



fcfm
Ingeniería
UNIVERSIDAD DE CHILE

CI41-C

Precipitación

James McPhee

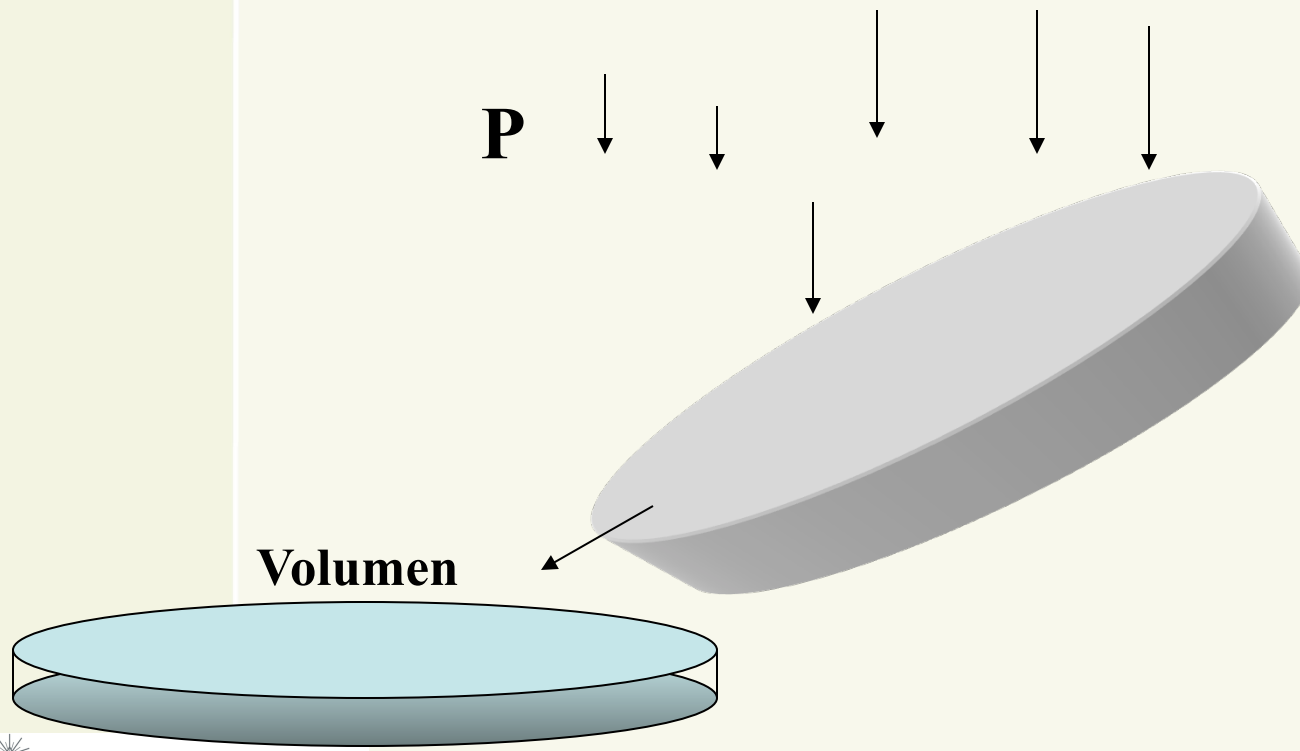
Departamento de Ingeniería Civil
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

Definiciones

- Precipitación: aguas meteóricas que provienen de la humedad atmosférica y que caen sobre la superficie de la tierra. Incluye: lluvia, granizos, nieve y rocío (vapor condensado directamente sobre superficies frías).
- Antes de caer al suelo: METEOROLOGÍA
- Después de caer al suelo: HIDROLOGÍA

Definiciones

- Unidad básica: profundidad de lámina de agua
 - SI -> 1 mm.
 - USA -> 1 plg.

