



Universidad de Talca

Facultad de Ciencias Forestales

Escuela de Ingeniería Forestal

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN LA GENERACIÓN DE HIDROGRAMAS DE CRECIDAS EN UNA CUENCA DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE

Alumno: Marcelo Leiva Jara
Profesor Guía: Dr. Ing. Roberto Pizarro T.

MARZO-2010

INTRODUCCIÓN

- ❖ Importancia de los recursos agua-vegetación en el ciclo hidrológico
- ❖ Importancia de la disponibilidad del recurso hídrico
- ❖ Estimación de caudales de crecida mediante hidrograma Unitario y Número de curva

OBJETIVOS

❖ *Objetivo General*

- **Aportar al conocimiento de la influencia de la Vegetación en la generación de hidrogramas de crecidas en la cuenca del río Tutuvén de la Región del Maule.**



OBJETIVOS

❖ *Objetivos Específicos*

- Determinar la factibilidad de aplicación del método del Número de curva en la determinación de la escorrentía superficial generada por el complejo suelo-vegetación de la cuenca.
- Determinar cuantitativamente la influencia de la vegetación en la generación de los caudales de crecida.



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

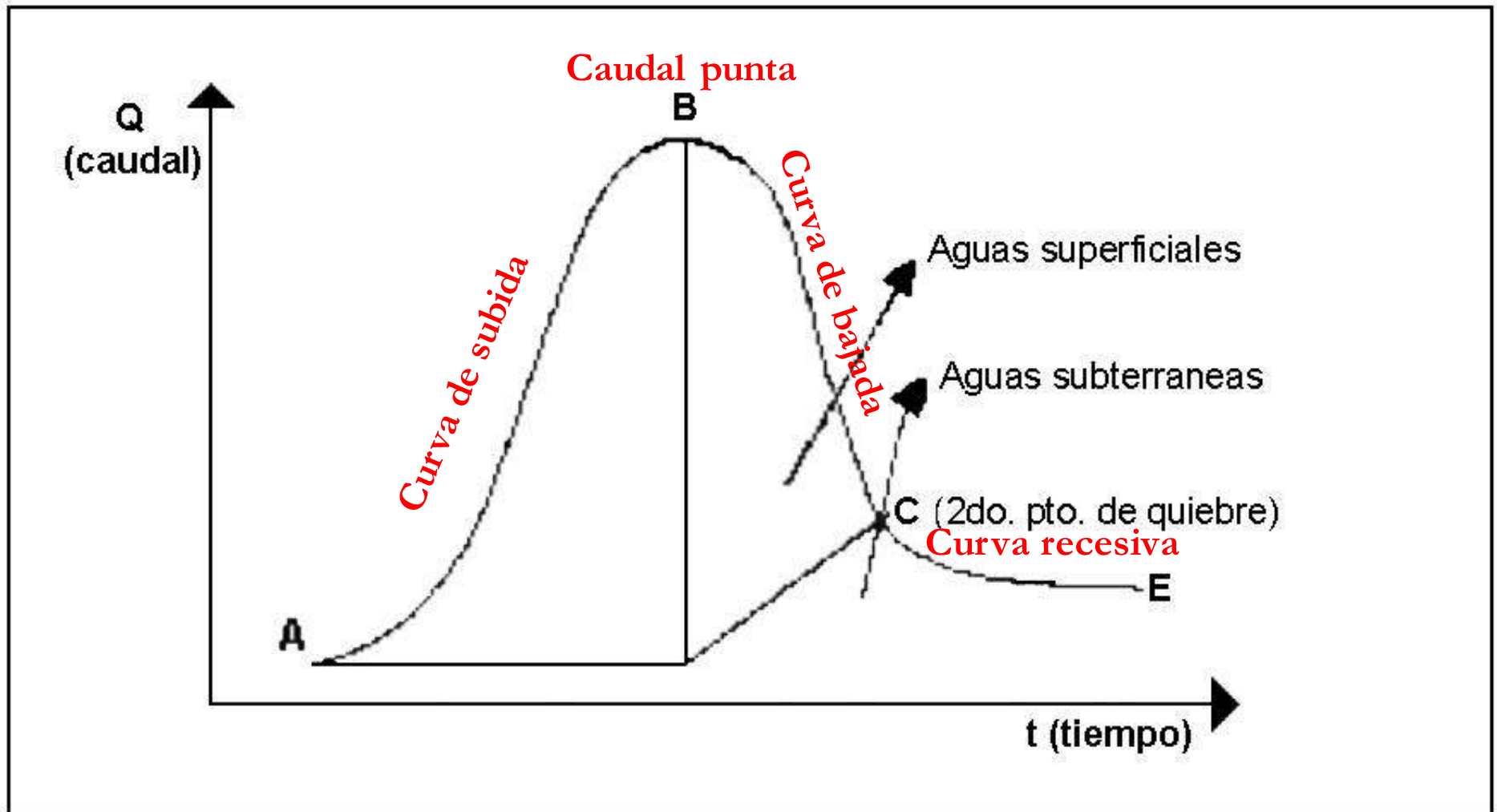
❖ **Ciclo hidrológico**

