

8288

TES:

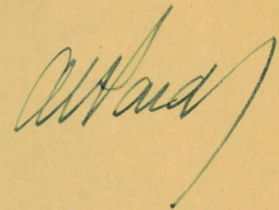
Ej: 1

TESIS
P
61.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SOLAJA E HIDROLOGIA

HIDROGRAMA SINTETICO UNITARIO
PARA EL RIO MORERE.

TRABAJO ESPECIAL presentado a
la Universidad Central de Venezuela por Arturo E. Pardo
para optar a la reválida del título de Ingeniero Civil.



Caracas, Diciembre de 1961

I N D I C E

Introducción	Pág. 1
Análisis	Pág. 2
Cálculo del Hidrograma Sintético	Pág. 4
Conclusiones	Pág. 9

GRAFICOS:

Gráfico N° 1	Hoya del Rto Morere hasta Carora
Gráfico N° 2	Precipitación Media Mensual en Atarigua y Arenales
Gráfico N° 3	Precipitación Media Mensual en Curarigua, Sicarigua y Los Arangues
Gráfico N° 4	Precipitación Media Mensual en Qda. Arriba y Puricaure
Gráfico N° 5	Precipitación Media Mensual en Jabón y Qda. Arriba
Gráfico N° 6	Precipitación Media Mensual en Carora y San Francisco
Gráfico N° 7	Precipitación Media Mensual en Altagracia, Pedernales y San Francisco
Gráfico N° 8	Red de Thiessen
Gráfico N° 9	Precipitación - Escurrimiento
Gráfico N° 10	Caudal del Rto Morere en Pte. Bolívar

Octubre 1944

Gráfico N° 11	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Septiembre - Octubre 1945
Gráfico N° 12	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Mayo - Junio 1951
Gráfico N° 13	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Mayo 1952
Gráfico N° 14	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Julio 1952
Gráfico N° 15	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Noviembre 1952
Gráfico N° 16	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Noviembre - Diciembre 1952
Gráfico N° 17	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Octubre 1953
Gráfico N° 18	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Noviembre - Diciembre 1953
Gráfico N° 19	Caudal del Rfo Morere en Pte. Bolívar Noviembre 1954
Gráfico N° 20	Distribución Tiempo - Area en la Hoya
Gráfico N° 21	Hidrograma Unitario Sintético de 24 horas
Gráfico N° 22	Hidrograma de la Tormenta de 180 m.m., tiempo en horas
Gráfico N° 22-A	Hidrograma de la Tormenta de 180 m.m., tiempo en días

TABLAS:

Tabla	I	Precipitación Media Anual
Tabla	II	Datos de Precipitación Mensual
Tabla	III	Precipitación Mensual dentro de la Hoya (Según Red de Thiessen)
Tabla	IV	Precipitación, Descarga y Volumen
Tabla	V	Tránsito de la Avenida
Tabla	VI	Hidrograma Unitario Sintético de 24 horas
Tabla	VII	Hidrograma Sintético de la Tormenta de 180 m.m.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto mostrar mediante un caso real, la aplicación que puede tener en nuestro medio el sistema de elaboración sintética de hidrogramas unitarios.

Este sistema fué desarrollado por C.O. Clark y ha sido estudiado y aplicado con buenos resultados en problemas en los cuales los datos básicos para la construcción de hidrogramas unitarios han sido escasos.

El estudio se ha efectuado en la hoya del río Morere ya que desde hace algún tiempo nos interesó el problema de control de inundaciones en la zona de Carora y consideramos que con un sistema relativamente pequeño de almacenamiento podrían controlarse las avenidas grandes del río e incluso aprovechar el agua almacenada para abastecimiento local.

Sin embargo en este trabajo nos limitamos a obtener el hidrograma sintético; dejamos su utilización para otra oportunidad.

ANALISIS

Para la elaboración del presente trabajo hemos podido obtener los siguientes datos:

- Estadísticas mensuales de precipitación para varias estaciones dentro y fuera de la hoya.
- Mediciones de caudal del Río Morere en Pte. Bolívar-Carora.
- Un mapa bastante aproximado de la hoya en cuestión.

A partir de estos datos el primer objetivo ha sido buscar una relación Precipitación-Descarga aplicable a la hoya. Hemos calculado la precipitación media anual para las diferentes estaciones en la hoya y hemos buscado una relación entre precipitación mensual registrada y descarga en Pte. Bolívar. Al principio utilizamos datos no ponderados e incompletos y nos fué imposible obtener una buena relación. Observamos entonces que existe cierta analogía entre estaciones adyacentes cercanas y utilizando estas relaciones se pudo estimar la precipitación mensual para aquellas estaciones y aquellos períodos en los cuales los datos no existían y obtuvimos datos continuos para el período enero 1947 - marzo 1954.

