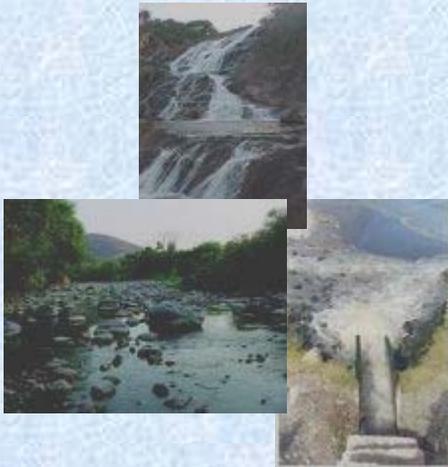




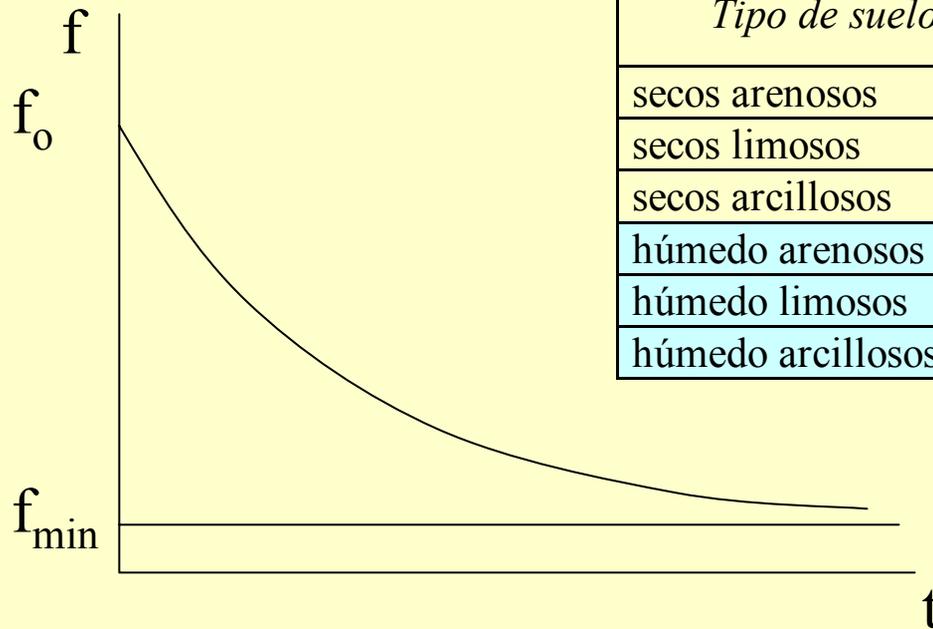
**POLITÉCNICA**

# **ESTIMACIÓN DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL**



**JOSÉ CARLOS ROBREDO SÁNCHEZ**  
*PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD*  
*UNIDAD DOCENTE DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA*  
*DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA FORESTAL*  
E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

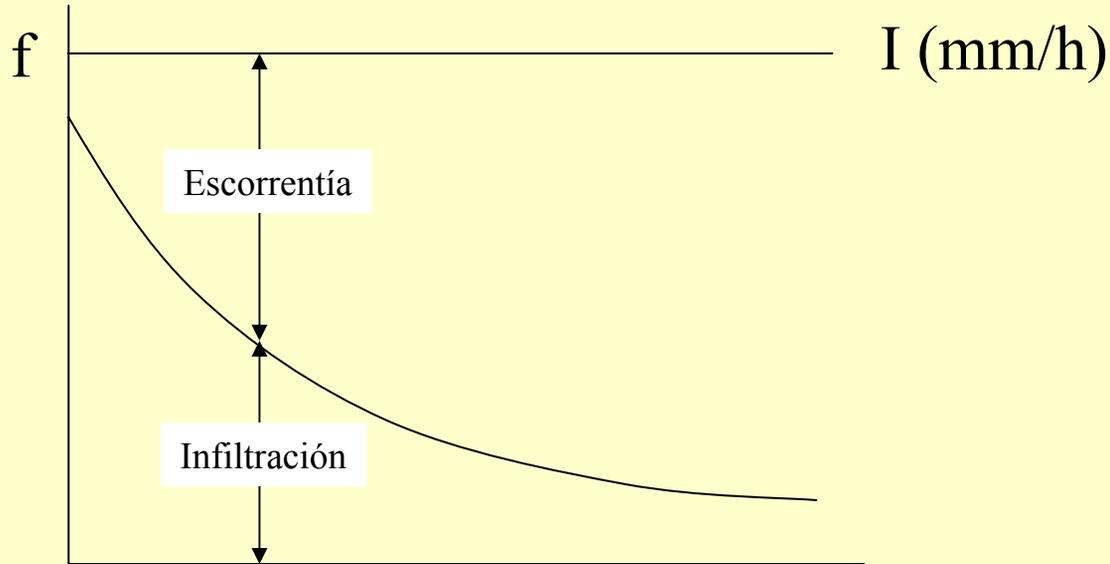
# ESTIMACIÓN DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL GENERADORA DE CAUDALES DE AVENIDA



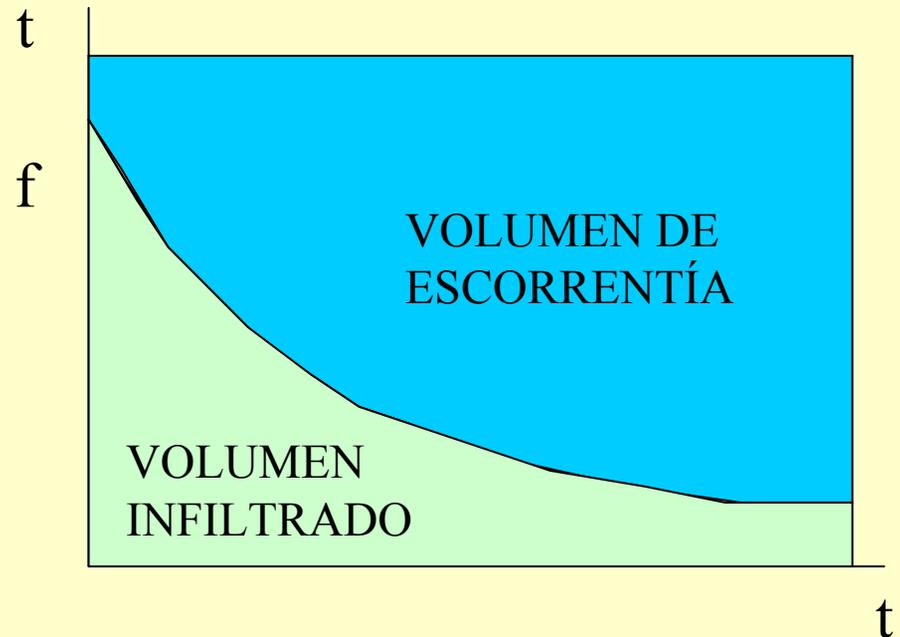
<i>Tipo de suelo</i>	$f_{\max}$ (cm/h)	
	<i>poca vegetación</i>	<i>vegetación densa</i>
secos arenosos	12.7	25.4
secos limosos	7.6	15.2
secos arcillosos	2.5	5.0
húmedo arenosos	4.2	8.5
húmedo limosos	2.5	5.0
húmedo arcillosos	0.8	3.6