-Precipitación efectiva

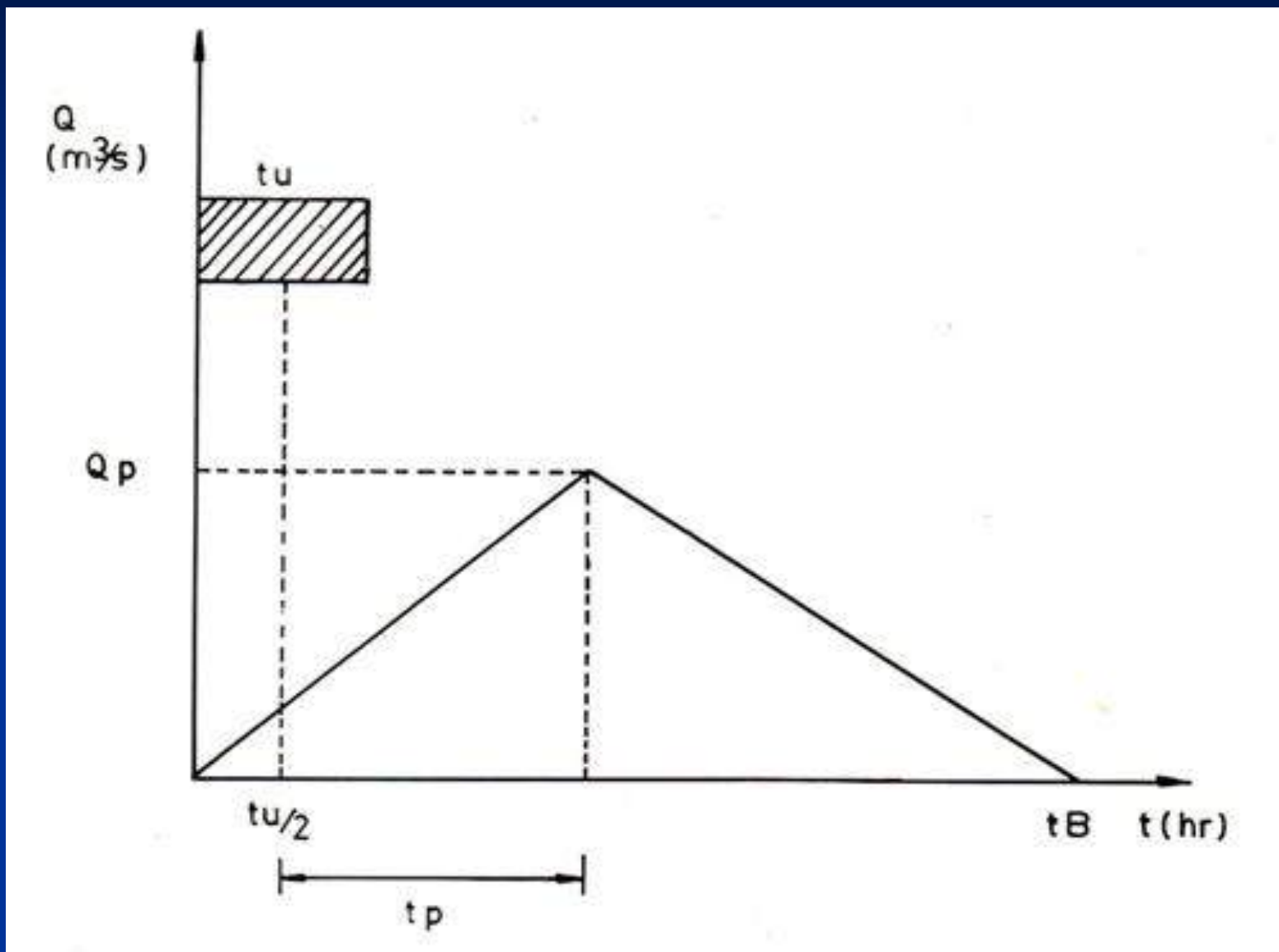
-Escorrentía superficial



Hidrograma

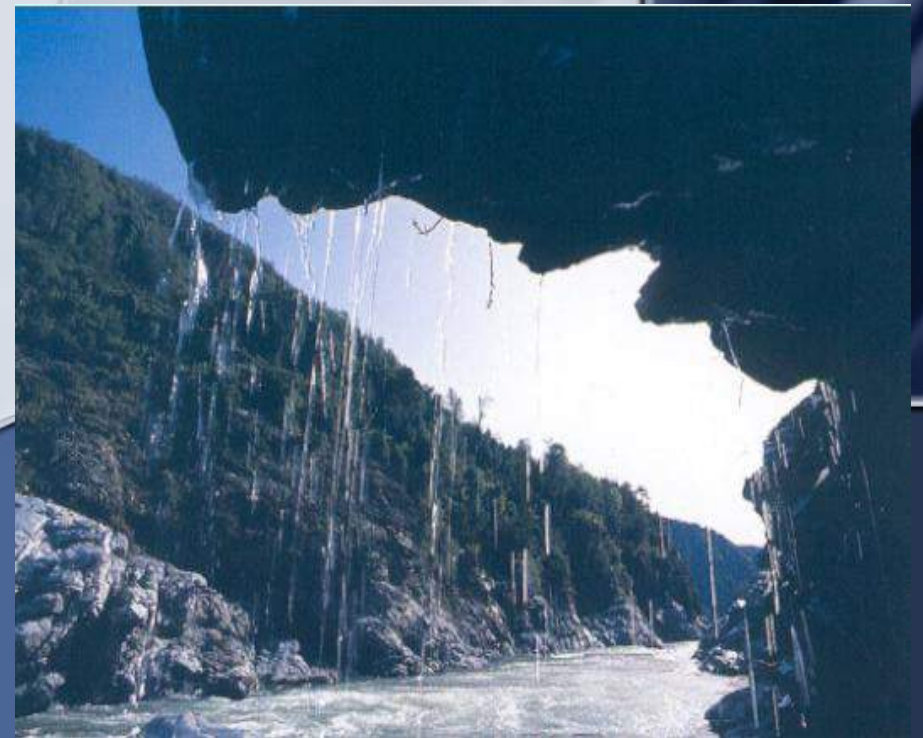


Hidrograma Unitario Sintético

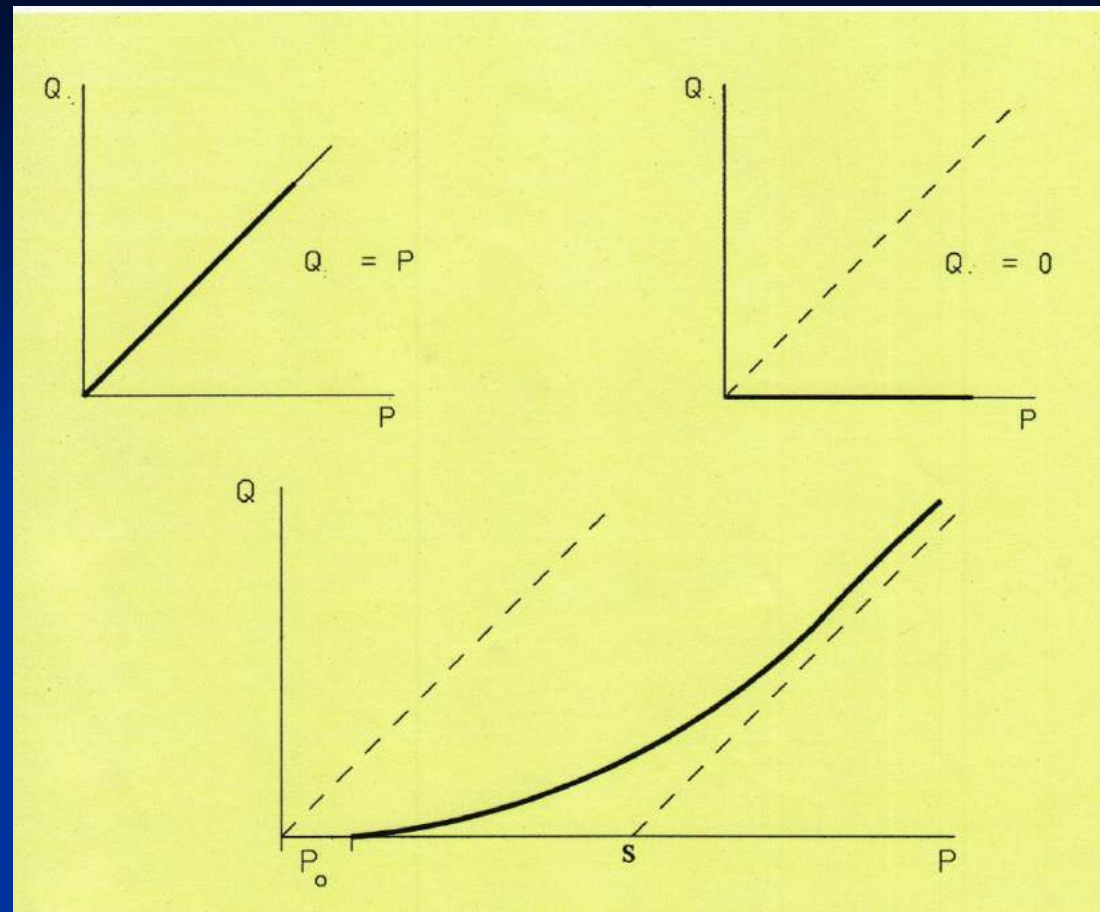


REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ❖ **Método Número de Curva (SCS ,NRCS)**
 - Complejo suelo-vegetación
 - Grupo hidrológico de suelos
 - Condición precedente de humedad del suelo

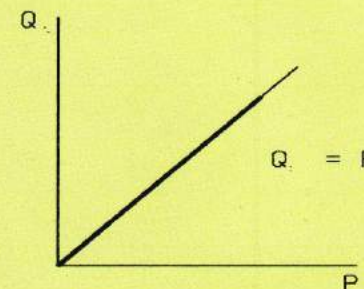


Método número de curva



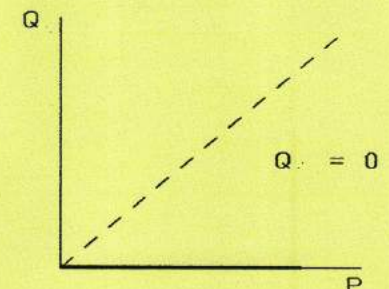
$$S = \frac{1000}{NC} - 10 \text{ (pulgadas)} \quad \left(NC = \frac{1000}{S+10} \right)$$

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



$$NC = 100$$

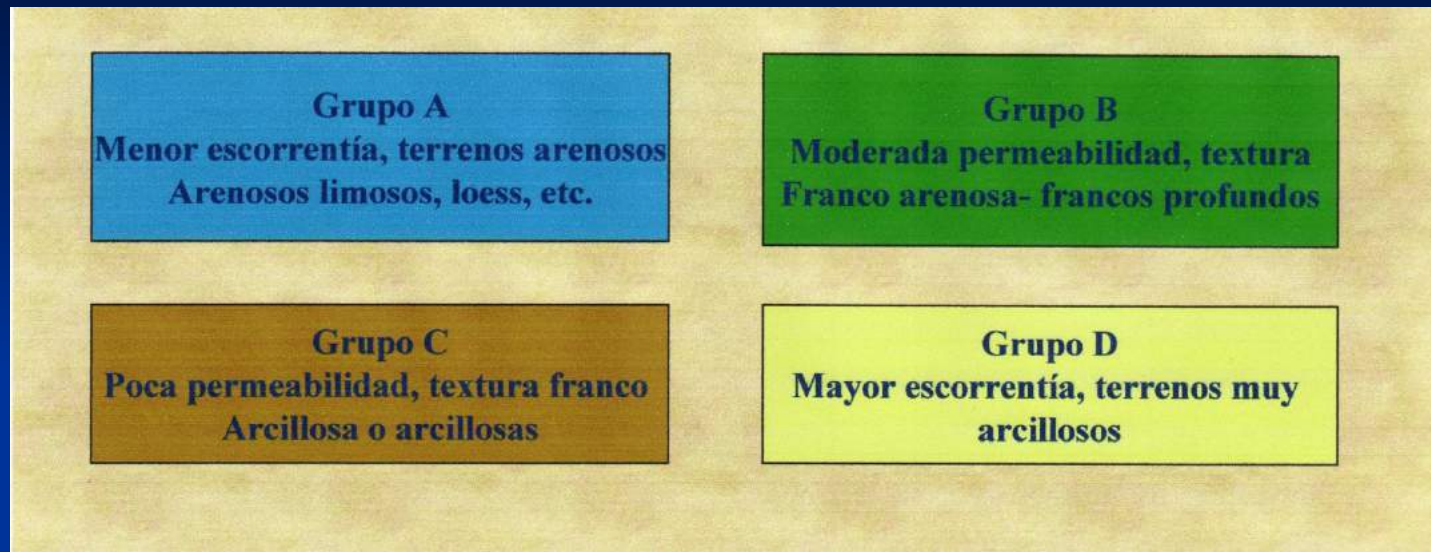
$$S = 0$$



$$NC = 0$$

$$S = \infty$$

Grupos de suelos



Condición de Humedad del suelo

Lluvia total caída durante los cinco días anteriores		
Condición	Periodo seco: Octubre- Marzo	Periodo húmedo: Abril- Septiembre
I	Menos de 12,5 mm.	Menos de 35,5 mm.
II	De 12,5 a 28 mm.	De 35,5 a 53 mm.
III	Más de 28 mm.	Más de 53 mm.

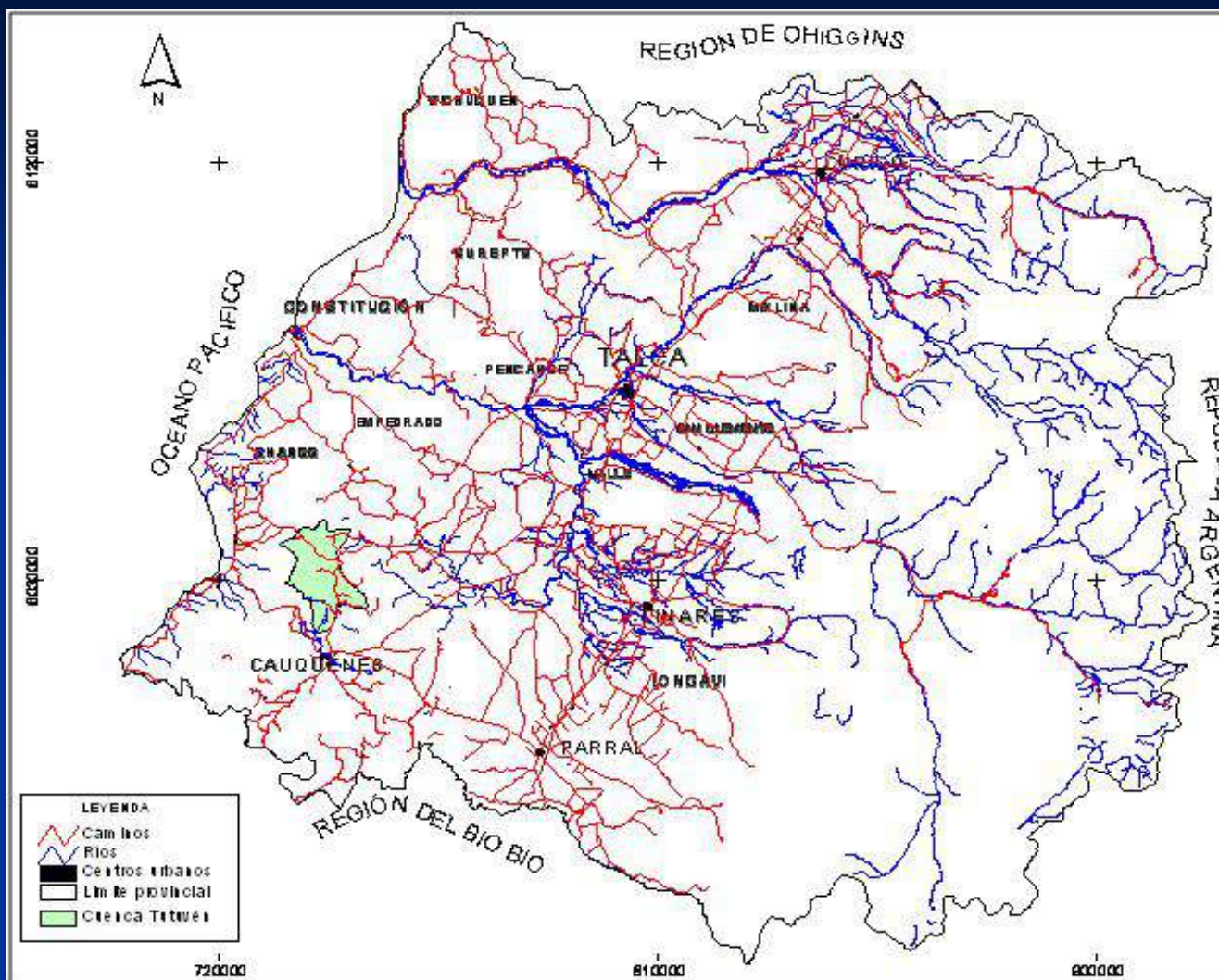
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Número de curva de escorrentía para áreas forestales ⁽¹⁾