Este método nos ha dado buenos resultados, ya que la precipitación media anual resultó muy cerca de los valores calculados para períodos más cortos. Es de hacer notar que estos resultados no prueban que el método pueda aplicarse indiscriminadamente a cualquier caso y deberán tenerse muy en cuenta sus limitaciones.

En este caso particular el método ha producido resultados satisfactorios por tratarse de pocos años de datos.

Para obtener los datos de precipitación mensual que se muestran en la Tabla II, seleccionamos estaciones cercanas y de elevación más o menos igual, y agrupamos las estaciones en la forma siguiente:

<u>Grupo 1</u>	<u>Grupo 2</u>	<u>Grupo 3</u>	<u>Grupo 4</u>	<u>Grupo 5</u>	<u>Grupo 6</u>
Arenales	Curarigua	Jabón	Puricaure	Altagracia	Carora
Atarigua	Los Arangues	Pie de Cuesta	Qda. Arriba	Pedernales	Río Tocuyo
	Sicarigua			Sn. Francisco	

A base de estos grupos se hicieron los gráficos Nos. 2, 3, 4, 5, 6 y 7, de donde se completaron los datos de la siguiente manera:

Los datos para:	se tomaron de la relación con:
Arenales	Atarigua
Curarigua	Los Arangues
Sicarigua	Los Arangues
Qda. Arriba	San Francisco
Puricaure	San Francisco
	Jabón
Altagracia	San Francisco
Pedernales	San Francisco
San Francisco	Carora

Una vez elaborada la Tabla II, comparamos los promedios anuales que conocíamos, con los obtenidos y encontramos que el promedio de variación dentro de la hoya es de 7% por debajo de la media conocida, lo cual considera-

mos bastante satisfactorio ya que se trata de una relación aproximada.

Trazamos una Red de Thiessen en la hoya a fin de ponderar la precipitación. Aquí debemos aclarar que no hemos utilizado curvas isohyéticas por considerar que en nuestro caso particular la precisión que se obtendrá con ellas es de un valor muy relativo porque estamos utilizando datos ponderados y escasos.

Con la Red de Thiessen elaboramos la Tabla III, donde presentamos los promedios mensuales de precipitación en la hoya y con estos datos y los correspondientes de descarga y volumen del Río Morere en Puente Bolívar, elaboramos la Tabla IV y el Gráfico N° 9, donde se muestran el Escurrimiento Mensual en millones de m^3 y la Precipitación Mensual en m.m. correspondiente. La Curva la trazamos por los puntos que representan promedios de grupos tomados en los intervalos comprendidos entre 0-30; 31-60 y 61-100 millones de m^3 .

CALCULO DEL HIDROGRAMA SINTETICO

Para la elaboración del Hidrograma Unitario examinamos los hidrogramas de las mayores avenidas de las cuales hemos obtenido datos a fin de darnos una idea de sus características generales. Lamentablemente no hemos podido obtener los datos de precipitación diaria correspondientes a las avenidas, lo cual nos habría permitido comparar los resultados de la síntesis con los valores reales.

También dividimos la hoya en regiones en función del tiempo de recorrido, el cual hemos estimado en 15 horas a partir del punto más distante de los afluentes y hemos considerado 5 zonas a intervalos de 3 horas. Los respectivos porcen-

tajes del área total son:

zona de 15 horas:	24%
zona de 12 horas:	25%
zona de 9 horas:	29%
zona de 6 horas:	16%
zona de 3 horas:	6%

Para la selección de la tormenta de diseño (catastrófica) examinamos los datos existentes que hemos presentado en las distintas Tablas y hemos tomado en cuenta la dirección predominante del viento: Sureste; la máxima precipitación en 24 horas tomada de "Anuario Meteorológico de Venezuela" años 1951-2-3, publicado por el Servicio de Meteorología de las F.A.V., que presentamos a continuación:

	1950	1951	1952
	m.m.	m.m.	m.m.
Pie de Cuesta	80.7	60.1	----
Puricaure	74.2	(99.1)	70.0
Qda. Arriba	80.8	(99.1)	82.7
Carora	58.0	78.7	32.4
Jabón	----	167.2	120.0
San Francisco	----	65.9	56.0

y los mapas de la hoya elaborados por el organismo mencionado, además consideramos algunos de los cuadros sinópticos que tuvimos oportunidad de discutir y donde se ve que en las cabeceras, al Suroeste de la hoya, la precipitación es de mayor intensidad. Con todos estos datos seleccio-

namos como tormenta catastrófica una de 180 m.m. que ocurre en tres días consecutivos, distribuida en la siguiente forma:

1 er. día:	100 m.m.
2 do. día:	50 m.m.
3 er. día:	30 m.m.