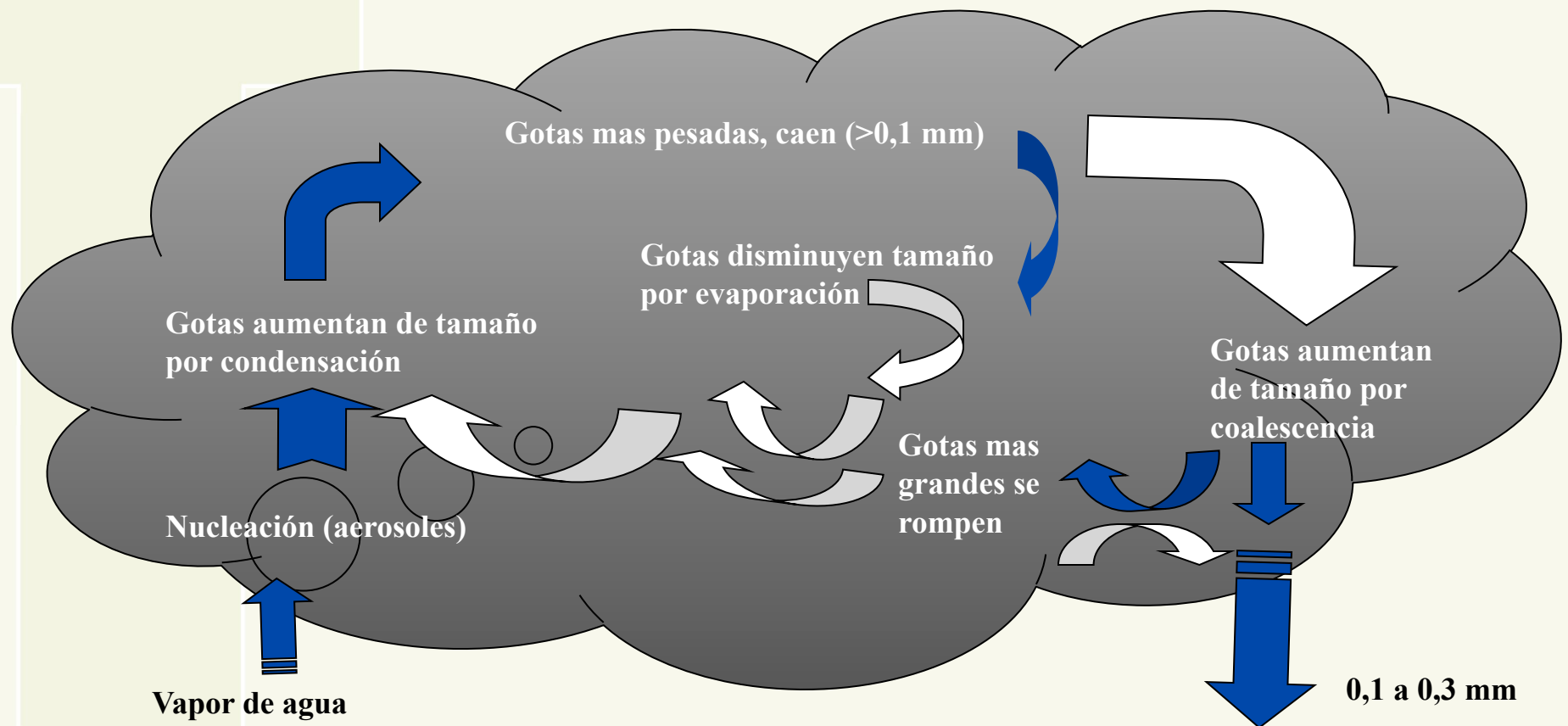


Contenidos

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



Origen: mecanismo de formación de gotas

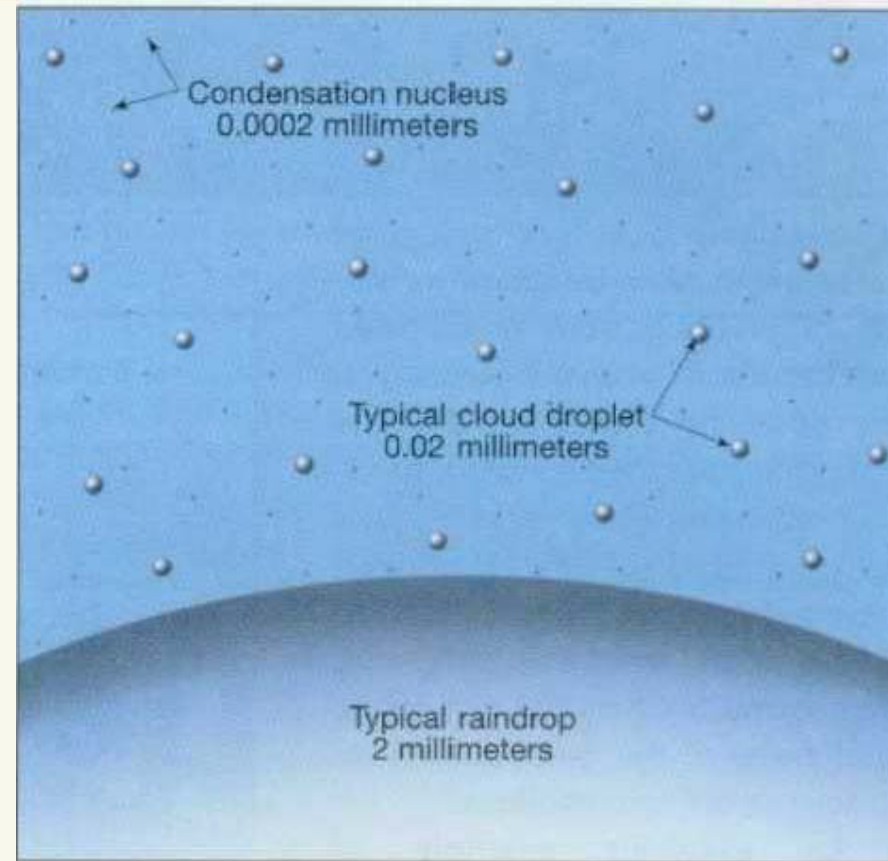


Condensación

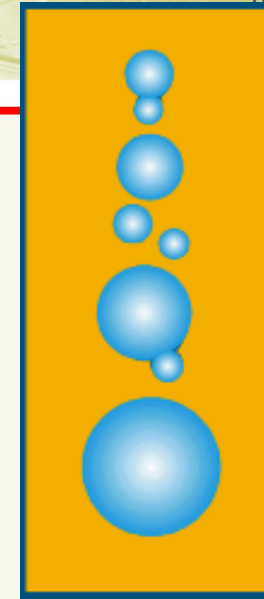
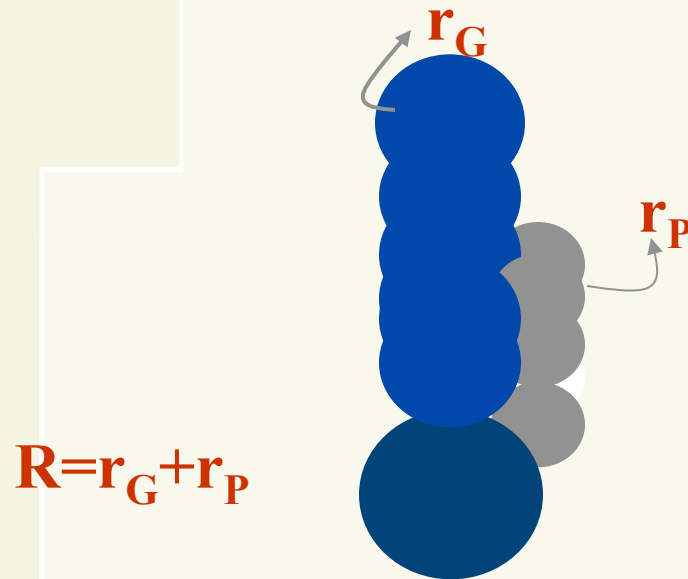
- Presión de vapor (p_v): Capacidad del aire para contener *vapor de agua*
- *Teoría de Bergeron:*
 - Si nube tiene mezcla de cristales de hielo y gotas de agua, éstas tenderán a evaporarse. Simultáneamente habrá condensación en torno a partículas de hielo ($p_{v_{hielo}} < p_{v_{agua}}$) y el aire húmedo en la nube tendrá una presión de vapor p_v intermedia.

Coalescencia

- atracción electrostática
- efectos de inducción por campo magnético terrestre
- atracción hidrodinámica
- microturbulencia o un mecanismo de colisión
- arrastre de otras partículas de agua que caen