Tabla de Ponce 1989

Descripción de la cubierta	Nº de curva para cada grupo hydr. de suelo				
	Estado hidrológico	A	B	C	D
Pastos, prados o forraje permanente para pastoreo ⁽²⁾	Malo	69	79	86	89
	Medio	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
Prados, cubiertos permanentemente con hierba, protegidos del pastoreo y normalmente segados para heno (prados de siega)		30	58	71	78
Matorral, mezcla de matorral y maleza siendo el matorral el elemento prioritario ⁽³⁾	Malo	48	67	77	83
	Medio	35	56	70	77
	Bueno	30	48	55	73
Mezcla de bosques y hierba (huerto o árboles frutales) ⁽⁵⁾	Malo	57	73	82	86
	Medio	43	65	76	82
	Bueno	32	58	72	79
Bosques ⁽⁶⁾	Malo	45	66	77	83
	Medio	36	60	73	79
	Bueno	32	55	70	77
Granjas, construcciones, caminos carreteras y alrededores		59	74	82	86

Ubicación de la cuenca del río Tutuvén



Ubicación: 35° 41' y 35° 55 ' LS / 72° 08' y 72° 26 ' LO

Superficie: 211,78 km²

Precipitación: 816 mm/año

Suelos: Predominan los franco arcilloso-limoso; franco arenoso y franco arcilloso.

Clima : Semiárido a mediterráneo.

METODOLOGÍA

- ❖ **Materiales y equipos**
 - Intensidades de precipitación horaria de 10 tormentas.
 - Cartografía digital Catastro de los Recursos Vegetacionales (CONAF)
 - Cartas IGM, Mosaicos SII
 - Mesa digitalizadora ,computador.
 - SIG Arcview3.1
- ❖ **Información requerida y tormentas a utilizar**
 - Estación y obtención de datos



Precipitación total de tormentas utilizadas

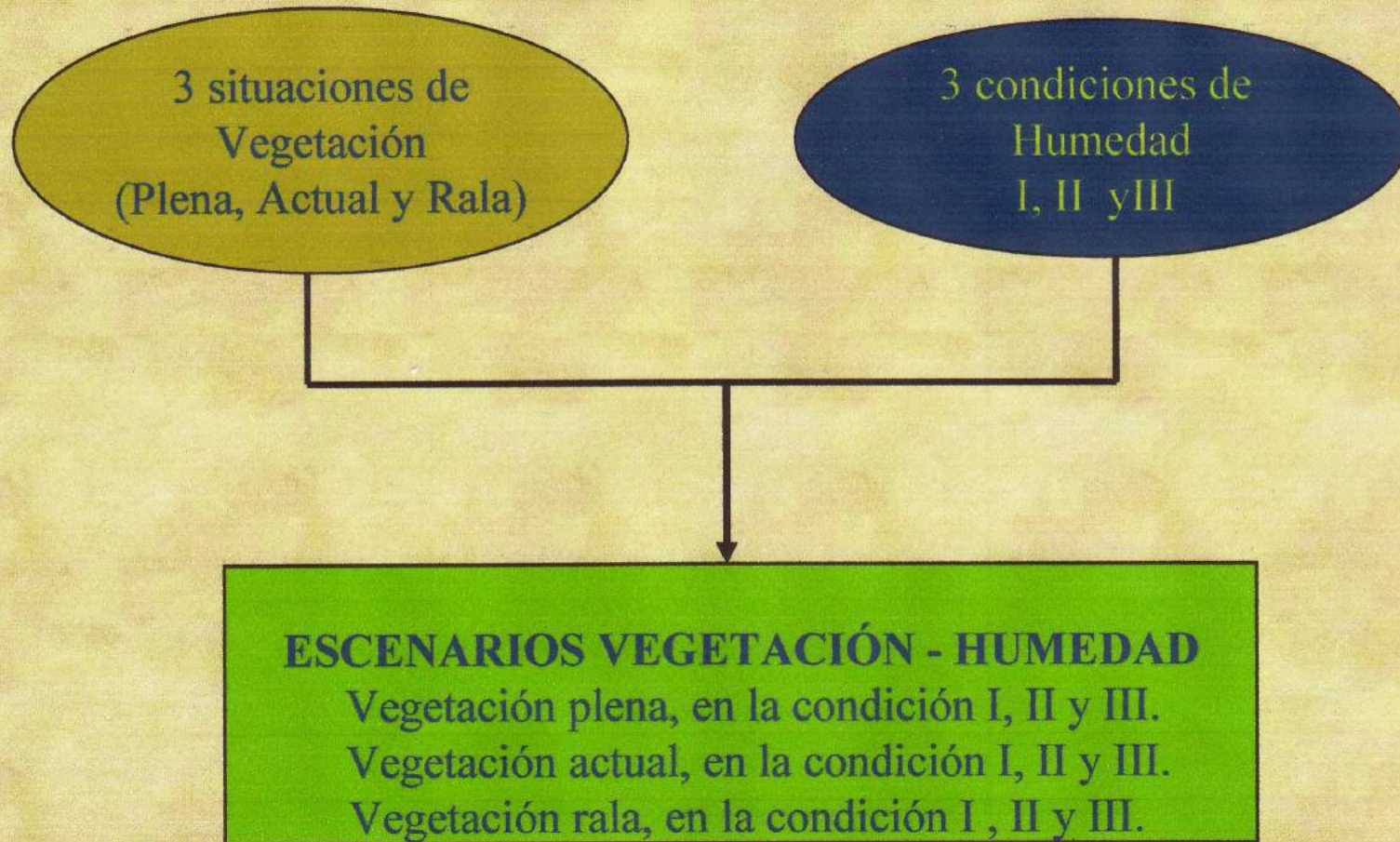
Tormenta	Precipitación	Intensidad promedio	Clasificación de intensidad
1	62,0	2,583	alta
2	76,3	3,179	alta
3	62,9	2,621	alta
4	70,1	2,921	alta
5	87,6	3,650	alta
6	5,9	0,246	baja
7	9,0	0,375	baja
8	12,0	0,500	baja
9	11,3	0,471	baja
10	11,8	0,492	baja

METODOLOGÍA

- ❖ **Escenarios de vegetación simulados**
 - Vegetación Plena (VP)
 - Vegetación Actual (VA)
 - Vegetación Rala (VR)
- ❖ **Cálculo del Hidrograma unitario sintético**
- ❖ **Cálculo de la precipitación efectiva (Número de curva)**



CÁLCULO DEL NÚMERO DE CURVA



Cálculo de la precipitación efectiva

$$S = 254 * \left(\frac{100}{N} - 1 \right)$$

Donde:

S= máxima infiltración (mm).

N= número de curva.

La escorrentía superficial que se produce en cada intervalo, estará determinada por las siguientes ecuaciones:

$$Q(ij) = 0$$

$$\text{si } \sum P(ij) \leq 0,2 S$$

$$Q(ij) = \frac{(\sum P(ij) - 0,2 S)^2}{(\sum P(ij) + 0,8 S)} - Q(ij-1)$$

$$\text{si } \sum P(ij) > 0,2 S$$

Donde:

Q(ij) = escorrentía superficial para la tormenta i, a la hora j (mm).

I_o = umbral crítico de escorrentía (0,2 S)

S = máxima infiltración (mm).

P_{ij} = precipitación para la tormenta i, para la hora j (mm).