Para construir el hidrograma correspondiente hemos supuesto que la lluvia ocurre en la época llamada de invierno y el escurrimiento ocurre de acuerdo con el Gráfico N° 9, en la siguiente forma:

Días	Precipitación	Escurrimiento		
	Acumulada en m.m.	Acumulado m ³	Incremento m ³	Esorrentía m.m.
			20 x 10 ⁶	4.5
1º	100	20 x 10 ⁶		
			22 x 10 ⁶	4.9
2º	150	42 x 10 ⁶		
			25 x 10 ⁶	5.6
3º	180	67 x 10 ⁶		

El método de Clark (1) para calcular el Tránsito de la Avenida se basa en el Método Muskingum (2), haciendo $x = 0$ y

$$C_0 = C_1 = \frac{0.5T}{K + 0.5T} \quad (a)$$

$$C_2 = \frac{K - 0.5T}{K + 0.5T} \quad (b)$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1 \quad (c)$$

donde:

K: tiempo total de recorrido: 15 horas (3); y

T: tiempo para el cálculo del tránsito: 3 horas,

entonces:

$$C_0 = C_1 = 0.09$$

$$C_2 = 0.82$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1$$

La ecuación básica a resolver es:

$$\left(\frac{I_1 + I_2}{2} \right) T - \left(\frac{O_1 + O_2}{2} \right) T = S_2 - S_1$$

donde:

I: caudal que llega al sitio en consideración

O: caudal que sale del sitio en consideración

S: cantidad de agua almacenada

-
- (1) C.O. Clark, Storage and the Unit Hydrograph, T. ASCE, Vol. 110, 1945.-
 - (2) Linsley, Kohler y Pauhls, Applied Hydrology, Mc. Graw Hill, 1949, p. 502.-
 - (3) Debemos hacer notar que hemos introducido la siguiente variación en el método de Clark:

..... el autor recomienda determinar el tiempo de recorrido como una función de la pendiente y de la longitud del cauce, resultado al cual ha llegado examinando esta relación en un grupo de cuencas en Norteamérica; Linsley en sus comentarios al método, recomienda introducir en la relación el área de la cuenca y también presenta sus razones a base de examen de otras cuencas.- En realidad, en el primer caso obtendríamos un valor algo bajo para K y en el segundo uno demasiado alto; lo cual nos hace pensar que los coeficientes indicados por ambos autores no se aplican en nuestro caso, o al menos habría que someterlos a un análisis más detallado. Afortunadamente disponemos de un grupo de hidrogramas, de donde hemos podido calcular el tiempo de recorrido, al menos aproximadamente.-

Los Índices 1 y 2 indican el comienzo y el fin del período T.

Al estipular que $C_0 + C_1 + C_2 = 1$ implicamos que el régimen es uniforme y constante, lo cual, en nuestro caso y en la práctica, es una suposición necesaria para la simplificación del trabajo y que no introduce mayores errores; de aquí que $I_1 = I_2$ y $C_0 I_1 + C_1 I_2 = 1 (C_0 + C_1)$, además I está expresado en porcentaje según la distribución Tiempo-Area, a que hemos hecho referencia. Los cálculos correspondientes al Hidrograma Unitario de 24 horas se muestran en las Tablas V y VI; y el Hidrograma Sintético de la Tormenta de 180 m.m. está calculado en la Tabla VII. En los Gráficos 21, 22 y 22-A, están el Hidrograma Unitario de 24 horas y el Hidrograma Sintético de 180 m.m.; este último lo hemos representado en dos gráficos, uno con el tiempo en horas para demostrar su desarrollo y otro con el tiempo en días para compararlo con los Hidrogramas de que disponíamos. De esta comparación vemos que el Sintético tiene las mismas características generales de los observados.

CONCLUSIONES

El trabajo que hemos desarrollado no pretende ser un análisis exhaustivo del problema, ni tampoco la única solución posible.

En la elaboración del Hidrograma Sintético hemos tenido que elaborar una serie de relaciones preliminares y si bien en este caso particular han producido resultados satisfactorios, debemos advertir que las condiciones generales de cualquier problema deben ser examinadas muy cuidadosamente antes de adoptar los métodos presentados.