Clase de Suelo	$f_{\min}$ (cm/h)
A	1.143 - 0.762
B	0.762 - 0.381
C	0.381 - 0.127
D	0.127 - 0.000

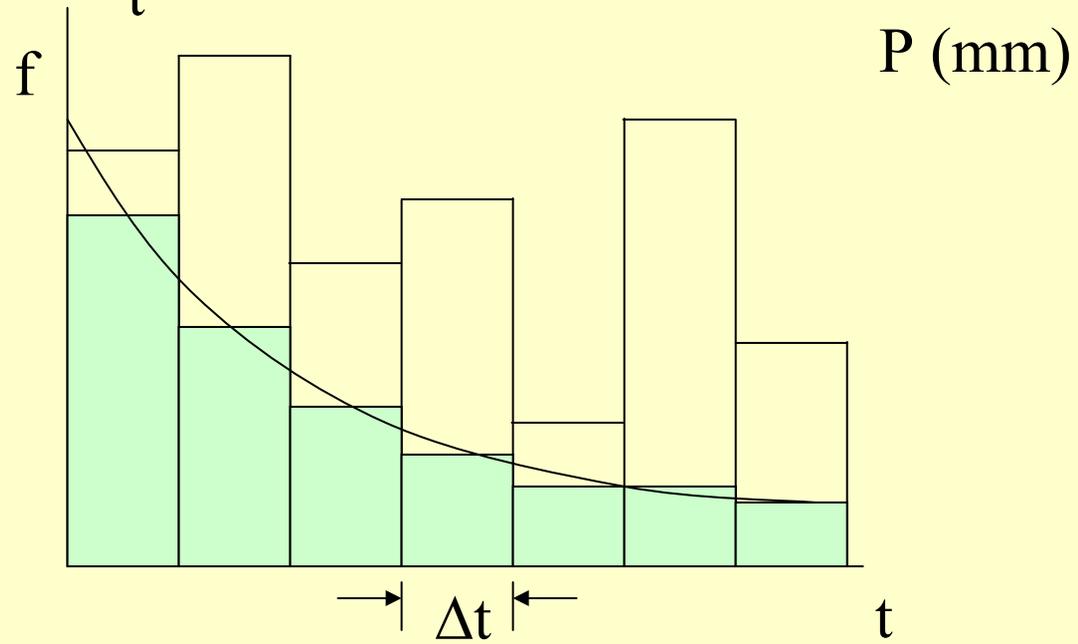
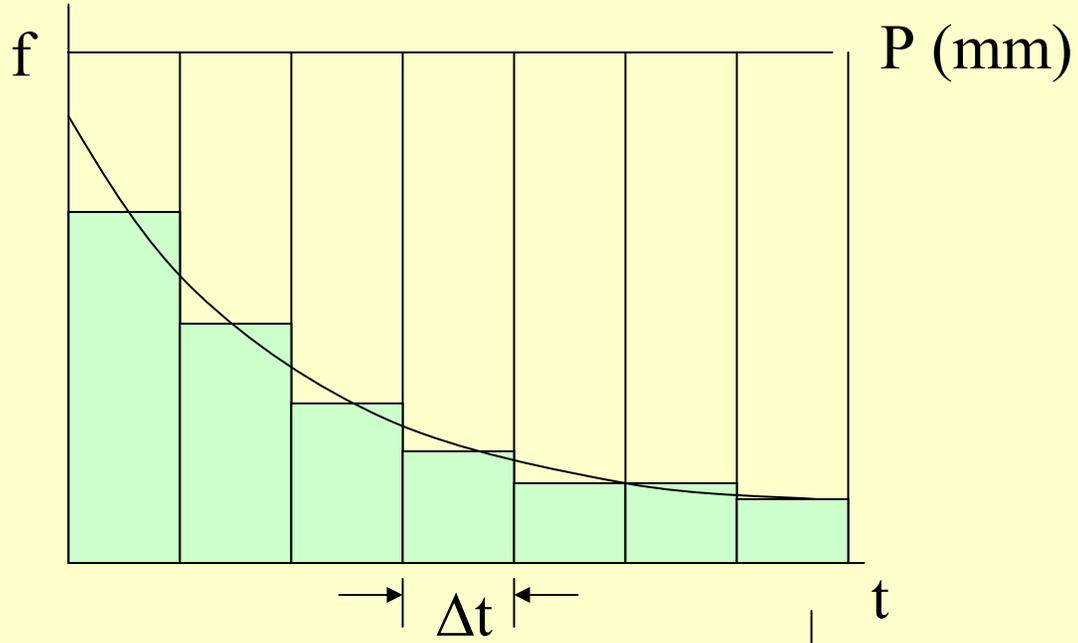
mm/h