METODOLOGÍA

- ❖ **Convolución de hidrogramas de crecida**



Convolución del Hidrograma de Crecida

HU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Q m ³ /seg					
Horas	Q m ³ /seg	1,7911	2,0273	1,0587	1,4211	1,2077	0,3717	0,1248	0,0835	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1001	0,4184	0,3561	1,6679	2,0045	Q m ³ /seg				
0	0	0,0000																								0,000				
1	0,4908	0,8791	0,0000																								0,879			
2	0,9816	1,7582	0,9950	0,0000																							2,753			
3	1,4724	2,6373	1,9900	0,5196	0,0000																						5,147			
4	1,9632	3,5163	2,9850	1,0392	0,6975	0,0000																					8,238			
5	2,454	4,3954	3,9801	1,5589	1,3950	0,5927	0,0000																				11,922			
6	2,9448	5,2745	4,9751	2,0785	2,0925	1,1855	0,1824	0,0000																			15,788			
7	3,4356	6,1536	5,9701	2,5981	2,7900	1,7782	0,3648	0,0613	0,0000																		19,716			
8	3,9264	7,0327	6,9651	3,1177	3,4875	2,3709	0,5472	0,1225	0,0410	0,0000																	23,685			
9	4,4172	7,9118	7,9601	3,6374	4,1849	2,9636	0,7296	0,1838	0,0819	0,0000	0,0000																27,653			
10	4,908	8,7908	8,9551	4,1570	4,8824	3,5564	0,9120	0,2451	0,1229	0,0000	0,0000	0,0000															31,622			
11	4,4298	7,9343	9,9501	4,6766	5,5799	4,1491	1,0944	0,3063	0,1639	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000														33,855			
12	4,0994	7,3425	8,9807	5,1962	6,2774	4,7418	1,2768	0,3676	0,2049	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000													34,388			
13	3,769	6,7507	8,3108	4,6899	6,9749	5,3345	1,4593	0,4288	0,2458	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000												34,195			
14	3,4386	6,1590	7,6410	4,3401	6,2953	5,9273	1,6417	0,4901	0,2868	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000											32,781			
15	3,1082	5,5672	6,9712	3,9903	5,8258	5,3498	1,8241	0,5514	0,3278	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000										30,407			
16	2,7778	4,9754	6,3013	3,6405	5,3562	4,9507	1,6463	0,6126	0,3687	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									27,852			
17	2,4474	4,3836	5,6315	3,2907	4,8867	4,5517	1,5235	0,5529	0,4097	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000								25,230			
18	2,117	3,7918	4,9617	2,9409	4,4172	4,1527	1,4008	0,5117	0,3698	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000							22,547			
19	1,7866	3,2000	4,2919	2,5911	3,9476	3,7537	1,2780	0,4705	0,3422	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000						19,875			
20	1,4562	2,6082	3,6220	2,2413	3,4781	3,3547	1,1552	0,4292	0,3146	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0491	0,0000					17,252			
21	1,1258	2,0164	2,9522	1,8915	3,0085	2,9557	1,0324	0,3880	0,2870	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0982	0,2054	0,0000			14,835			
22	0,7954	1,4247	2,2824	1,5417	2,5390	2,5567	0,9096	0,3467	0,2595	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1474	0,4107	0,1748	0,0000		12,593			
23	0,465	0,8329	1,6125	1,1919	2,0694	2,1576	0,7868	0,3055	0,2319	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1965	0,6161	0,3496	0,8186	0,0000	11,169			
24	0,1346	0,2411	0,9427	0,8421	1,5999	1,7586	0,6640	0,2643	0,2043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2456	0,8215	0,5243	1,6372	0,9838	10,729			
25			0,2729	0,4923	1,1304	1,3596	0,5412	0,2230	0,1767	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2947	1,0268	0,6991	2,4559	1,9676	10,640			
26				0,1425	0,6608	0,9606	0,4184	0,1818	0,1491	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3438	1,2322	0,8739	3,2745	2,9514	11,189			
27					0,1913	0,5616	0,2956	0,1405	0,1216	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3929	1,4375	1,0487	4,0931	3,9352	12,218			
28						0,1626	0,1728	0,0993	0,0940	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4421	1,6429	1,2235	4,9117	4,9190	13,668			
29							0,0500	0,0580	0,0664	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4912	1,8483	1,3983	5,7303	5,9027	15,545			
30								0,0168	0,0388	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4433	2,0536	1,5730	6,5489	6,8865	17,561			
31									0,0112	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4103	1,8535	1,7478	7,3676	7,8703	19,261			
32										0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3772	1,7153	1,5775	8,1862	8,8541	20,710			
33											0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3441	1,5770	1,4599	7,3886	9,8379	20,608			
34												0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3111	1,4388	1,3422	6,8375	8,8794	18,809			
35													0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2780	1,3005	1,2246	6,2864	8,2171	17,307			
36														0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2449	1,1623	1,1069	5,7353	7,5548	15,804			
37															0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2119	1,0241	0,9892	5,1842	6,8925	14,302			
38																0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1788	0,8858	0,8716	4,6332	6,2303	12,800			
39																	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1457	0,7476	0,7539	4,0821	5,5680	11,297			
40																		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1127	0,6093	0,6362	3,5310	4,9057	9,795			
41																			0,0000	0,0000	0,0000	0,0796	0,4711	0,5186	2,9799	4,2434	8,293			
42																				0,0000	0,0465	0,3328	0,4009	2,4288	3,5812	6,790				
43																						0,0135	0,1946	0,2833	1,8778	2,9189	5,288			
44																							0,0563	0,1656	1,3267	2,2566	3,805			
45																								0,0479	0,7756	1,5944	2,418			
46																									0,2245	0,9321	1,157			
47																											0,1036	0,104		
																											Q Max	34,388		
																											Q Med	15,510		

METODOLOGÍA

❖ **Análisis estadístico para grupos de datos**

- Comparaciones entre grupos. Mediana
- Análisis gráfico
- Prueba No paramétrica de Kruskal-Wallis

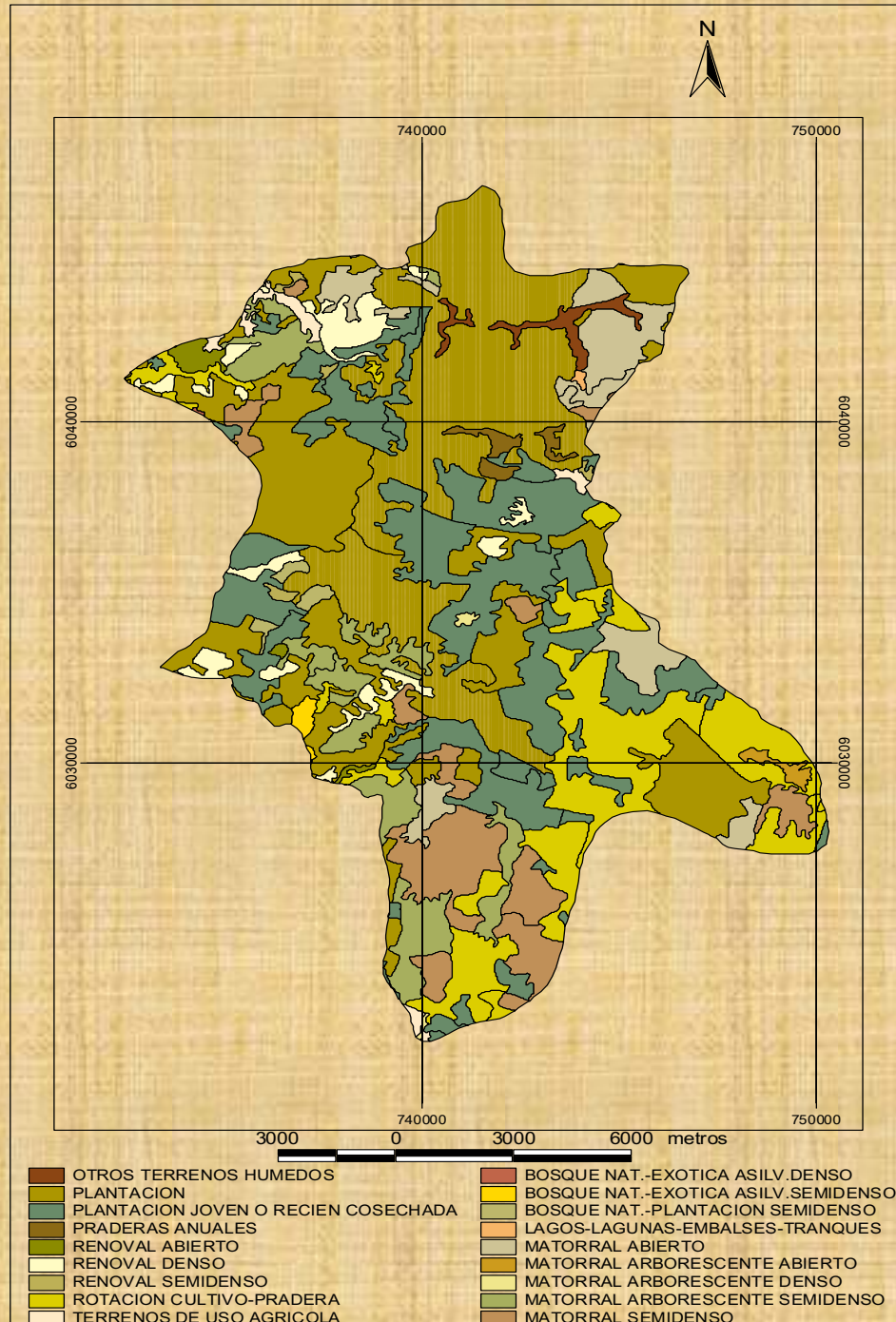


PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

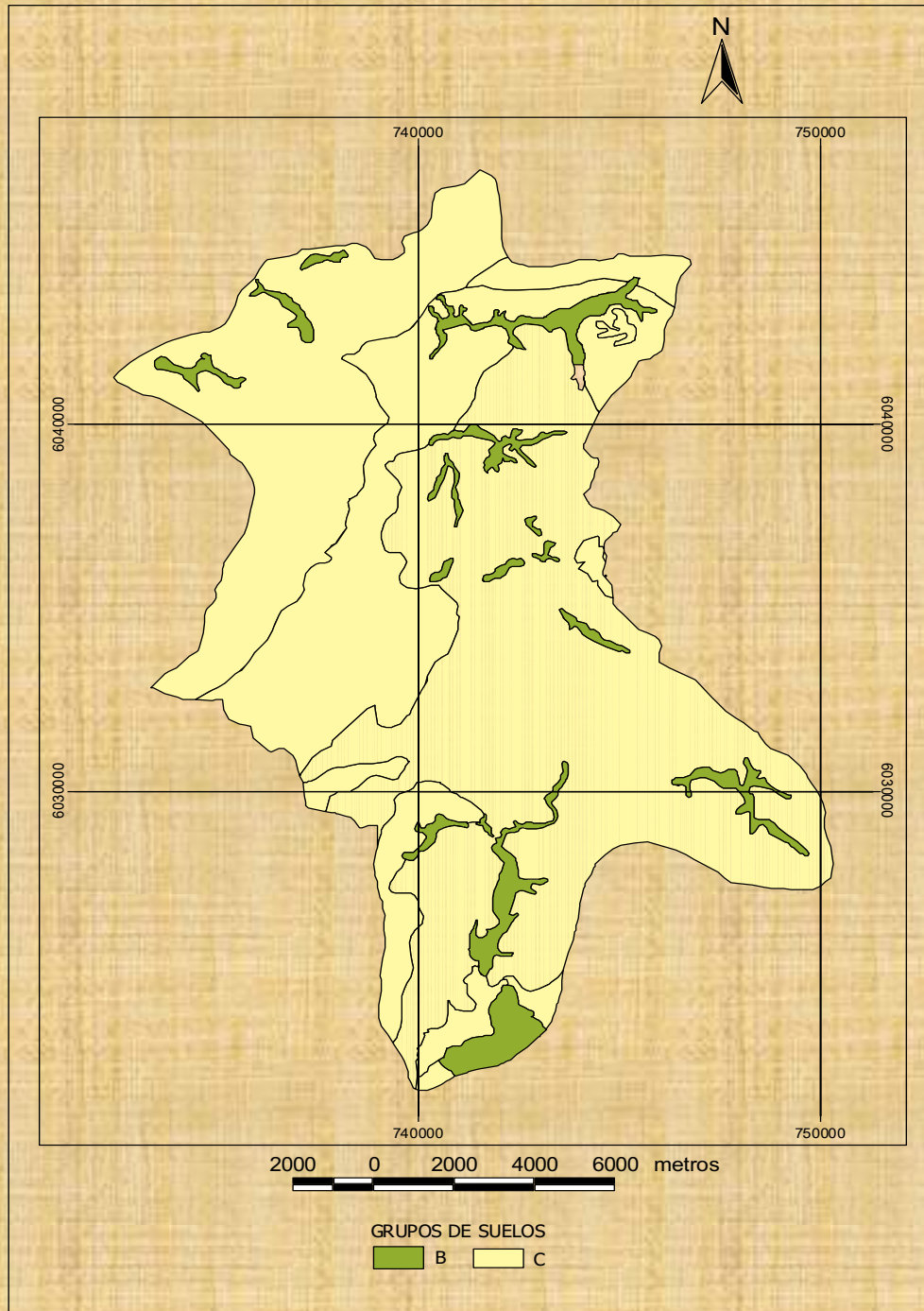
- ❖ **Caracterización y digitalización de la cuenca**
 - Planos temáticos
 - Número de curva ponderado para la cuenca