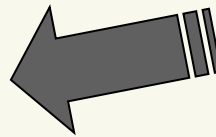
Coalescencia: eficiencia de colección



$$E = R^2 / r_G^2$$

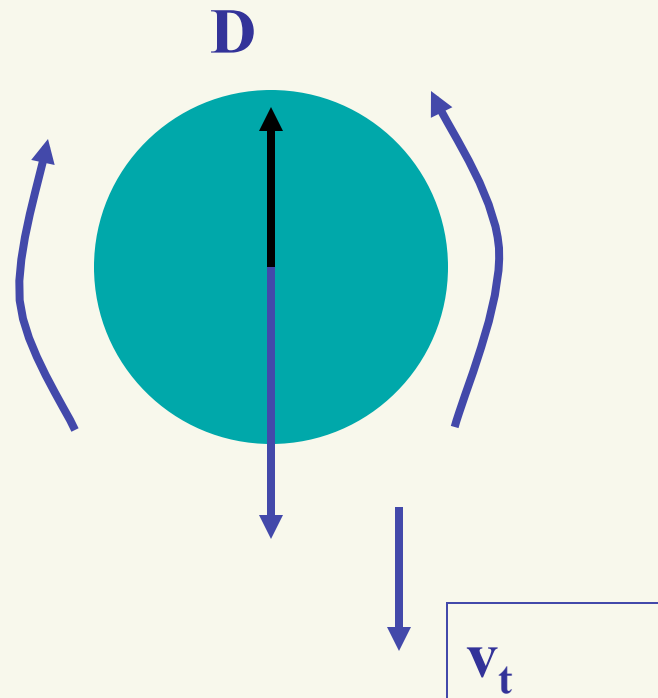
máx. eficiencia $r_P / r_G > 0,6$

$$E = 0$$



r_G pequeño ($< 20\text{mm}$) y $r_P / r_G < 0,3$
 $r_G \sim r_P < 30\text{mm}$

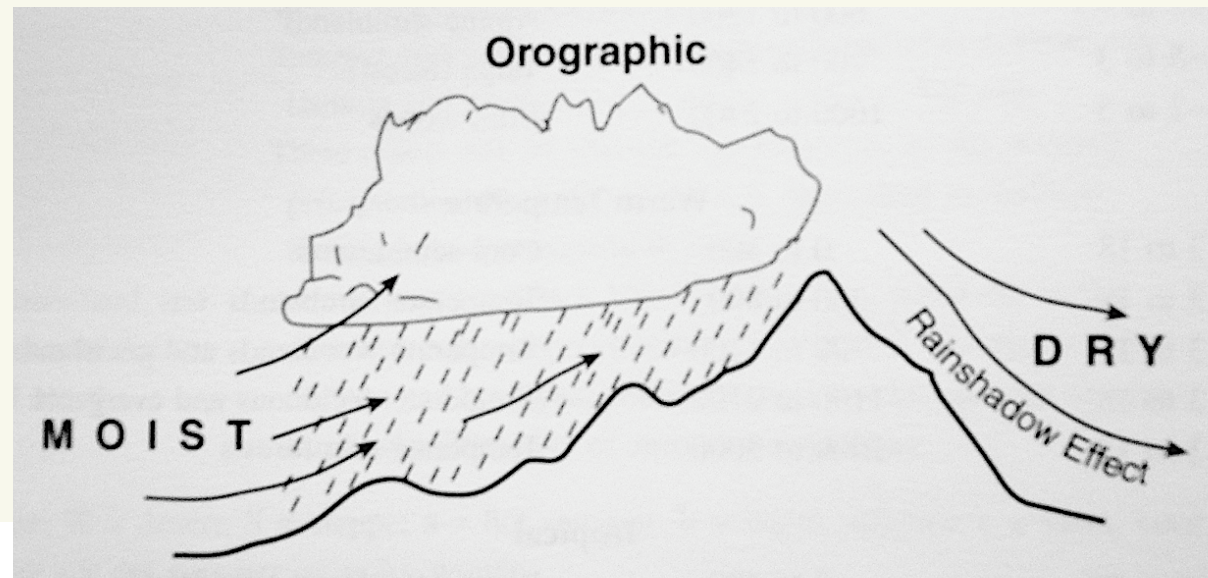
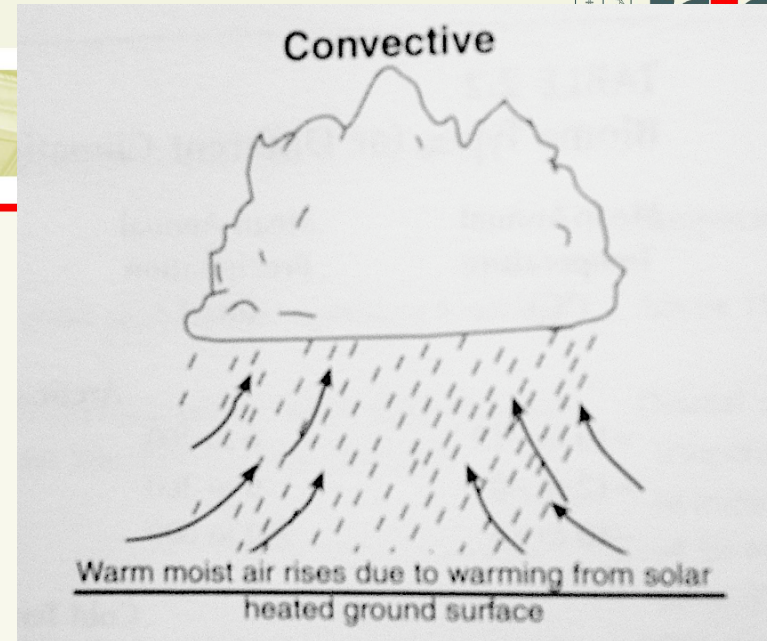
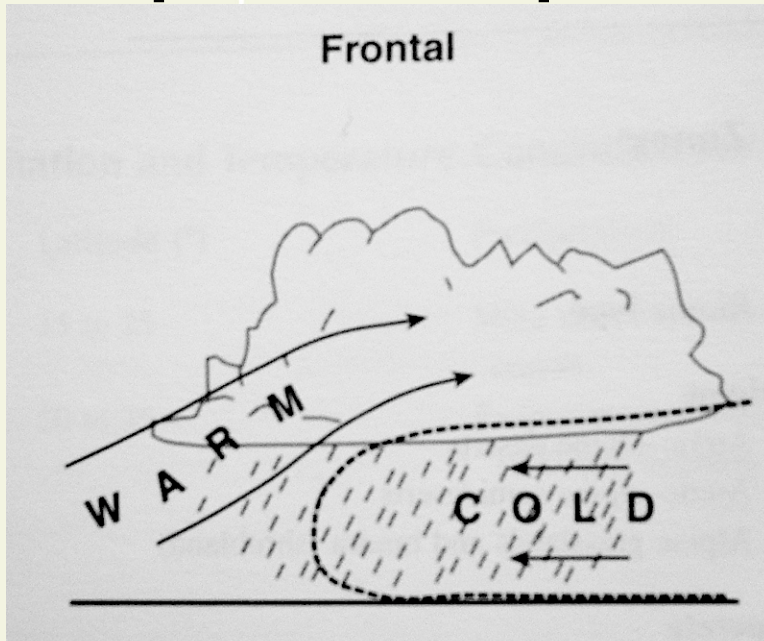
propiedades microfísicas



resumen

Tipo PP	i (mm/hr)	D medio (mm)	$v_T(D \text{ medio})$ (m/s)
rocío			
escarcha			
chubasco (neblina o garúa)			
Lluvia Ligera	1-5	0,45	2,0
Lluvia fuerte	15-20	1,5	5,5
nieve			
granizo		5	
Tempestad	100	3,0	8,0

tipos de precipitación



tipos de precipitación

- Dado que los frentes fríos se mueven más rápidamente que los frentes calientes, las masas de aire caliente ascienden también más rápido lo que origina precipitaciones de mayor intensidad en el caso del frente frío.
- Las precipitaciones ciclónicas también se asocian a zonas de baja presión cuando no existen movimientos frontales.