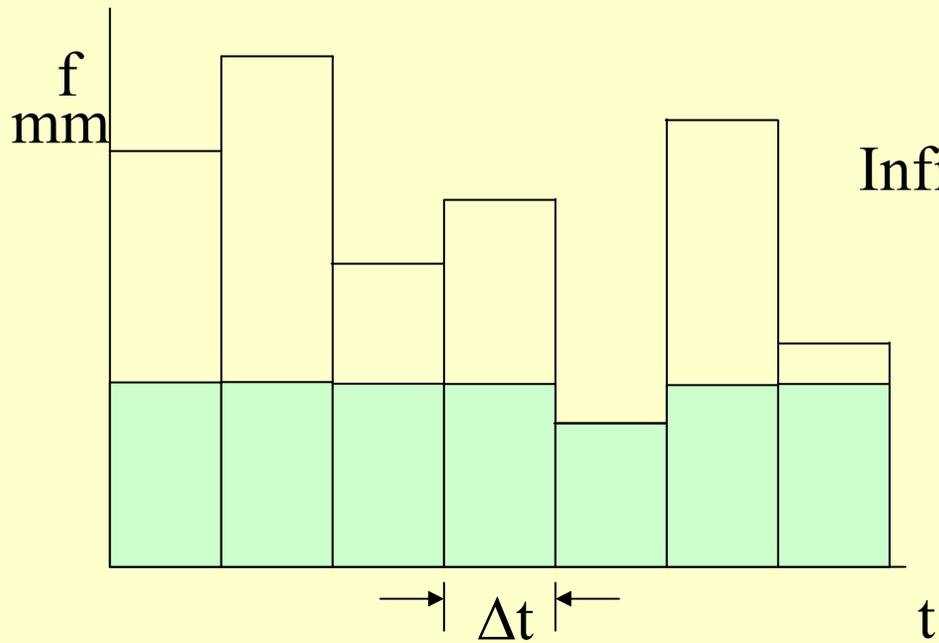


CÁLCULO DE LA  
VELOCIDAD DE  
INFILTRACIÓN

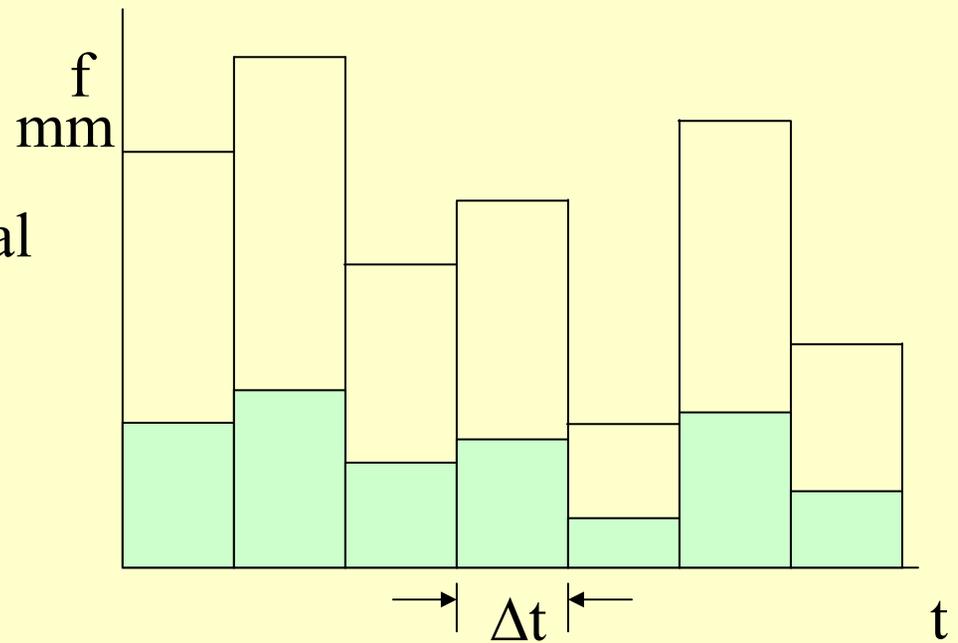


mm





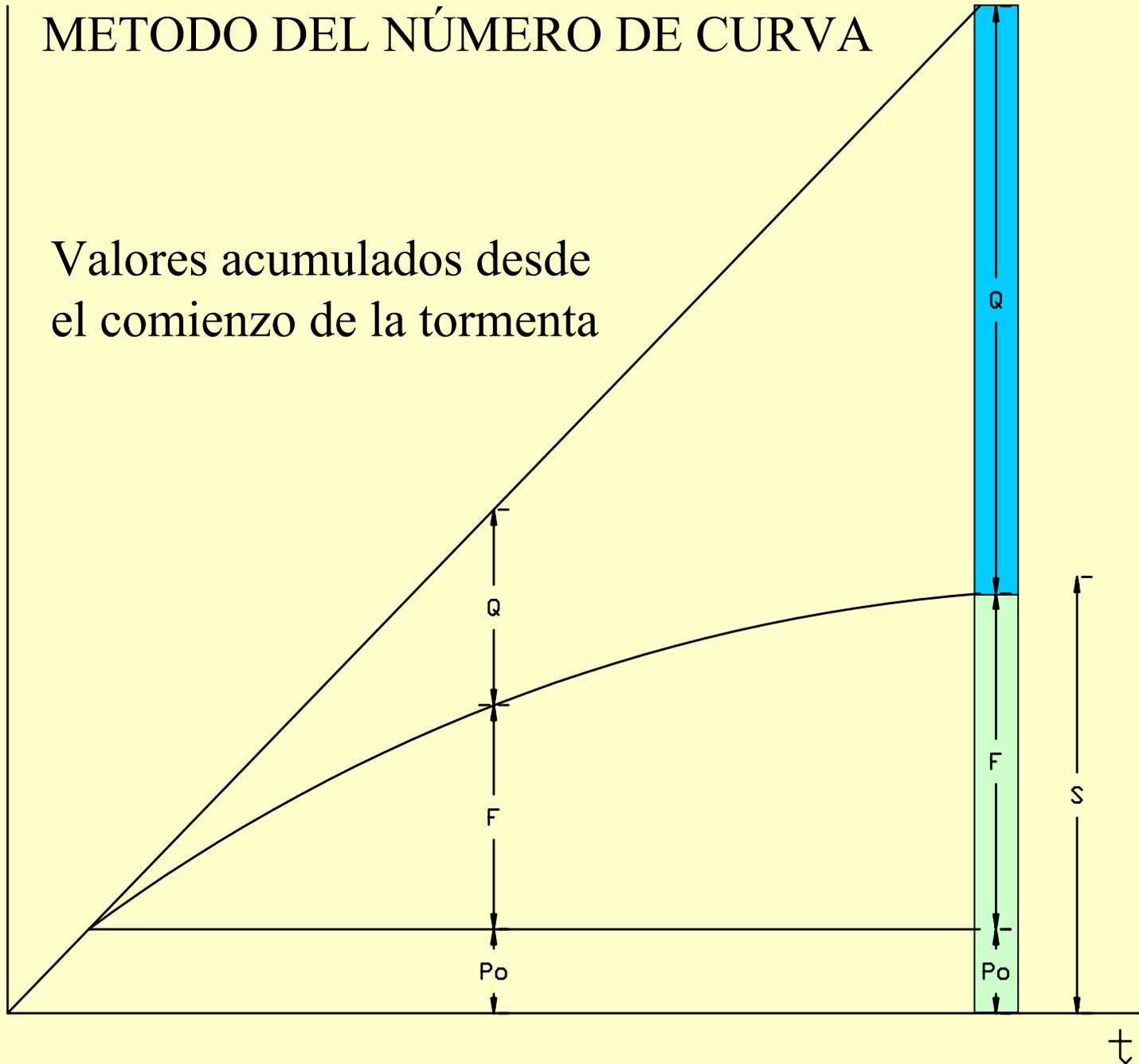
Infiltración proporcional  
(Coef. de escorrentía)