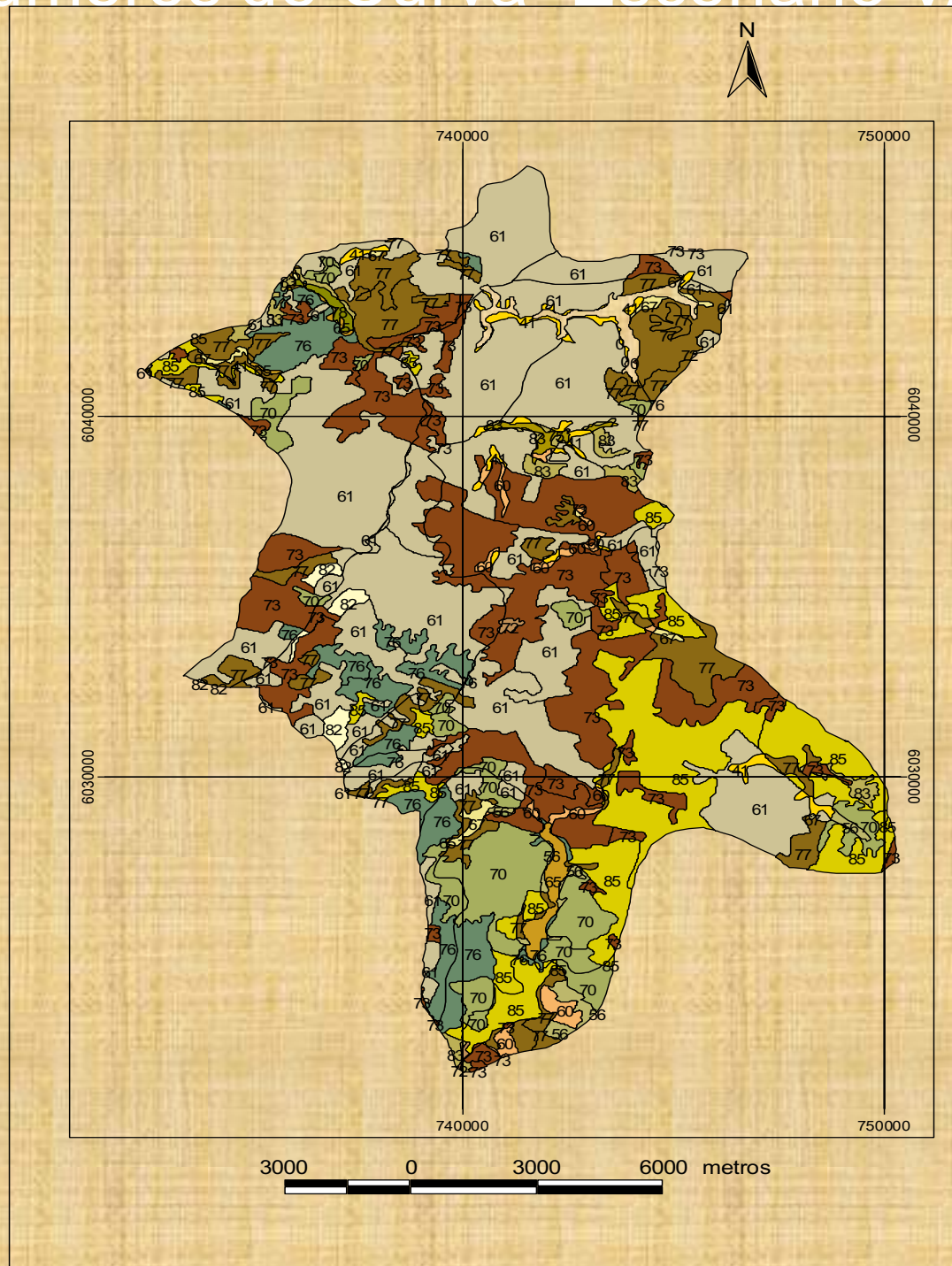
Coberturas vegetales



Grupos de suelos



Números de Curva- Escenario VACII



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Número de curva ponderado por escenarios

Escenarios de vegetación	Condición precedente de humedad		
	I	II	III
	NCP	NCP	NCP
Plena	39,69	59,83	78,75
Actual	50,57	69,64	86,71
Rala	72,43	86,52	97,30

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

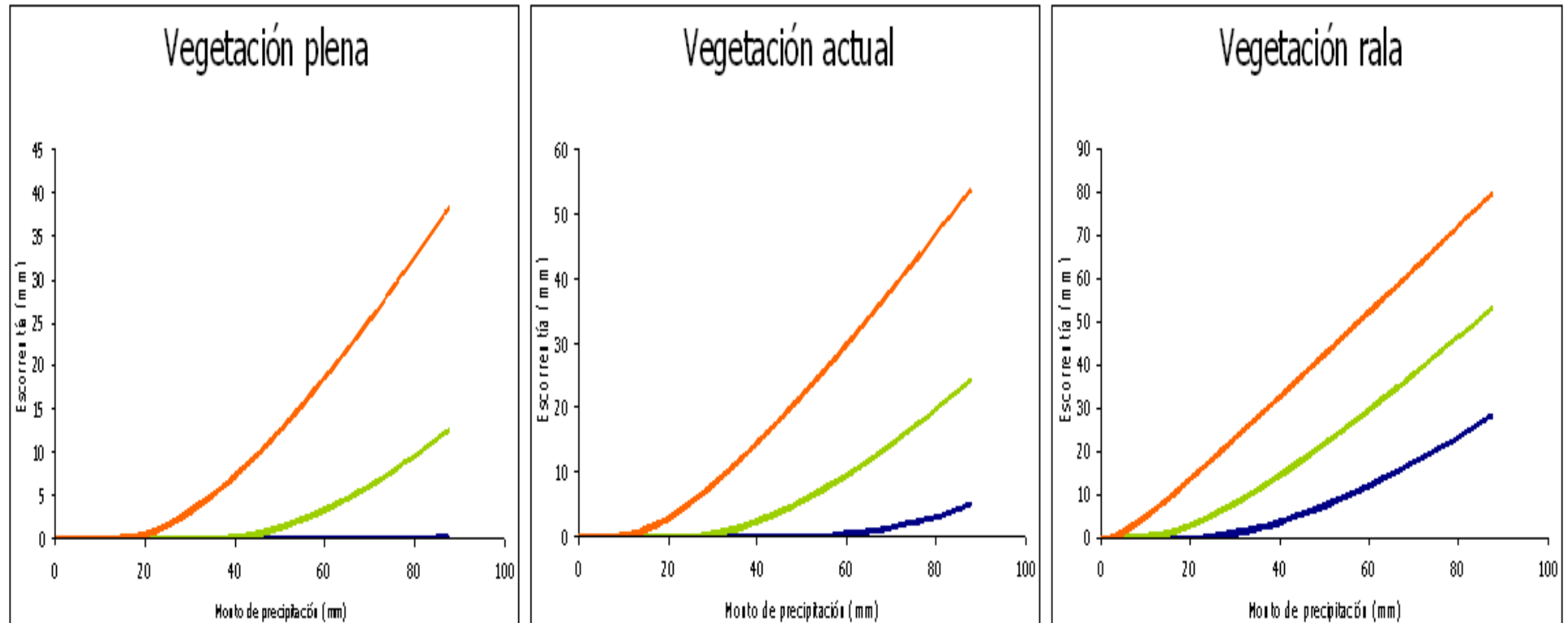
❖ Comportamiento de la precipitación efectiva para los 9 escenarios




- Tormentas de alta intensidad
- Tormentas de baja intensidad
- Montos mínimo de precipitación para generar escorrentía por escenario



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Precipitación efectiva por escenarios



-  Tormentas de alta intensidad bajo una condición de humedad I
-  Tormentas de alta intensidad bajo una condición de humedad II
-  Tormentas de alta intensidad bajo un condición de humedad III

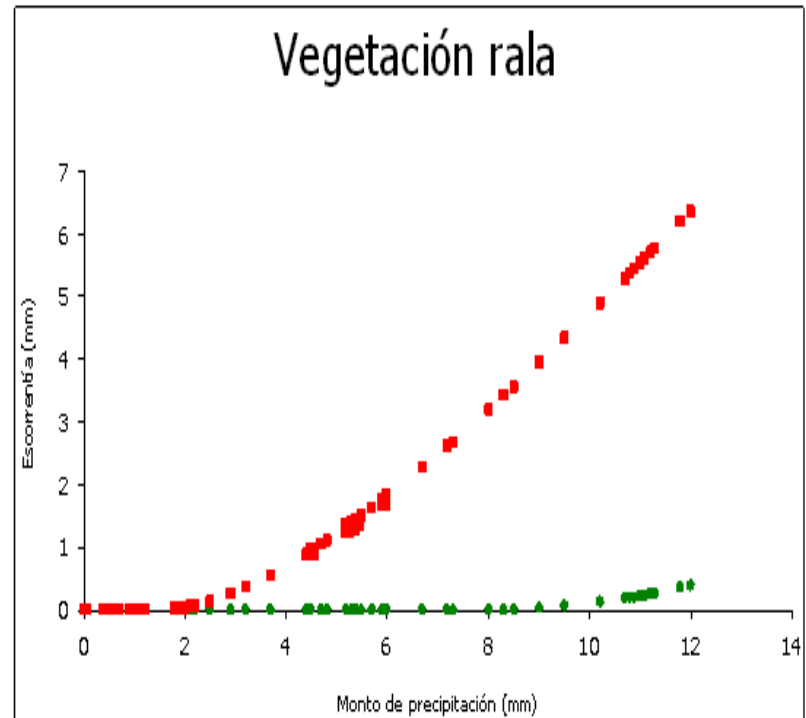
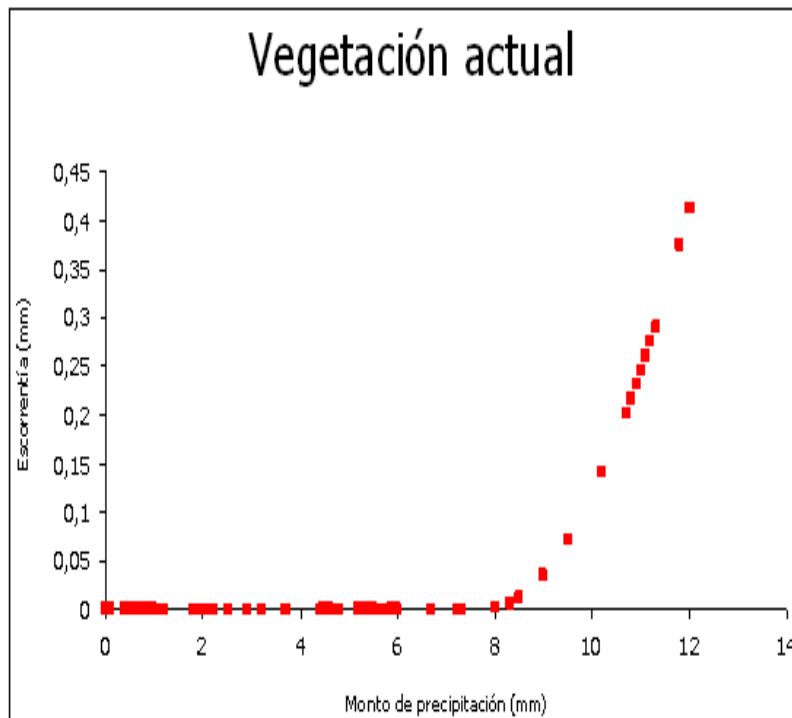
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



