada	1250	88,9	11,2	1,1	3,5	
	D	multiplicada			56,0	9,0	24,1	
	E	por % área			10,4	1,0	3,1	
	F				11,2	1,1	3,1	
	G				11,2	1,2	3,8	
			Pp Acumulada pond.			100	13,4	37,6
			Pp Ajustada				13,6	38,2
			Incremento Pp				13,6	24,6
		Máxima Pp-Duración	1250	88,9		33,8	58,4	
	Área (Km2)	Pmedia(m m)	% Área c/estación	P en Intervalo de tiempo				
				0-6	6-12	12-18	18-24	
	1250	88,9	11,2	1,1	3,5	4,7	5,9	
			56,0	9,0	24,1	49,3	61,5	
			10,4	1,0	3,1	5,4	6,6	
			11,2	1,1	3,1	5,9	6,7	
			11,2	1,2	3,8	5,6	6,9	
		pond.	100	13,4	37,6	71,0	87,7	
				13,6	38,2	72,0	88,9	
				13,6	24,6	33,8	16,9	
	1250	88,9		33,8	58,4	75,3	88,9	

Zona	Estación	Descripción	Área (Km2)	Pmedia(m)	% Área c/estación	P en Intervalo de tiempo			
						0-6	6-12	12-18	18-24
						0	D	Pp Acumulada	25
		Incremento Pp				16,0	27,0	45,0	22,0
		Máxima Pp-Duración	25	110		45,0	72,0	94,0	110,0
I	D	Pp Acumulada	90	106,4	100	16,0	43,0	88,0	110,0
		Pp Ajustada				15,5	41,6	85,1	106,4
		Incremento Pp				15,5	26,1	43,5	21,3
		Máxima Pp-Duración	90	106,4		43,5	69,6	90,9	106,4
II	C	Pp Acumulada	1250	88,9	11,2	1,1	3,5	4,7	5,9
	D	multiplicada			56,0	9,0	4,1	49,3	61,5
	E	por % área			10,4	1,0	3,1	5,4	6,6
	F				11,2	1,1	3,1	5,9	6,7
	G				11,2	1,2	3,8	5,6	6,9
		Pp Acumulada pond.			100	13,4	17,6	71,0	87,7
		Pp Ajustada				13,6	17,9	72,0	88,9
		Incremento Pp				13,6	4,3	54,1	16,9
		Máxima Pp-Duración	1250	88,9		54,1	71,0	75,3	88,9