P

# METODO DEL NÚMERO DE CURVA

Valores acumulados desde el comienzo de la tormenta



$$F = P - P_0 - Q$$

$$P_e = P - P_0$$

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P_e}$$

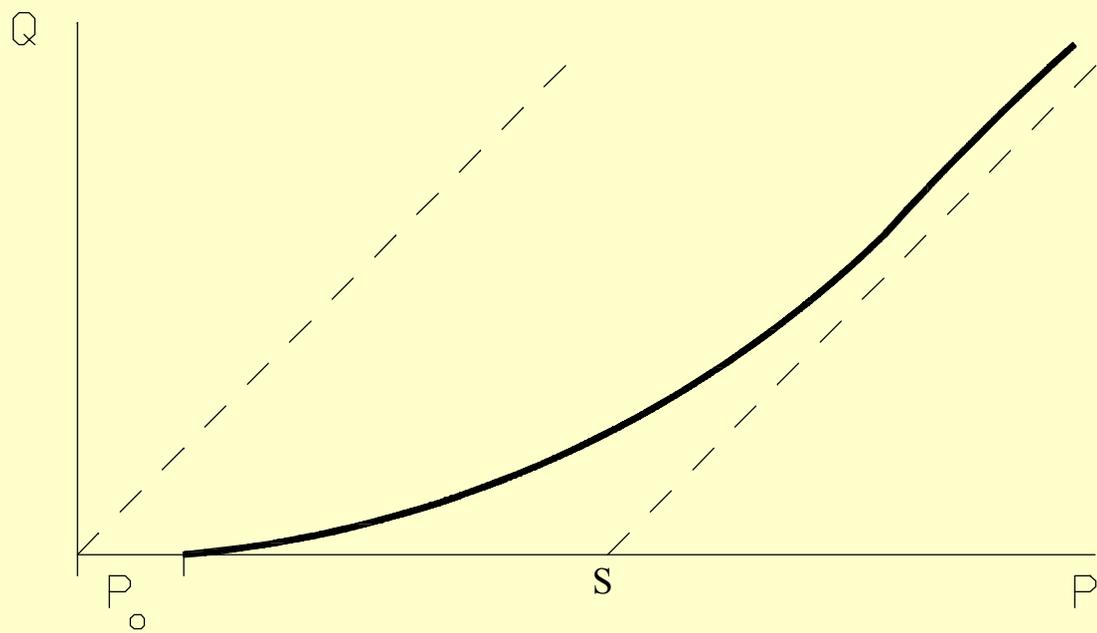
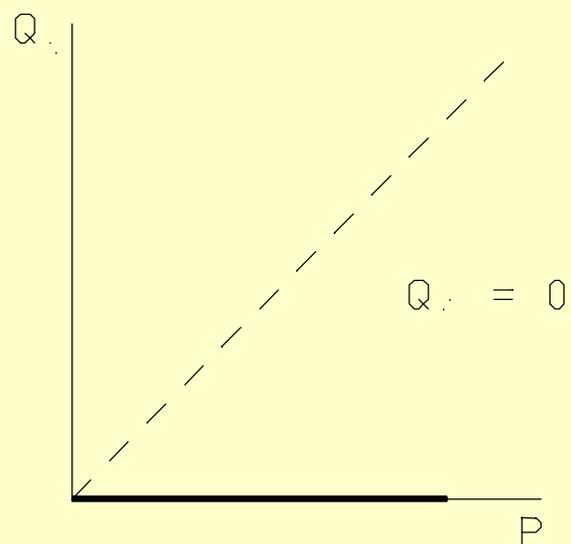
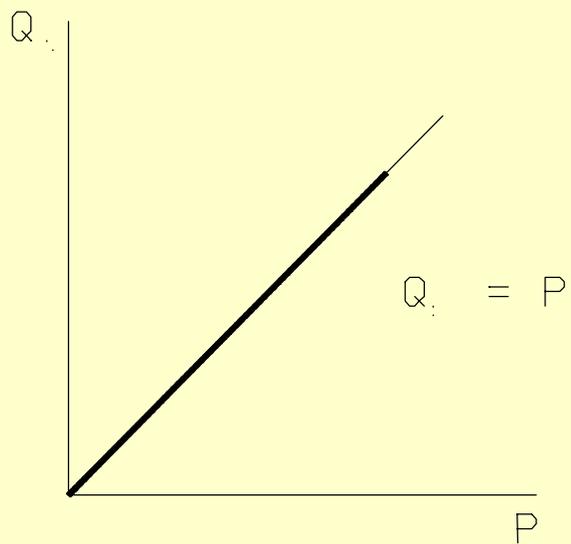
$$\frac{P - P_0 - Q}{S} = \frac{Q}{P - P_0}$$

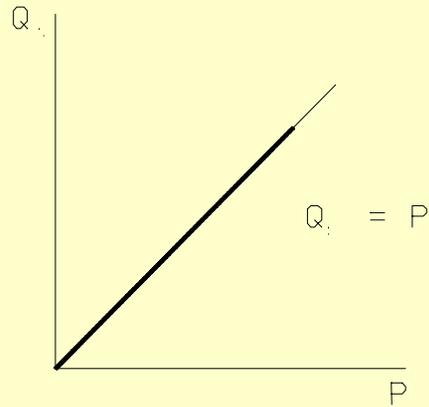
$$Q = \frac{(P - P_0)^2}{P - P_0 + S}$$

$$Q = f(P)$$

$$P_0 = 0.2 \cdot S$$

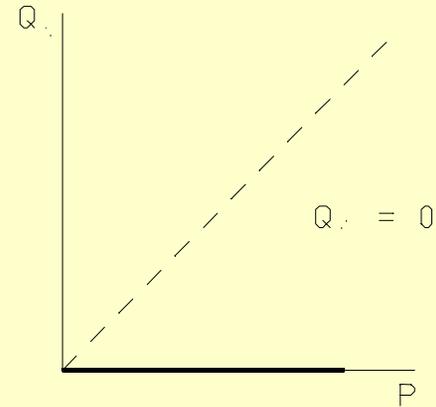
$$Q = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S}$$