Escenarios de vegetación	Tormenta	Monto de pp. para generar escorrentía (mm)		
		CI	CII	CIII
Plena	1	-	36,80	13,90
	2	-	38,20	14,80
	3	-	35,30	13,80
	4	-	37,70	18,80
	5	79,50	38,50	20,20
Monto medio		79,50	37,30	16,30
Actual	1	50,50	22,80	11,70
	2	56,90	23,20	8,40
	3	53,10	23,80	13,80
	4	55,90	24,70	10,80
	5	56,50	29,20	13,20
Monto medio		54,58	24,74	11,58
Rala	1	22,80	11,70	3,00
	2	19,70	8,40	1,90
	3	21,10	13,80	1,60
	4	24,70	10,80	3,00
	5	20,20	13,20	3,70
Monto medio		21,70	11,58	2,64

(-): La tormenta no alcanzó a generar escorrentía superficial

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Precipitación efectiva por escenarios



-  Tormentas de baja intensidad, condición de humedad II
-  Tormentas de baja intensidad, condición de humedad III

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Escenarios de vegetación	Tormenta	Monto de pp. para generar escorrentía (mm)	
		CII	CIII
Actual	1	-	-
	2	-	8,30
	3	-	8,00
	4	-	8,50
	5	-	11,00
Monto medio		-	8,95
Rala	1	-	4,50
	2	8,30	2,20
	3	8,00	1,80
	4	8,50	2,50
	5	11,00	2,20
Monto medio		8,95	2,64

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ❖ Comportamiento de los caudales máximos



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

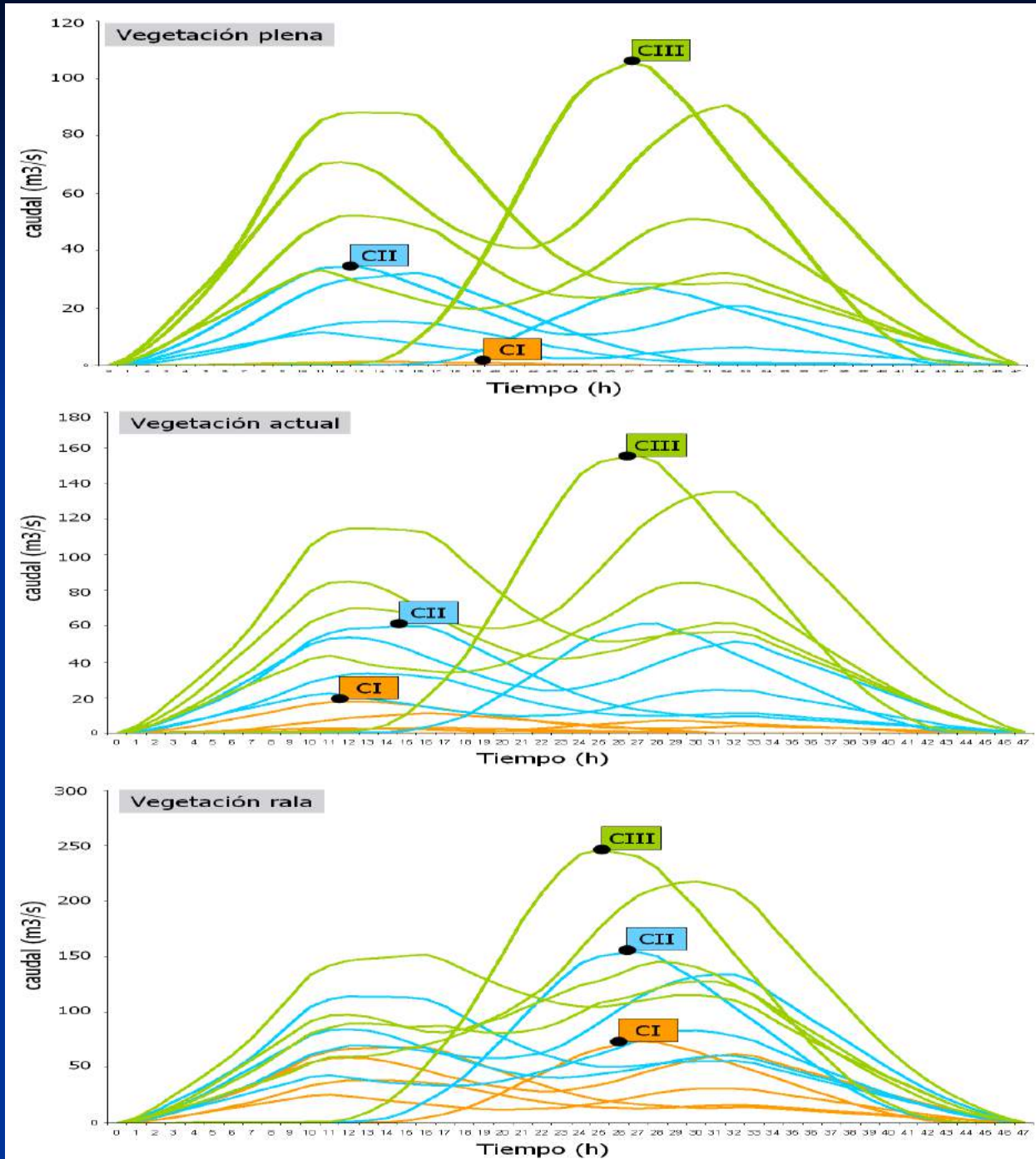
Mediana de los caudales máximos

Tormentas de alta intensidad (m ³ /s)	Vegetación	Condición de humedad del suelo		
		CI	CII	CIII
	Plena	0,000	27,137	88,120
	Actual	6,928	53,420	114,782
	Rala	62,214	114,150	151,744

Tormentas de baja intensidad (m ³ /s)	Vegetación	CI	CII	CIII
		Plena	0,000	0,000
	Actual	0,000	0,000	1,180
	Rala	0,000	1,075	22,674

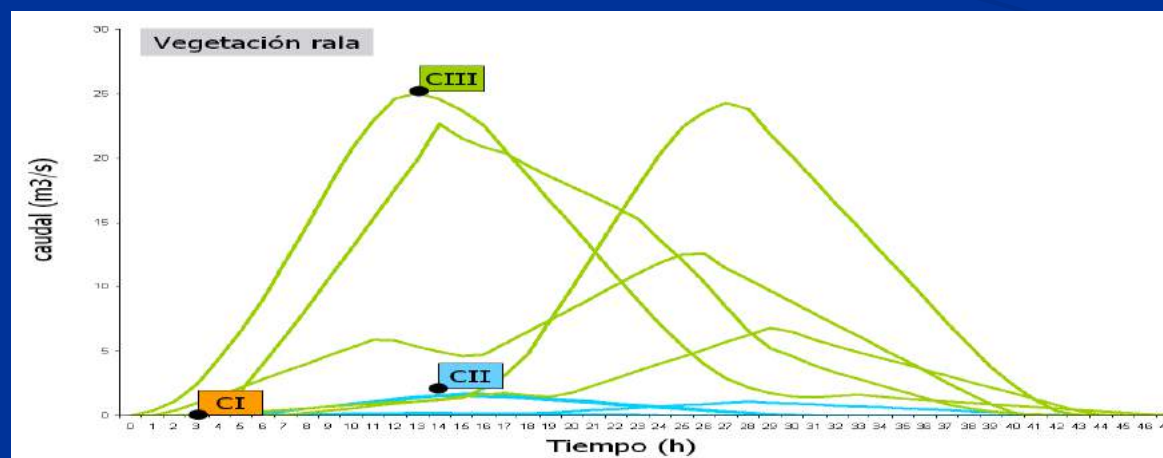
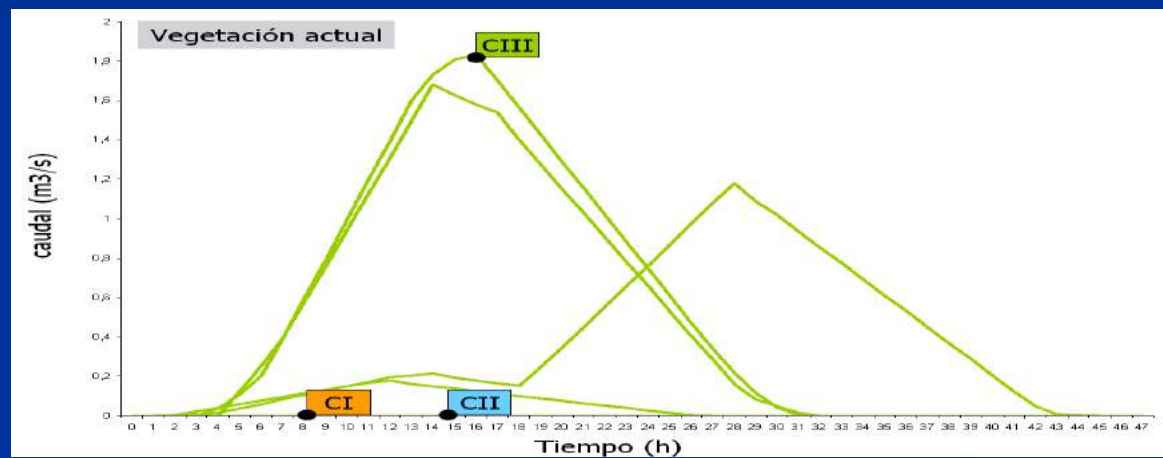
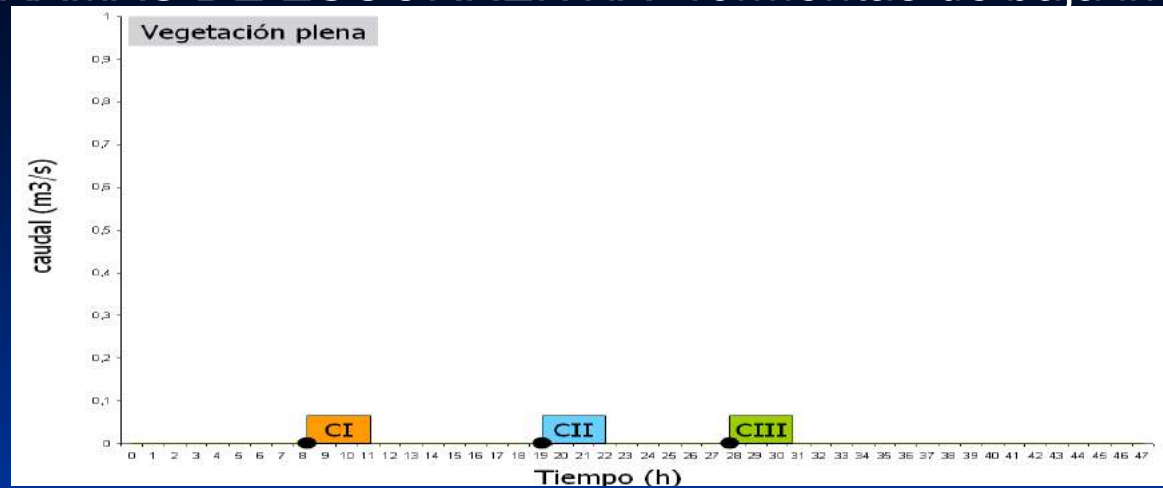
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