Con respecto a la técnica en si, hemos visto que en las relaciones del Método Muskingum hemos usado $x = 0$, en lugar de $x = 0.1 - 0.3$, pero consideramos que el valor cero es una aproximación justificada, también hemos supuesto un régimen constante y uniforme a fin de simplificar el trabajo y esto creemos que está justificado ya que con el tiempo de análisis que hemos escogido de 3 horas los trechos son relativamente cortos (no lo suficientemente cortos para un estudio riguroso, pero si para uno del tipo efectuado).

Por último, hay que tener presente que los datos básicos utilizados : mapa de la hoya, elevaciones, datos de precipitación, etc., han sido escasos y un tanto rudimentarios, pero creemos que esto redunda en nuestro beneficio, ya que es en esta forma como se presentan los datos para la elaboración de gran parte de los proyectos hidráulicos en nuestro medio.

HOYA DEL RIO MORERE HASTA CARORA

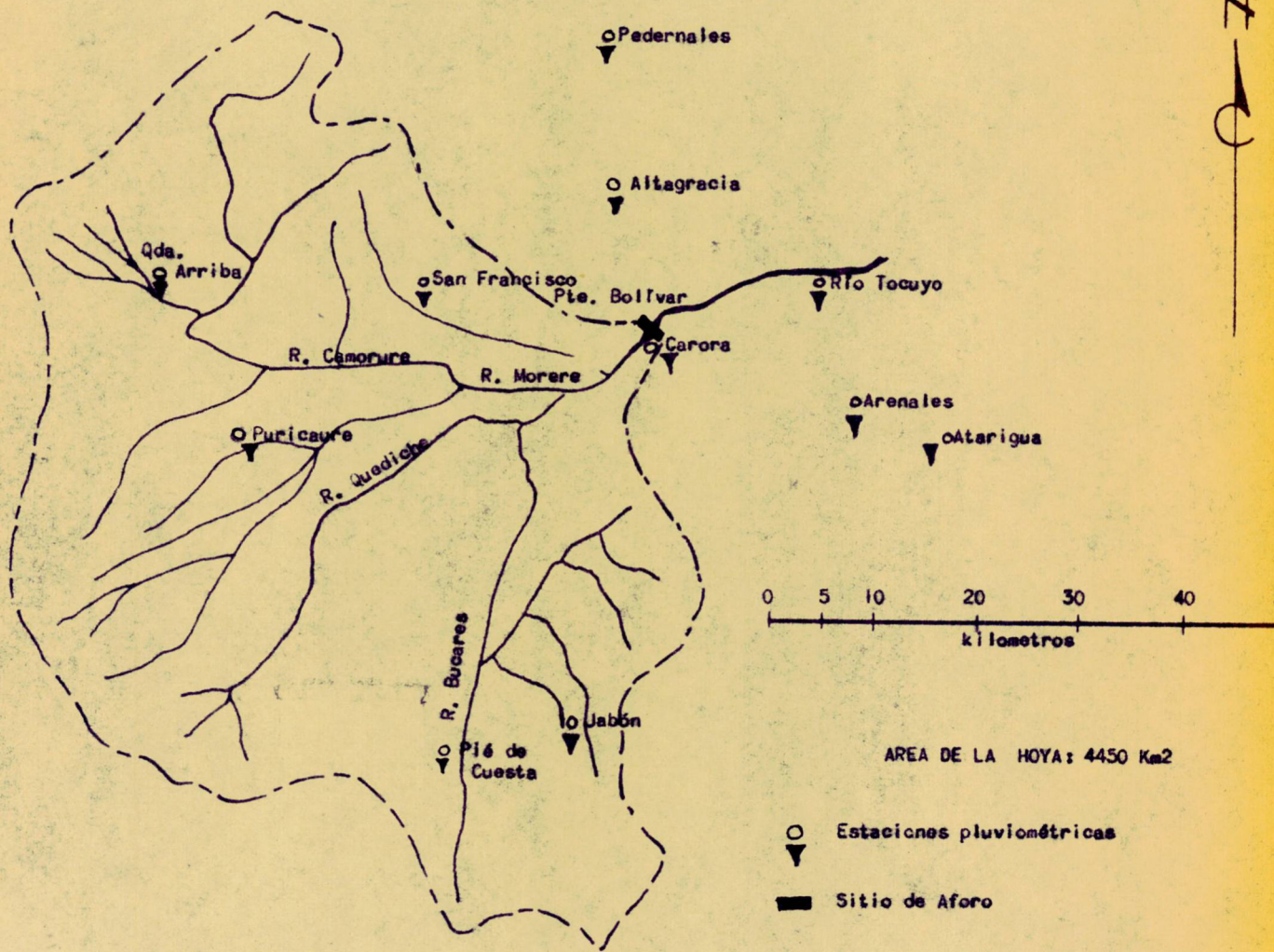


GRAFICO N° 1

TABLA I

PRECIPITACION MEDIA
ANUAL, en m.m.