$$NC = 100$$

$$S = 0$$



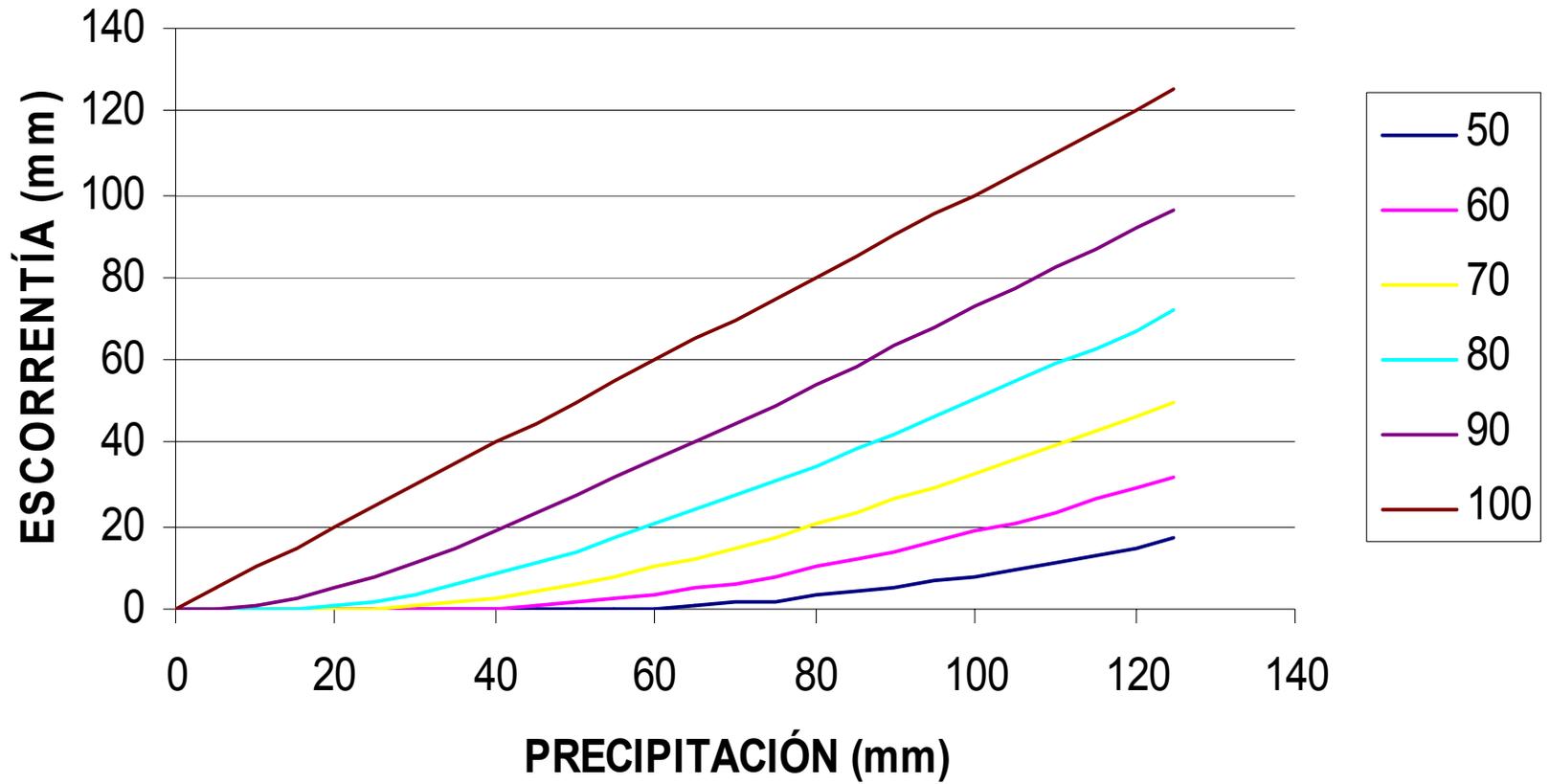
$$NC = 0$$

$$S = \infty$$

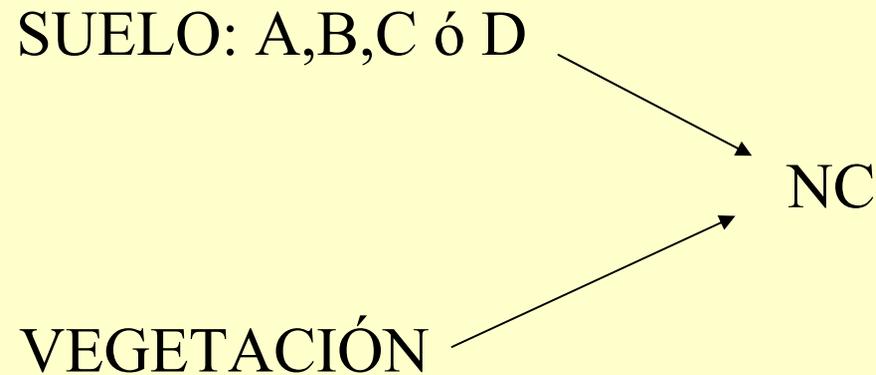
$$S = \frac{1000}{NC} - 10 \quad (\text{pulgadas}) \quad \left( NC = \frac{1000}{S + 10} \right)$$

$$S = \left( \frac{1000}{NC} - 10 \right) \cdot 25.4 = \frac{25400}{NC} - 254 \quad (\text{mm})$$

## RELACIÓN P-Q PARA DISTINTOS NC



A cada tipo de complejo suelo-vegetación se le asigna un valor, llamado Número de Curva o Número Hidrológico, que define sus condiciones hidrológicas