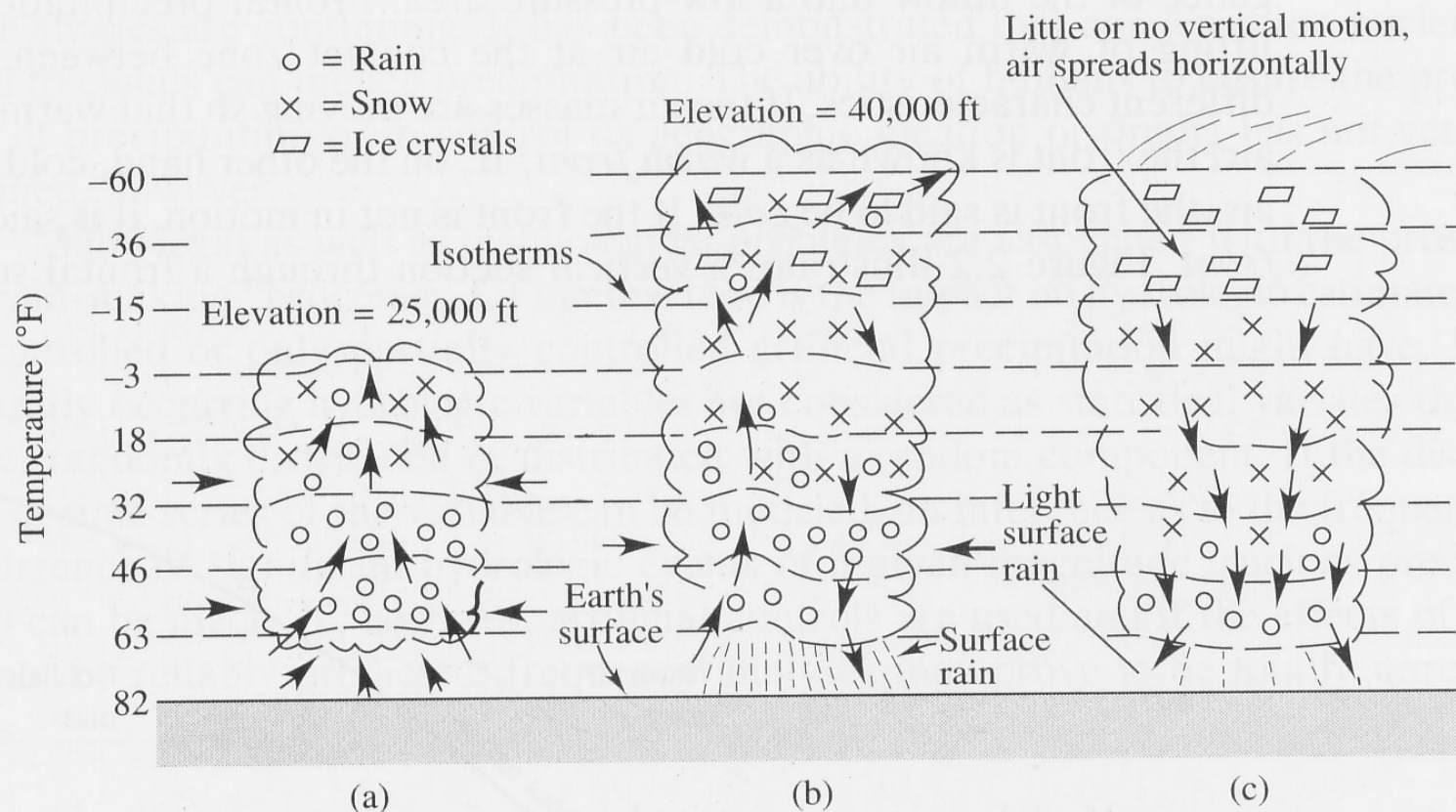


Figure 2.3 Cumulus, mature, and dissipating stages of a thunderstorm cell. (Department of the Army.)