ESTACION	ALTURA en mts. (s. n. m. m.)	AÑO	PRECIPITACIÓN EN m.m.
CARORA	410	1.921	722
		1.922	437
		1.923	335
		1.924	1109
		1.925	442
		1.926	580
		1.927	699
		1.928	636
		1.929	478
		1.930	479
		1.931	1023
		1.932	802
		1.933	1124
		1.934	620
		1.935	741
		1.936	(316)
		1.937	480
		1.938	918
		1.939	(462)
		1.940	473
		1.941	(387)
		1.942	592
		1.943	490
		1.944	788
		1.945	726
		1.946	317
		1.947	300
		1.948	370
		1.949	508
		1.950	807
1.951	624		
1.952 ⁿ	494		
1.953	328		
	TOTAL	19607	
	PROMEDIO	593	
CURARIGUA	700	1.950	1260
		1.951	478
		1.952	561
		1.953	546
		TOTAL	2845
	PROMEDIO	711	

NOTA: Los números entre paréntesis indican que la cantidad es parcial o estimada.-

TABLA 1
 PRECIPITACION MEDIA
 ANUAL, en m.m.

ESTACION	ALTURA en mts. (s.n.m.m.)	AÑO	PRECIPITACION en m.m.
Jabón	600	1.941	713
		1.942	1609
		1.943	1566
		1.944	1617
		1.945	1288
		1.946	965
		1.947	1189
		1.948	1022
		1.949	1225
		1.950	2121
		1.951	1311
		1.952	1183
		1.953	1083
			TOTAL
	PROMEDIO	1299	
Pedernales	500	1.950	781
		1.951	670
		1.952	573
		1.953	563
			TOTAL
	PROMEDIO	647	
Pie de Cuesta	525	1.941	480
		1.942	823
		1.943	851
		1.944	---
		1.945	(584)
		1.946	(763)
		1.947	(751)
		1.948	787
		1.949	739
		1.950	1536
		1.951	1117
		1.952	915
		1.953	845
			TOTAL
	PROMEDIO	849	

NOTA: --- indica ausencia del dato.

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN Atarigua Y EN Arenales EN M.M.