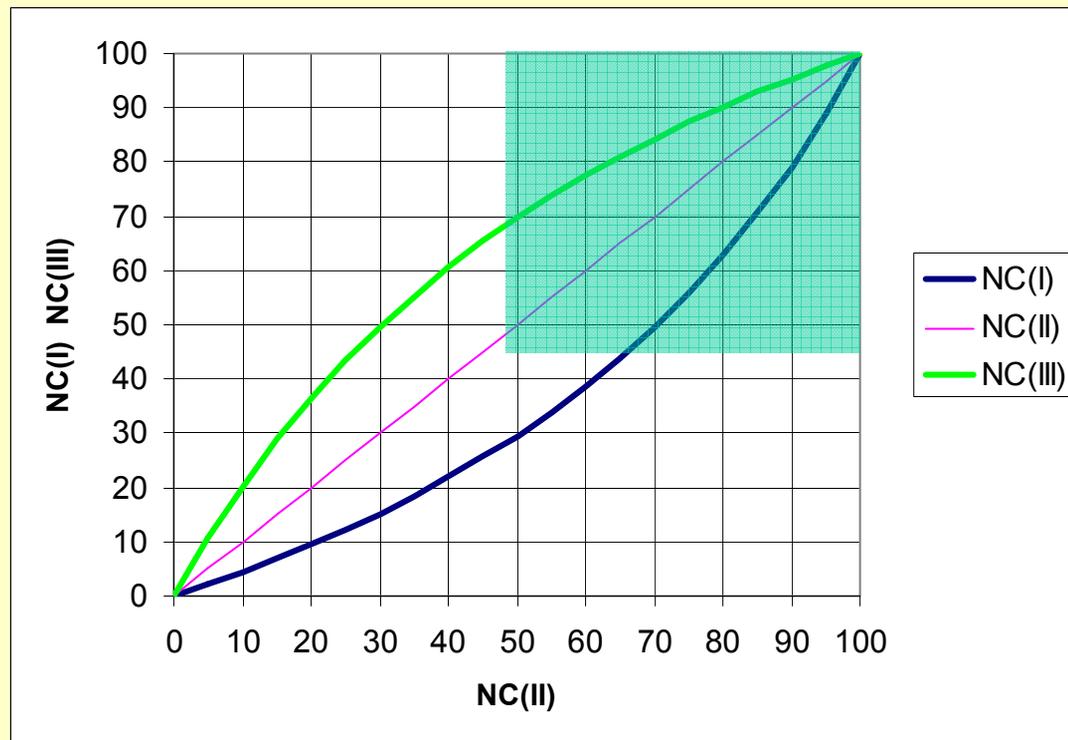
NÚMEROS DE CURVA  
 PARA LAS  
 DIFERENTES  
 CONDICIONES SUELO-  
 VEGETACIÓN  
 (Condición II de  
 humedad  
 precedente)

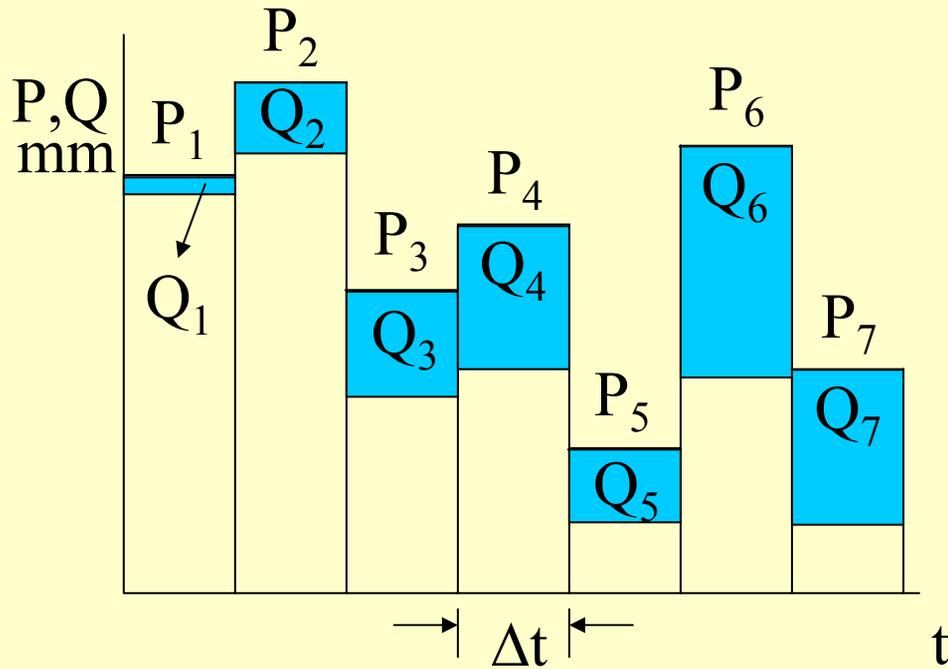
Cubierta del suelo			Grupos hidrológicos del suelo			
Clase	Laboreo	Condiciones para la infiltración	A	B	C	D
Barbecho	---	---	77	86	91	94
Cultivos alineados	R	Pobres	72	81	88	91
	R	Buenas	67	78	85	89
	C	Pobres	70	79	84	88
	C	Buenas	65	75	82	86
	C-T	Pobres	66	74	80	82
	C-T	Buenas	62	71	78	81
Cultivos no alineados o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobres	65	76	84	88
	R	Buenas	63	75	83	87
	C	Pobres	63	74	82	85
	C	Buenas	61	73	81	84
	C-T	Pobres	61	72	79	82
	C-T	Buenas	59	70	78	81
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternativa	R	Pobres	66	77	84	88
	R	Buenas	58	72	81	85
	C	Pobres	64	75	83	85
	C	Buenas	55	69	78	83
	C-T	Pobres	63	73	80	83
	C-T	Buenas	51	67	76	80
Pastizales (pastos naturales)	---	Pobres	68	79	86	89
	---	Regulares	49	69	79	84
	---	Buenas	39	61	74	80
	C	Pobres	47	67	81	88
	C	Regulares	25	59	75	83
	C	Buenas	6	35	70	79
Prados permanentes	---	---	30	58	71	78
Montes con pastos (ganadero-forestal)	---	Pobres	45	66	77	83
	---	Regulares	36	60	73	79
	---	Buenas	25	55	70	77
Bosques (forestal)	---	Muy pobres	56	75	86	91
	---	Pobres	46	68	78	84
	---	Regulares	36	60	70	76
	---	Buenas	26	52	63	69
	---	Muy buenas	15	44	54	61
Caseríos	---	---	59	74	82	86
Caminos en tierra	---	---	72	82	87	89
Caminos en firme	---	---	74	84	90	92