HIDROGRAMAS DE ESCORRENTÍA- Tormentas de alta intensidad



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

HIDROGRAMAS DE ESCORRENTÍA- Tormentas de baja intensidad



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

-Prueba No paramétrica de Kruskal- Wallis

- En función de los escenarios de vegetación
- En función de la condición de humedad del suelo



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Prueba de Kruskal – Wallis, para los caudales máximos en función de la vegetación.

Vegetación	Condición de humedad	Tamaño de Muestra	Rango Promedio	Valor-p	Decisión
Plena	I	10	11	0,055	No existe diferencia entre los caudales máximos
	II	10	16,5		
	III	10	19		
Actual	I	10	12	0,103	No existe diferencia entre los caudales máximos
	II	10	14,5		
	III	10	20		
Rala	I	10	10,85	0,062	No existe diferencia entre los caudales máximos
	II	10	15,55		
	III	10	20,1		

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Prueba de Kruskal – Wallis, para los caudales máximos en función de la condición de humedad de los suelos.

Condición de humedad	Vegetación	Tamaño de Muestra	Rango Promedio	Valor-p	Decisión
I	Plena	10	11	0,055	No existe diferencia entre los caudales máximos
	Actual	10	16,5		
	Rala	10	19		
II	Plena	10	12,4	0,115	No existe diferencia entre los caudales máximos
	Actual	10	14,1		
	Rala	10	20		
III	Plena	10	11,35	0,081	No existe diferencia entre los caudales máximos
	Actual	10	15,05		
	Rala	10	20,1		

CONCLUSIONES

- Los valores más altos del número de curva de los 9 escenarios se encontraron en suelos saturados de humedad y vegetación rala.
- Se evidencia que bajo escenario VR y condición III todas las tormentas en estudio lograron generar escorrentía superficial.
- El comportamiento de los caudales máximos analizados, desde escenario VACII se redujeron en 48% con VP y aumentaron en 140% con VR.

CONCLUSIONES

- El escenario VR y condición III necesita montos mínimos de sólo 2,6 mm; en tanto, VP y condición I necesita sobre 79,5 mm para generar escorrentía.
- Los caudales analizados muestran que la condición de humedad del suelo es el factor más determinante en la generación de escorrentía.
- La condición de humedad del suelo aportaría en un 40-45% más que las coberturas vegetales en la generación de caudales punta de la cuenca.

RECOMENDACIONES

- Asimilar de mejor forma las categorías de vegetación planteadas por Ponce (1989) al caso de Chile del método número de curva.
- Continuar el estudio propuesto aumentando las tormentas para caracterizar de mejor forma el proceso de precipitación-escorrentía.
- Estas metodologías pueden ser aplicadas a cuencas no aforadas pero los resultados no son determinísticos porque están elaborados con modelos empíricos que definen el NC.



Universidad de Talca

Facultad de Ciencias Forestales

Escuela de Ingeniería Forestal

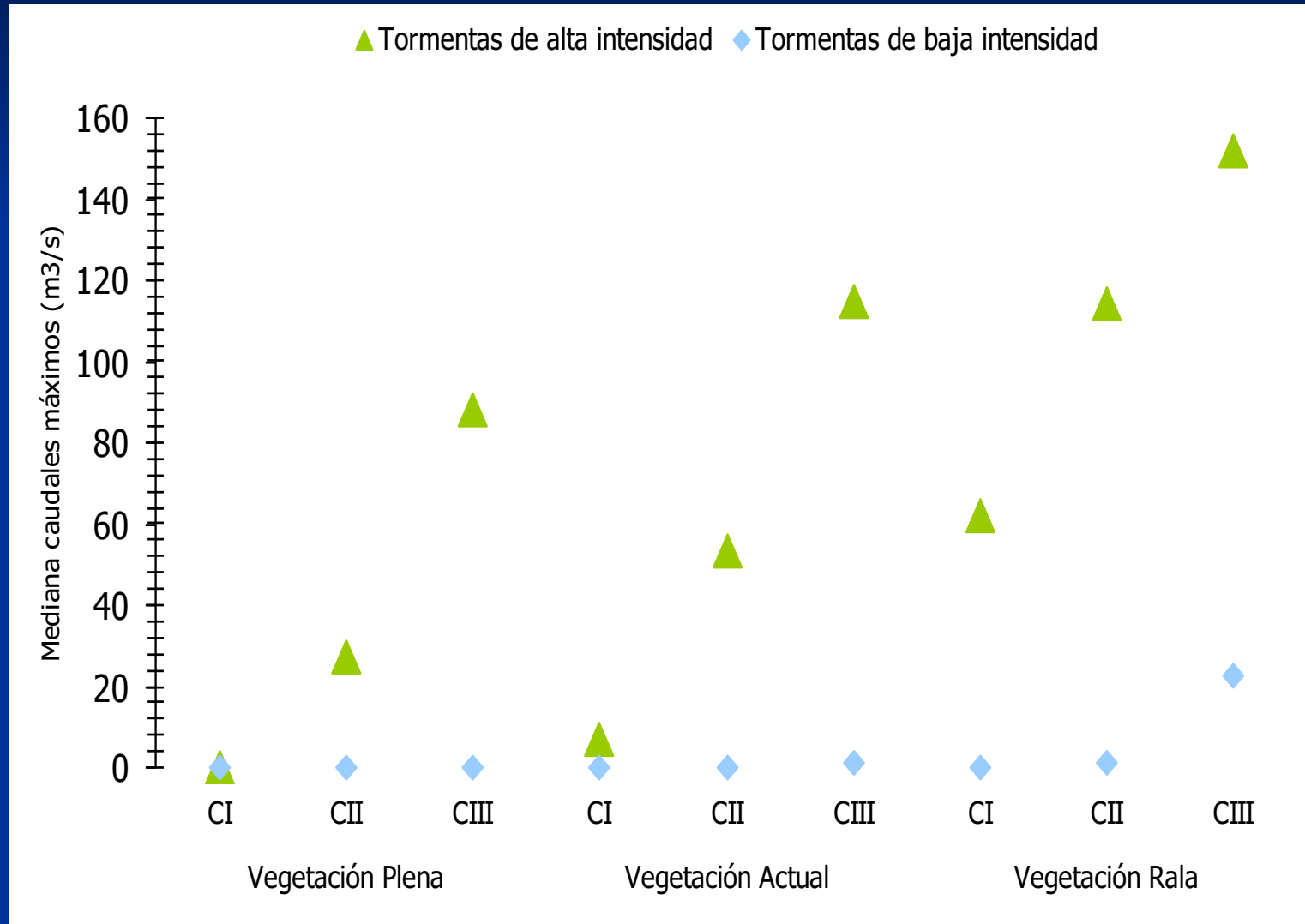
ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN LA GENERACIÓN DE HIDROGRAMAS DE CRECIDAS EN UNA CUENCA DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE

Alumno: Marcelo Leiva Jara
Profesor Guía: Dr. Ing. Roberto Pizarro T.