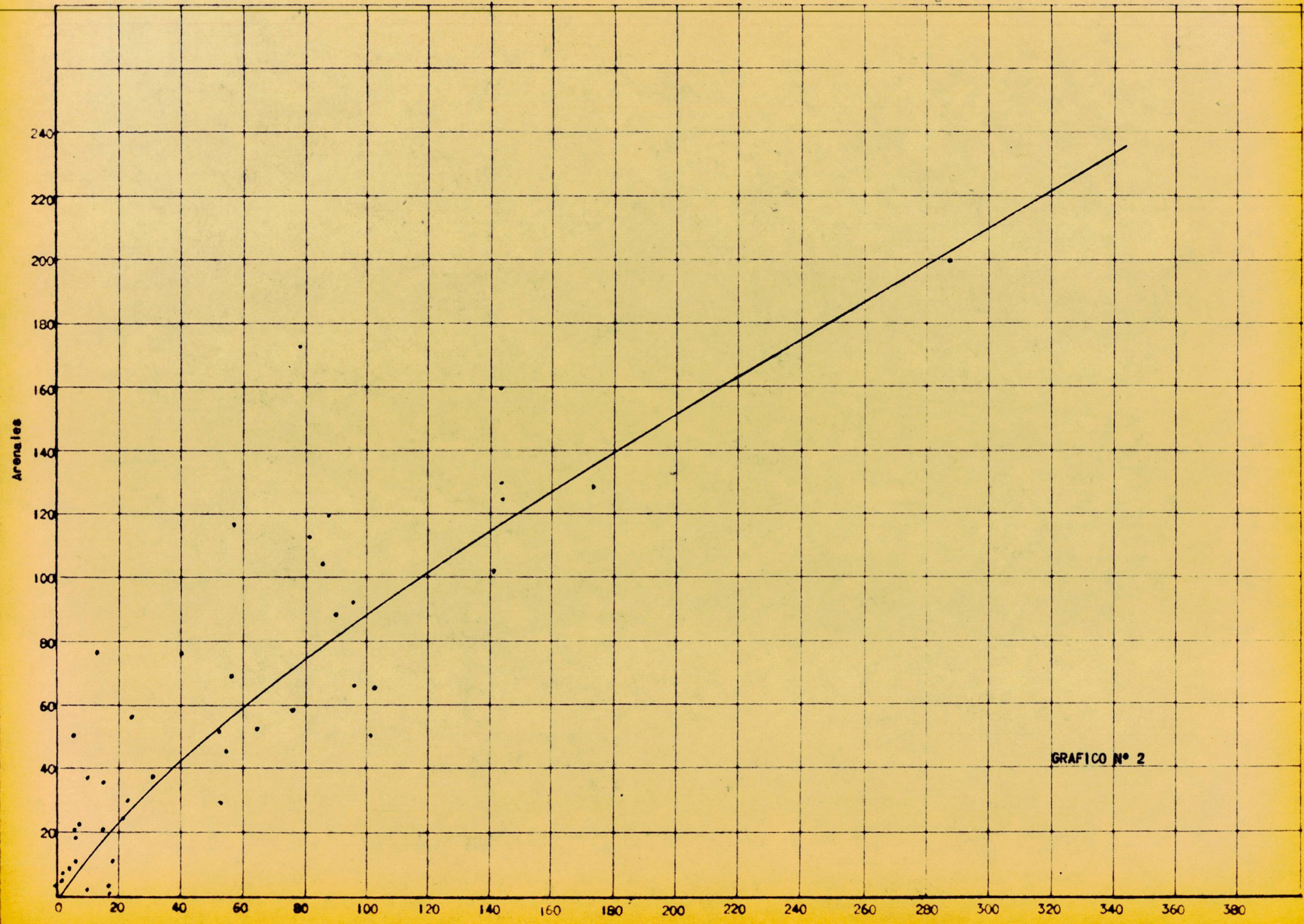
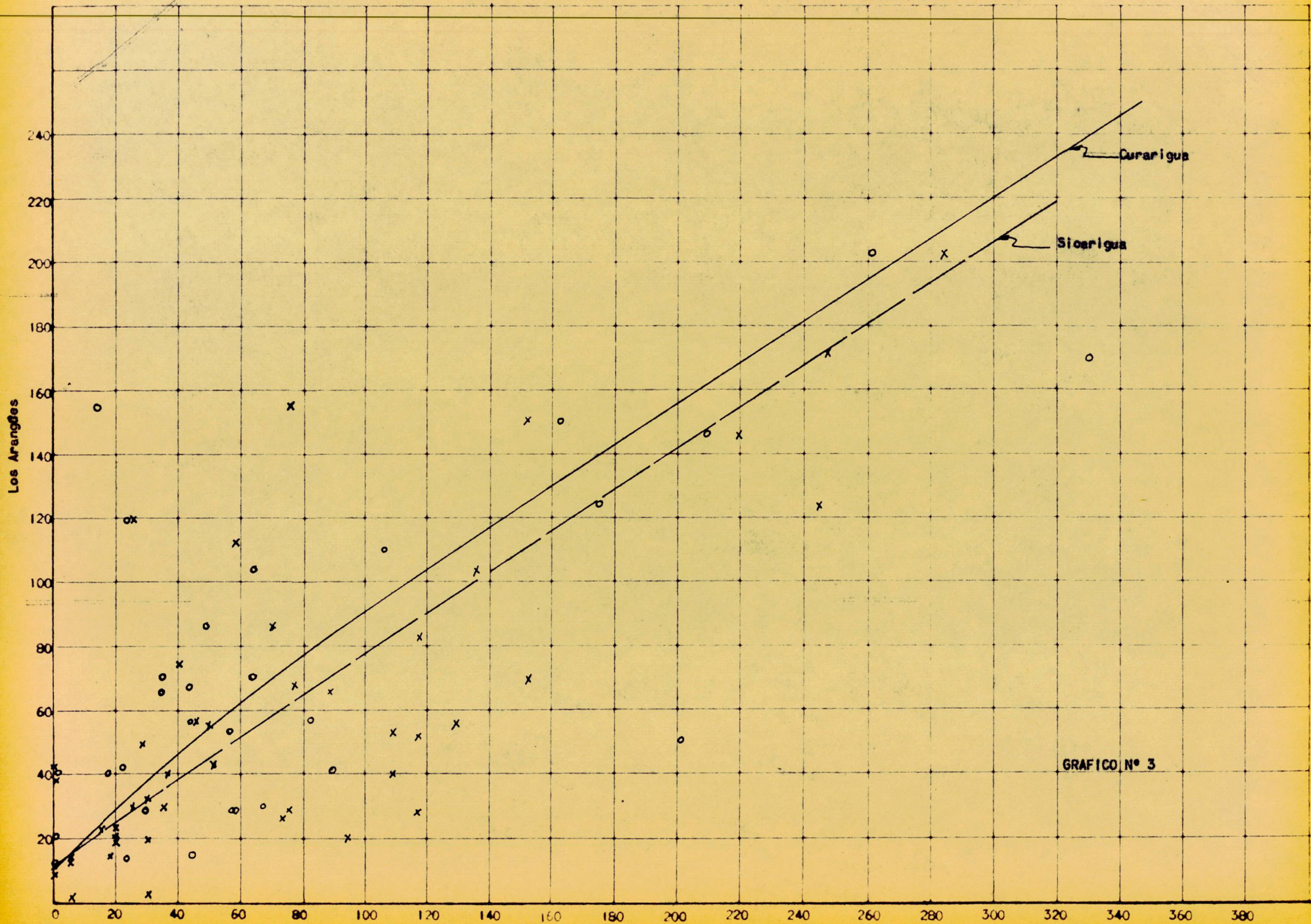