CONDICIÓN DE HUMEDAD PRECEDENTE		
Condición	Lluvia total durante los cinco días anteriores (mm)	
	Período húmedo: Oct-Mar	Período seco: Abr-Sep
I	<i>Menos de 12.5</i>	<i>Menos de 35.5</i>
II	<i>De 12.5 a 28.0</i>	<i>De 35.5 a 53.0</i>
III	<i>Más de 28.0</i>	<i>Más de 53.0</i>

$$NC(I) = \frac{4.2 \cdot NC(II)}{10 - 0.058 \cdot NC(II)}$$

$$NC(III) = \frac{23 \cdot NC(II)}{10 + 0.13 \cdot NC(II)}$$





$$Q_i = 0 \quad ; \quad Pacum_i < Po$$

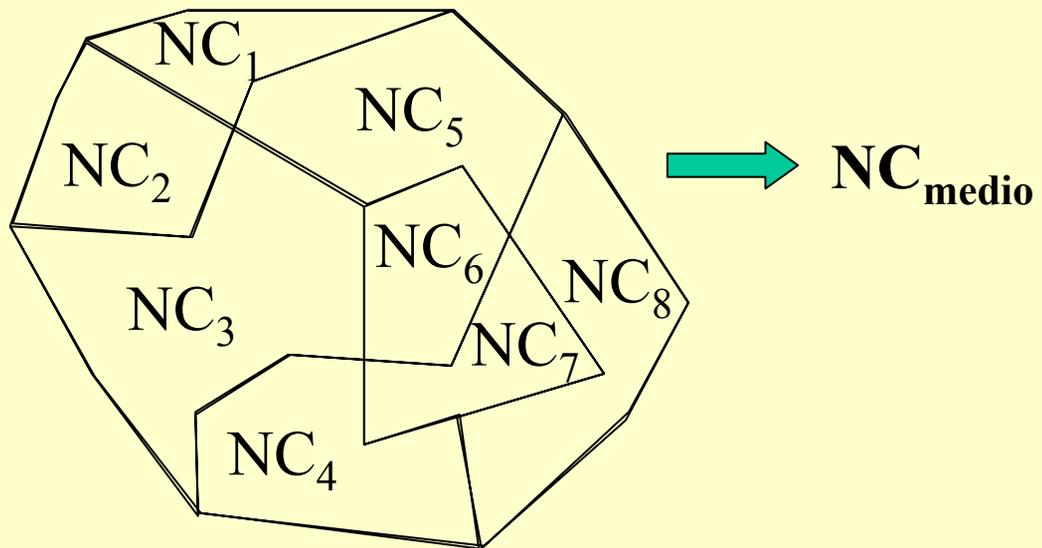
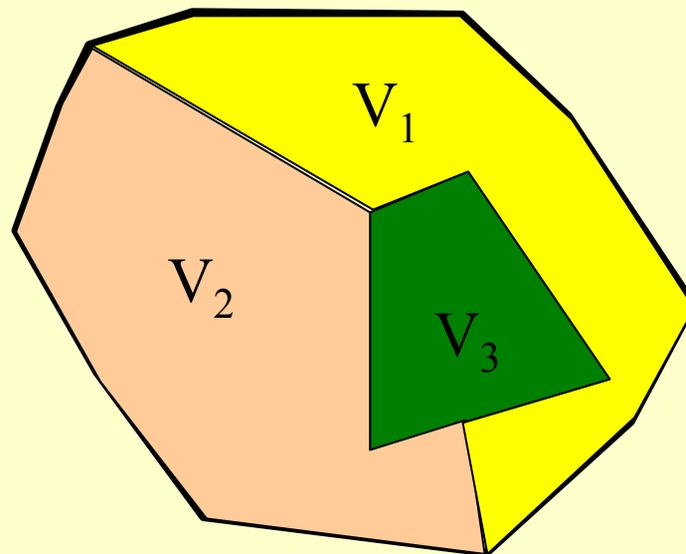
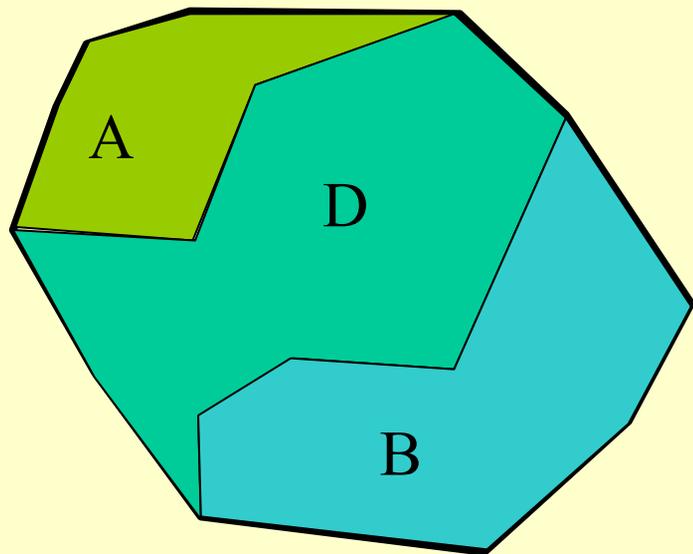
$$Q_i = \frac{(Pacum_i - 0.2 \cdot S)^2}{Pacum_i + 0.8 \cdot S} - Qacum_{i-1}$$

intervalo	P	Pacum	Qacum	Q
1	$P_1$	$P_1$	$Qacum_1$	$Q_1$
2	$P_2$	$P_{1+2}$	$Qacum_2$	$Q_2$
3	$P_3$	$P_{1+2+3}$	$Qacum_3$	$Q_3$
4	$P_4$	$P_{1+2+3+4}$	$Qacum_4$	$Q_4$
5	$P_5$	$P_{1+2+3+4+5}$	$Qacum_5 = Q_{1+2+3+4+5}$	$Q_5 = Qacum_5 - Qacum_4$
6	$P_6$	$P_{1+2+3+4+5+6}$	$Qacum_6$	$Q_6$
7	$P_7$	$P_{1+2+3+4+5+6+7}$	$Qacum_7$	$Q_7$