Variabilidad de precipitación en el espacio

- Precipitación aumenta con la altura

$$P = Kz + K'$$

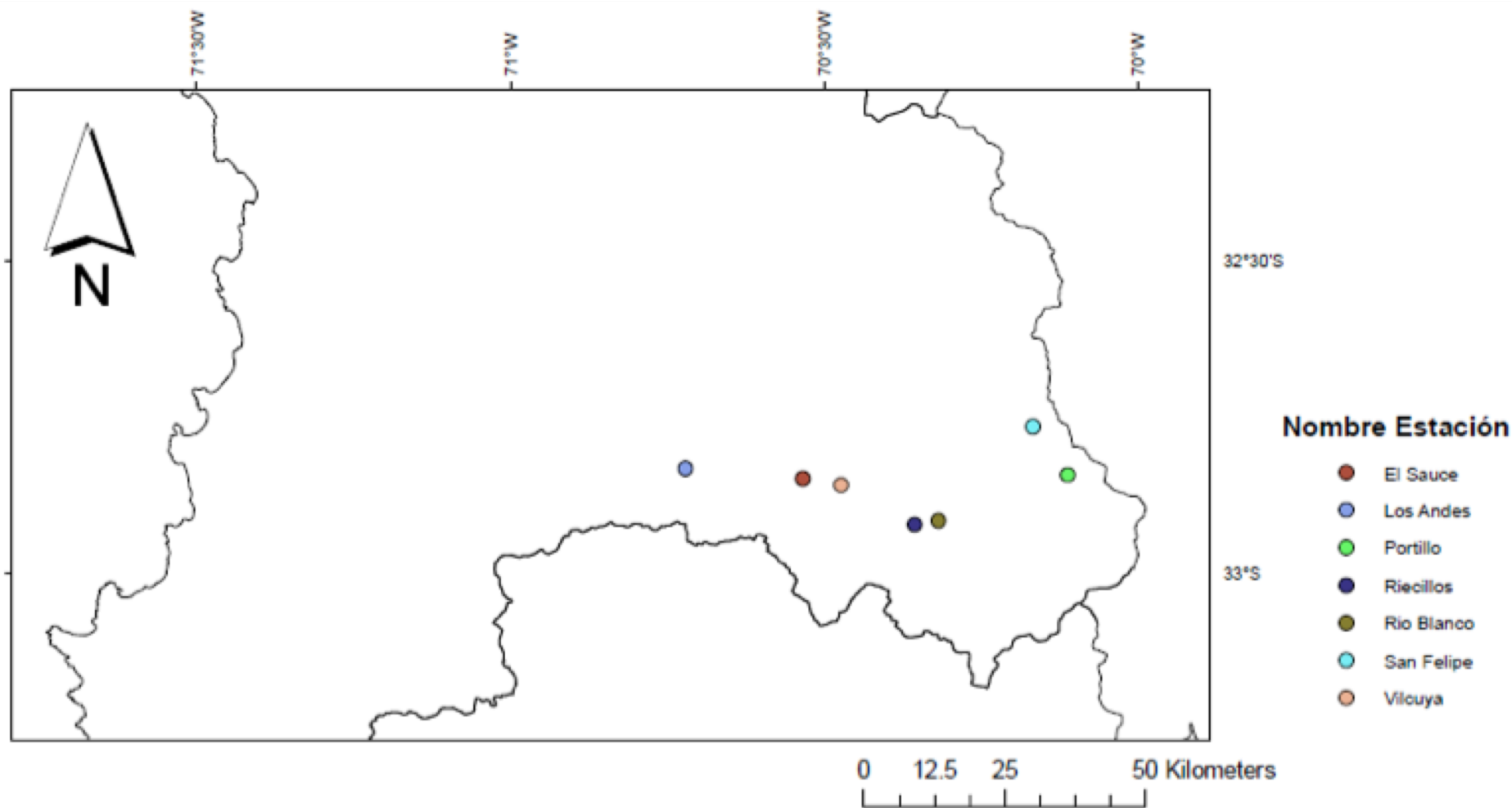
- Distancia a fuentes de humedad

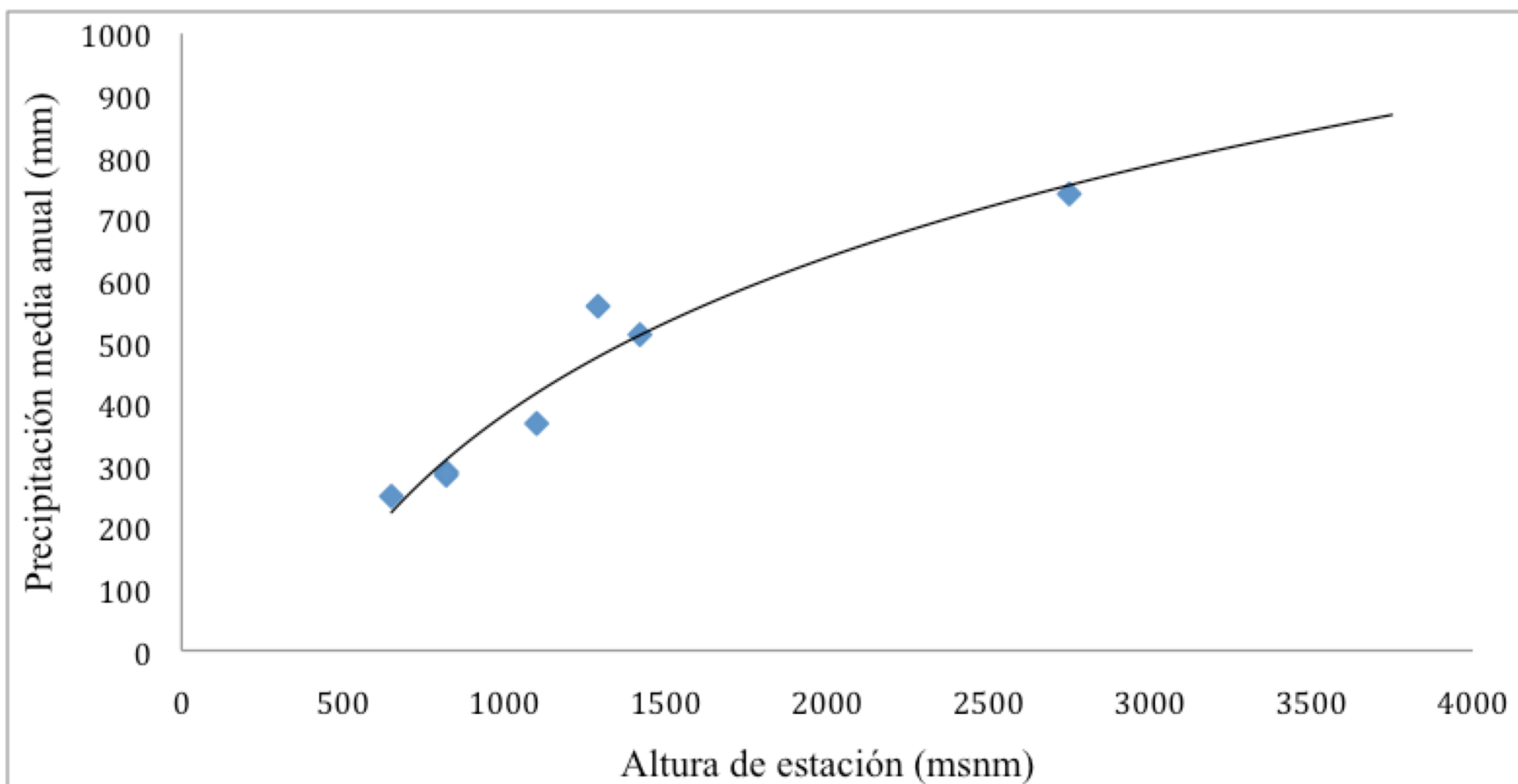
$$P = \lambda e^{-\mu D^2}$$