MARZO-2010

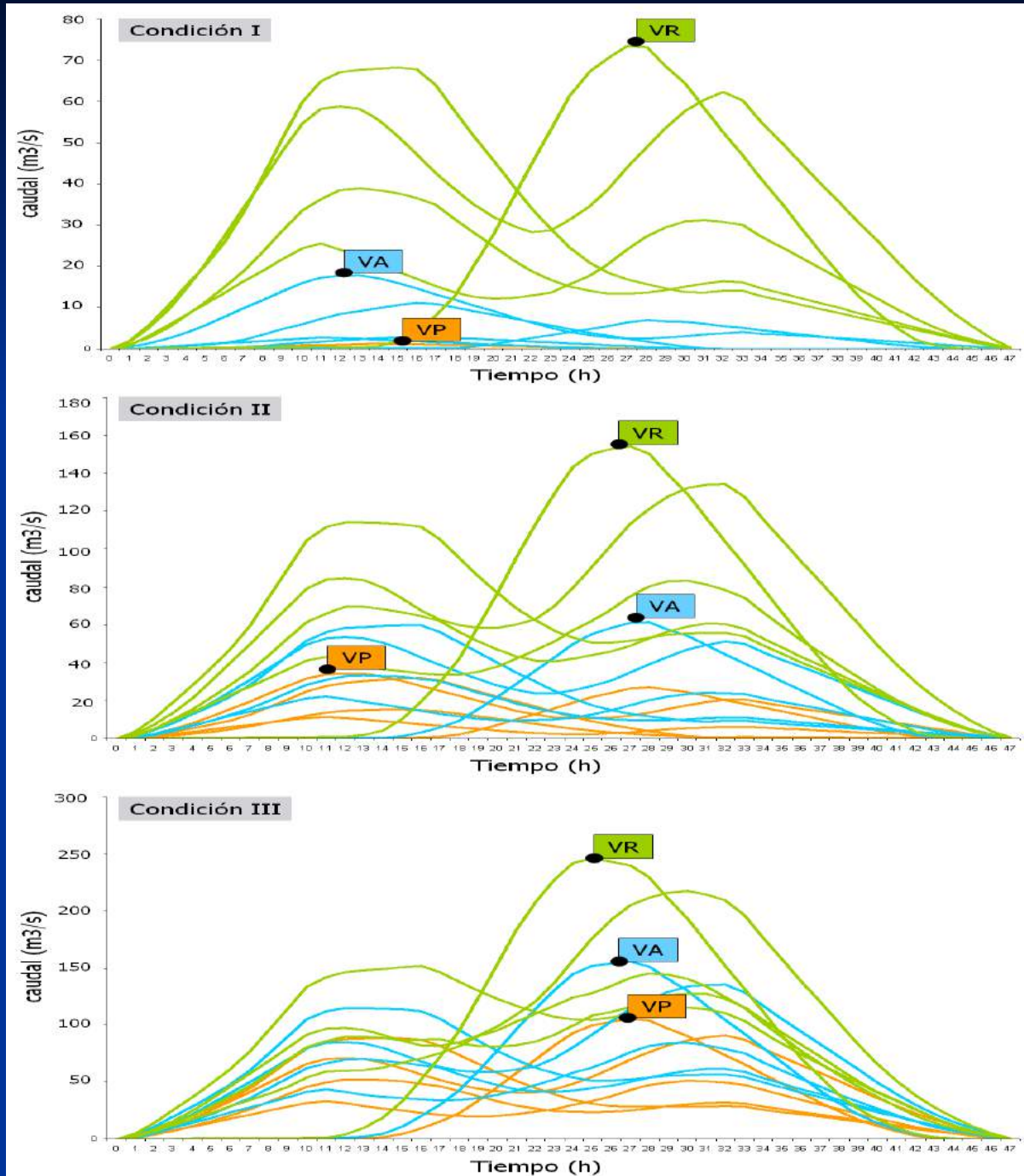
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

MEDIANA DE LOS CAUDALES MÁXIMOS PARA LOS DISTINTOS ESCENARIOS



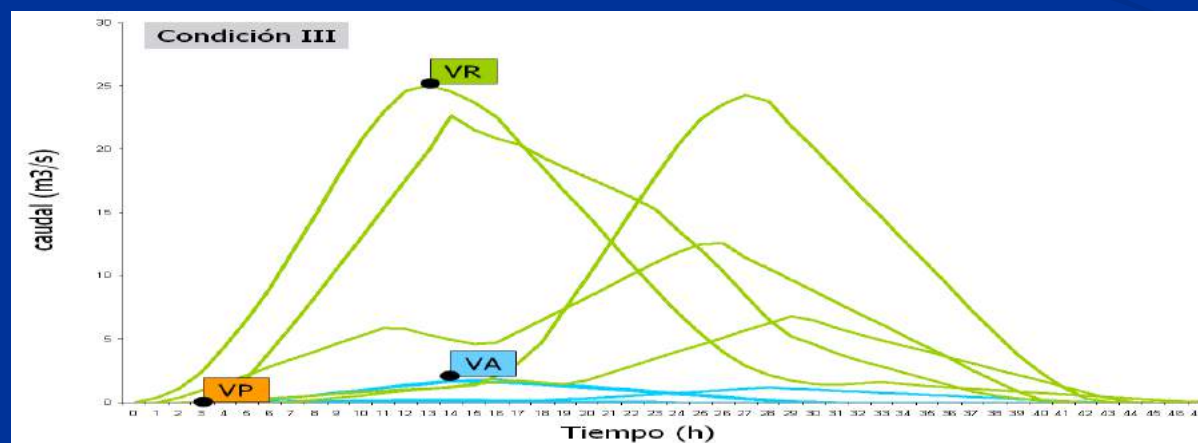
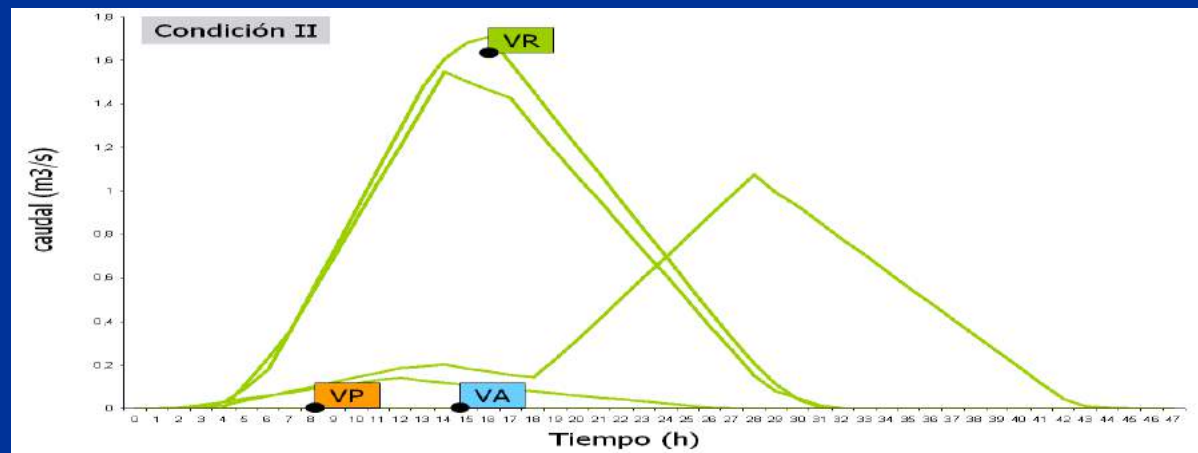
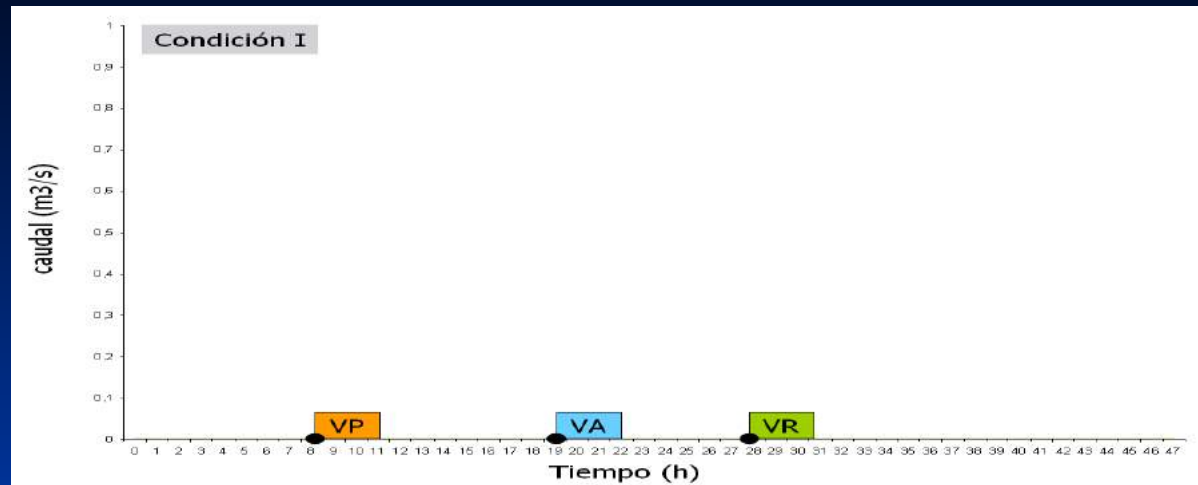
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

TORMENTAS DE ALTA INTENSIDAD EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE HUMEDAD



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

TORMENTAS DE BAJA INTENSIDAD EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO



Las expresiones y relaciones matemáticas que conforman la construcción del hidrograma unitario sintético de Snyder, se detallan a continuación:

$$t_p = Ct * \left[\frac{L * Lg}{\sqrt{S}} \right]^{0.38} \text{ (Hrs)}; \quad q_p = C_p * \frac{275}{t_p}; \quad t_u = \frac{t_p}{5.5}; \quad T_B = \frac{A}{1.8 * Q_p}$$

Donde:

t_p : tiempo de retardo;

L : longitud del curso principal en km;

Lg : distancia desde el desagüe, hasta el punto más cercano sobre la corriente al centroide de la cuenca en Km.

C_t : coeficiente de Snyder;

S : pendiente media de la cuenca;

t_B : tiempo base en h;

t_u : tiempo unitario en h;

q_p : caudal en l/s/ km²;

A : área de la cuenca en km²;

C_p : constante de Snyder.

Conversión del Número de Curva de la Condición II a I y III.

Número de curva en la condición II	Número de curva correspondiente a las condiciones I y III	
	I	III
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

Número de curva para escenario vegetación plena

Tipo de cobertura	Grupo de suelo	Superficie (ha)	Número de curva
Pinaceas	B	1218,49	41
Pinaceas	C	19959,51	61
NCP			59,83

Número de curva para escenario de vegetación rala

Tipo de cobertura	Grupo de suelo	Superficie	Número de curva
Matorral abierto	B	1218,49	80
Matorral abierto	C	19959,51	87
NCP			86,52

Número de curva para escenario vegetación actual

Tipo de cobertura	Grupo de suelo	Superficie	Número de curva
Bosque nativo- exótica asilvestrado denso	C	2,504	82
Bosque nativo- exótica asilvestrado semidenso	C	56,133	82
Bosque nativo- plantación semidenso	C	96,757	82
Matorral abierto	B	86,223	67
Matorral abierto	C	1128,007	77
Matorral arborescente abierto	B	19,602	73
Matorral arborescente abierto	C	47,127	82
Matorral arborescente denso	C	23,71	72
Matorral arborescente semidenso	B	149,919	65
Matorral arborescente semidenso	C	1223,872	76
Matorral semidenso	B	136,313	56
Matorral semidenso	C	1478,252	70
Plantación	B	220,703	41
Plantación	C	8192,742	61
Plantación joven	B	202,934	60
Plantación joven	C	4141,157	73
Praderas anuales	B	54,074	75
Praderas anuales	C	86,163	86
Renoval abierto	B	16,747	67
Renoval abierto	C	108,458	77
Renoval denso	B	4,975	67
Renoval denso	C	654,874	77
Renoval semidenso	C	61,5	70
Rotación cultivo- pradera	B	283,993	77
Rotación cultivo- pradera	C	2533,157	85
Terrenos de uso agrícola	B	43,01	78
Terrenos de uso agrícola	C	125,097	83
NCP			69,64