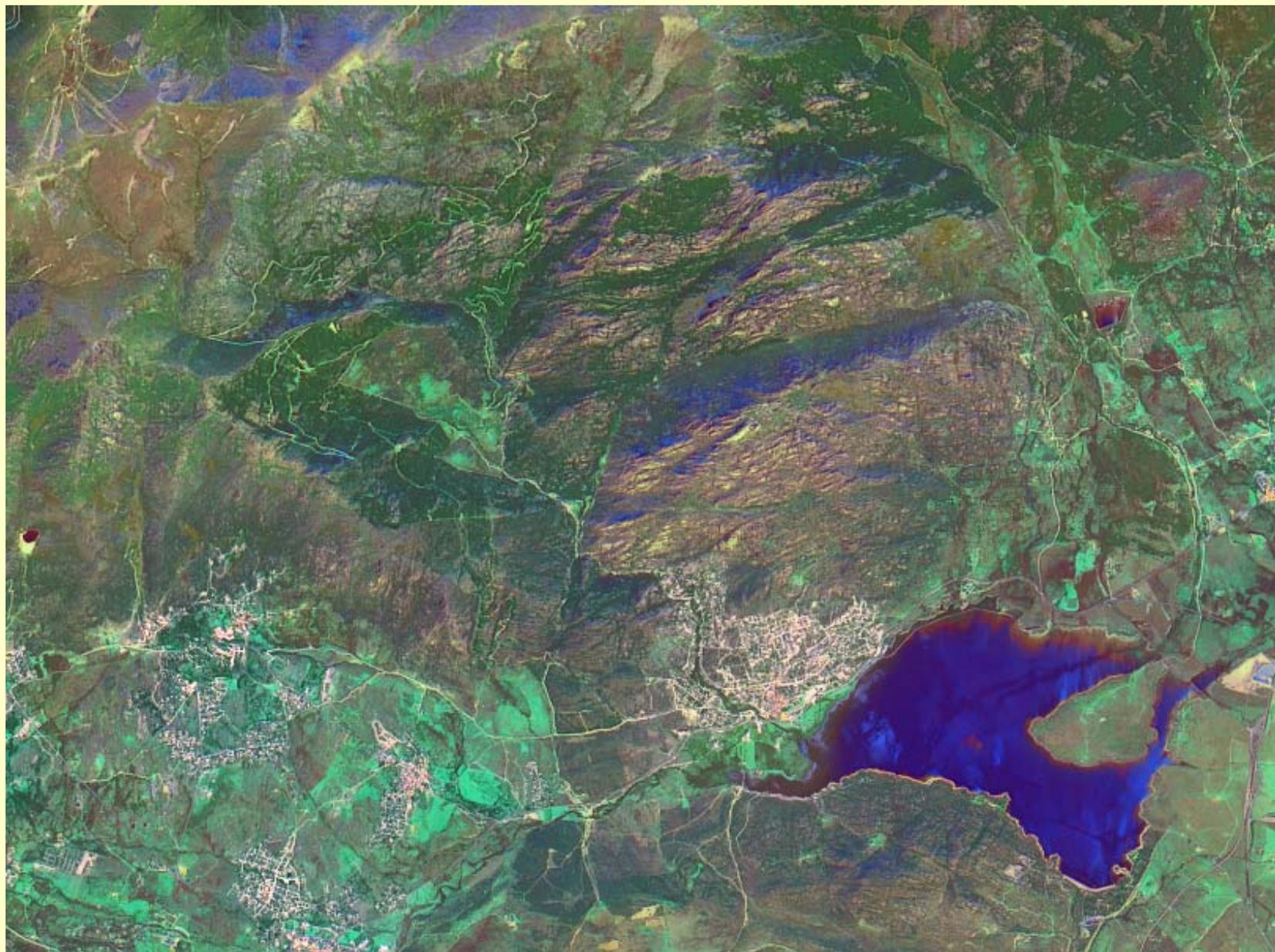


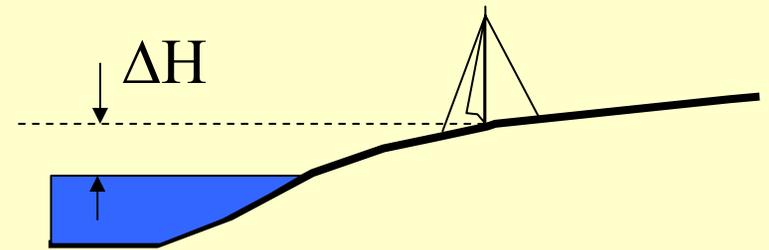
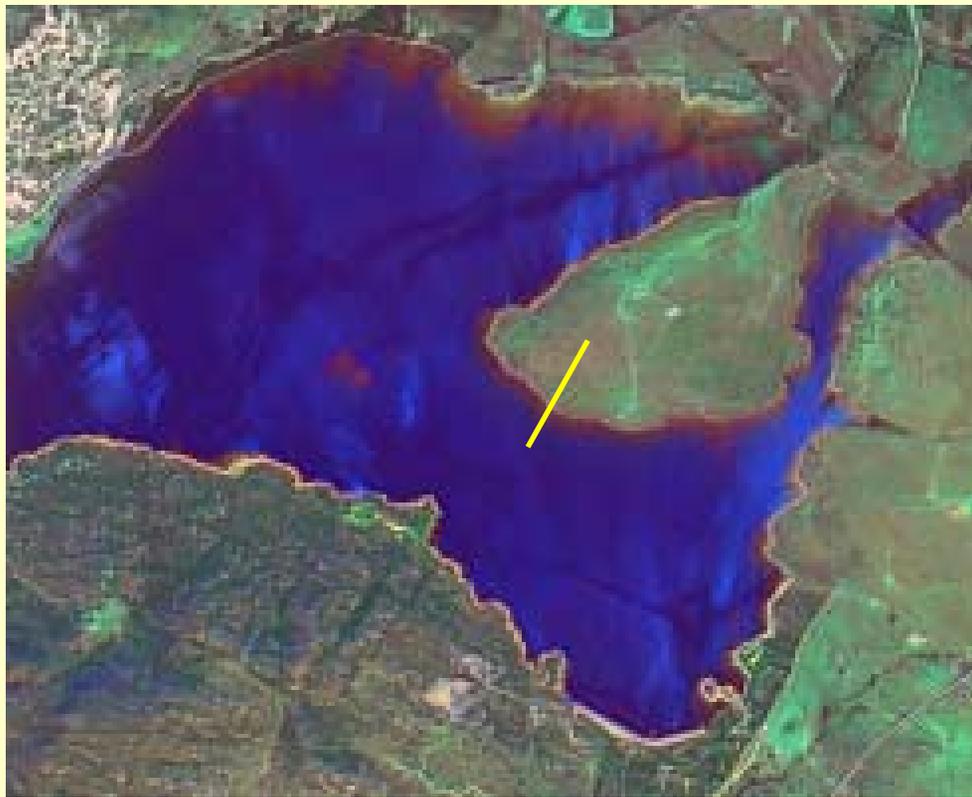
$$Qacum_i = 0 \quad ; \quad Pacum_i < P_o$$

$$Qacum_i = \frac{(Pacum_i - 0.2 \cdot S)^2}{Pacum_i + 0.8 \cdot S}$$



# *Ejercicio*





Superficie de la cuenca vertiente al embalse: 10000 ha.  
Superficie del embalse: 80 ha.  
NC medio: 73