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE





Variabilidad de precipitación en el tiempo



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

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)	

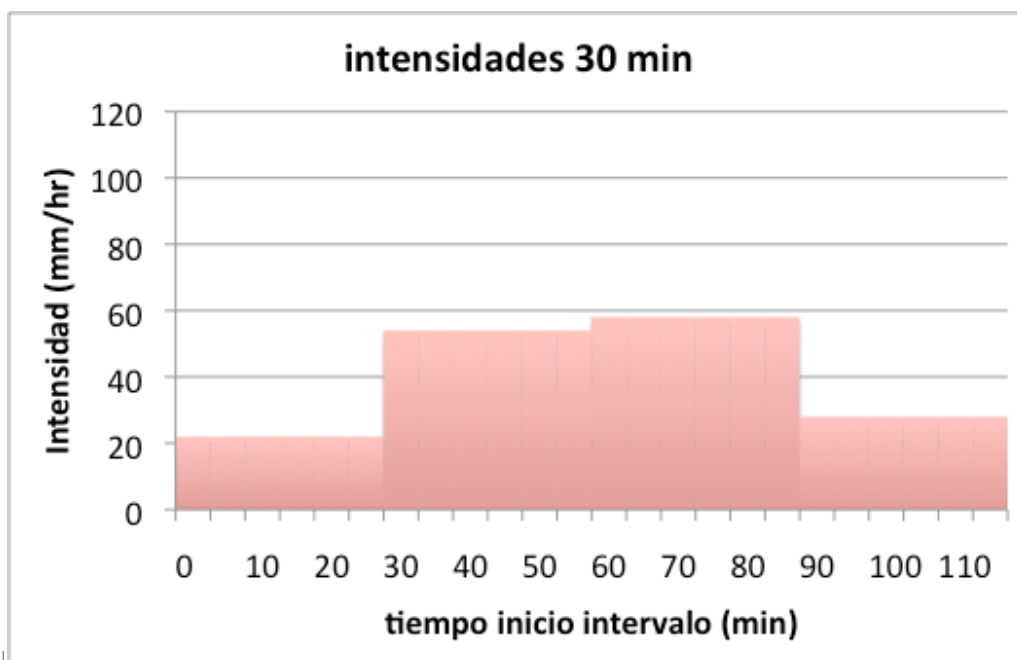
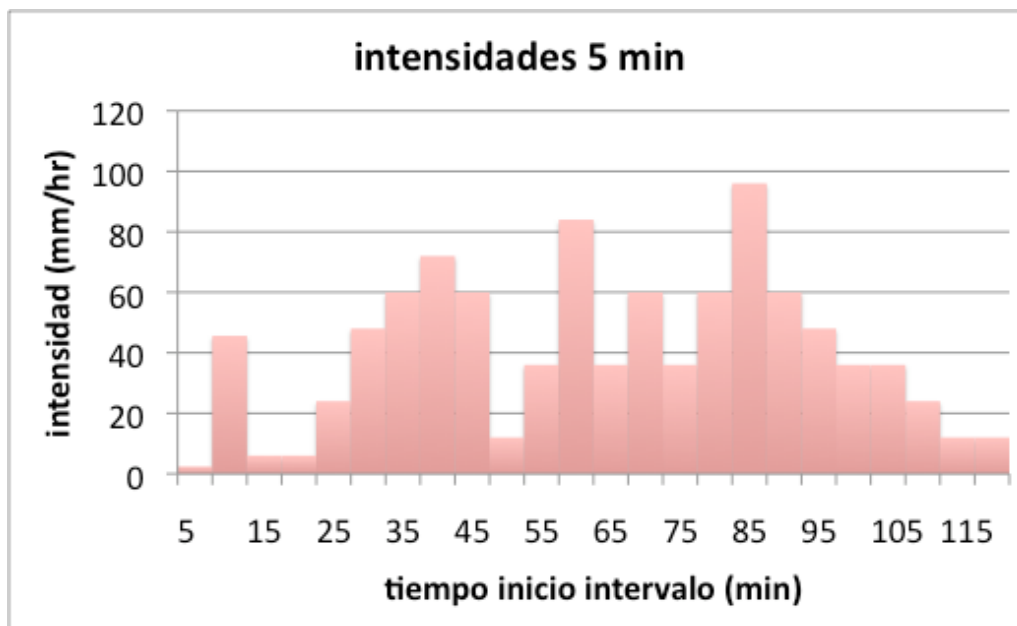


Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

[illegible]

Tiempo	Lluvia acumulada	Lluvia caída a intervalos de			
hrs	mm	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





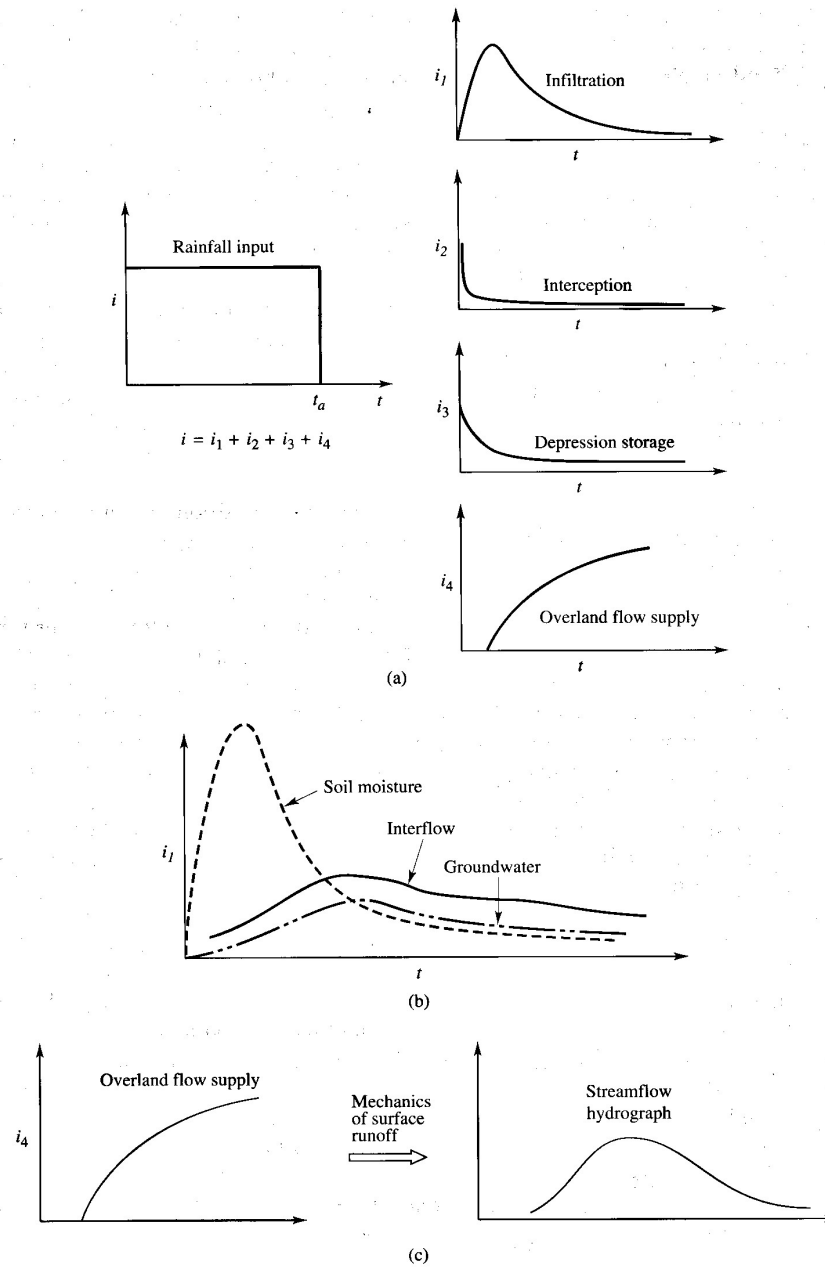


Figure 2.7 The runoff process: (a) disposition of precipitation, (b) components of infiltration, and (c) disposition of overland flow supply.