GRAFICO N° 2

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN Curarigua o, Sicarigua x Y EN Los Arangües EN M.M.



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN

Quebrada Arriba

Y EN

Puricaure

EN M.M.

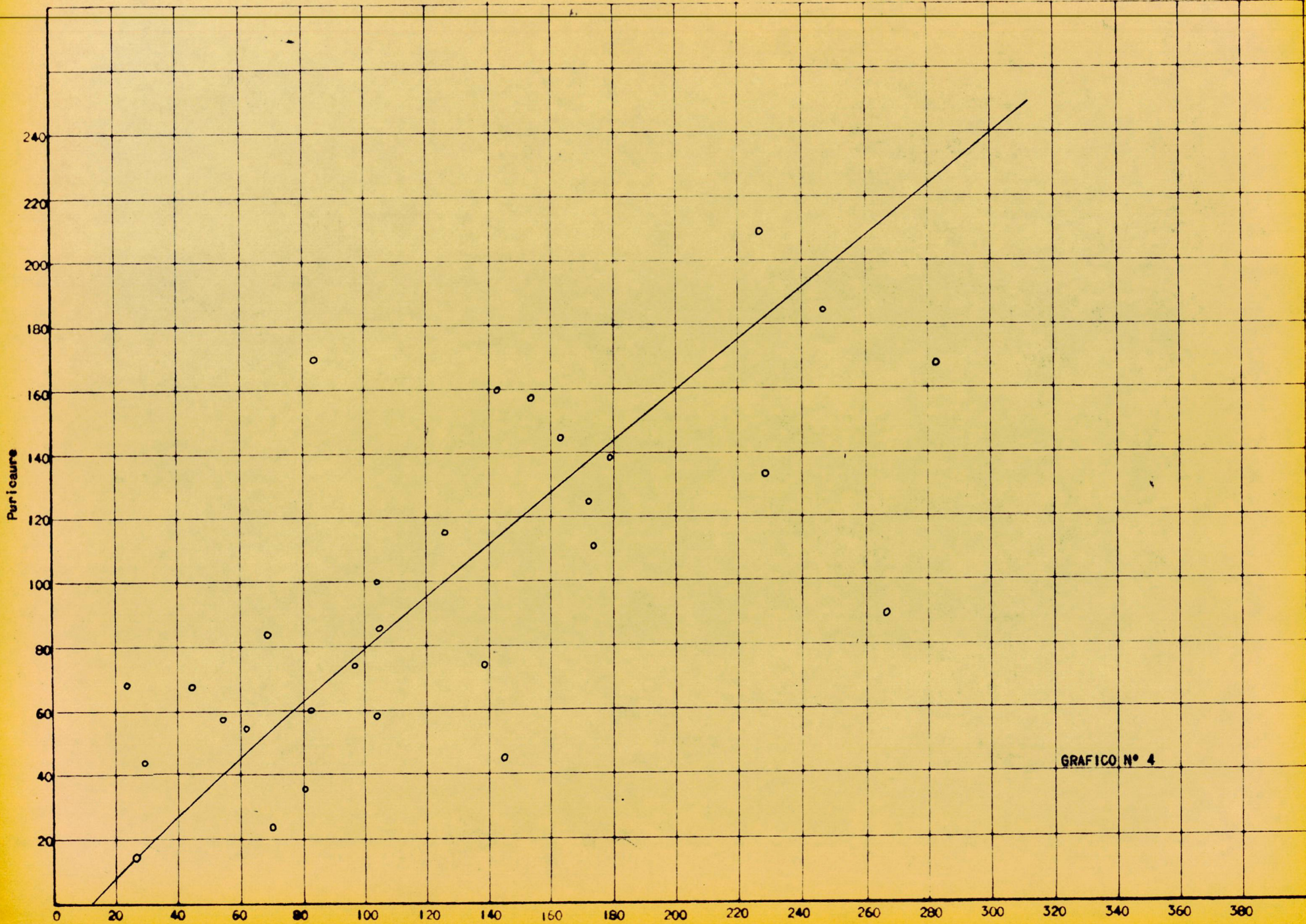
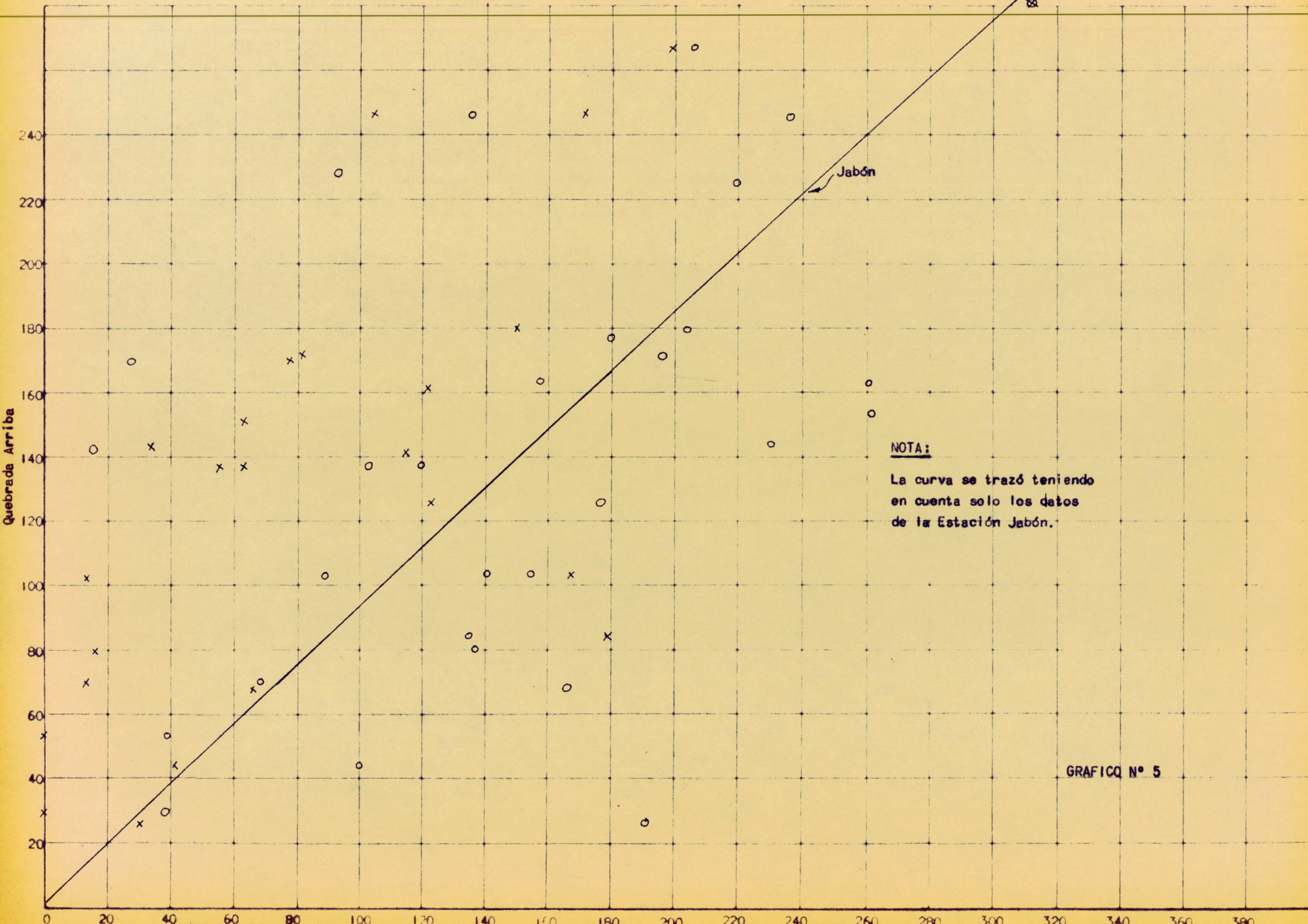


GRAFICO N° 4

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN Jabón Y EN Quebrada Arriba EN M.M.



NOTA:
La curva se trazó teniendo en cuenta solo los datos de la Estación Jabón.

GRAFICO N° 5

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN

Carora

Y EN

San Francisco

EN M.M.

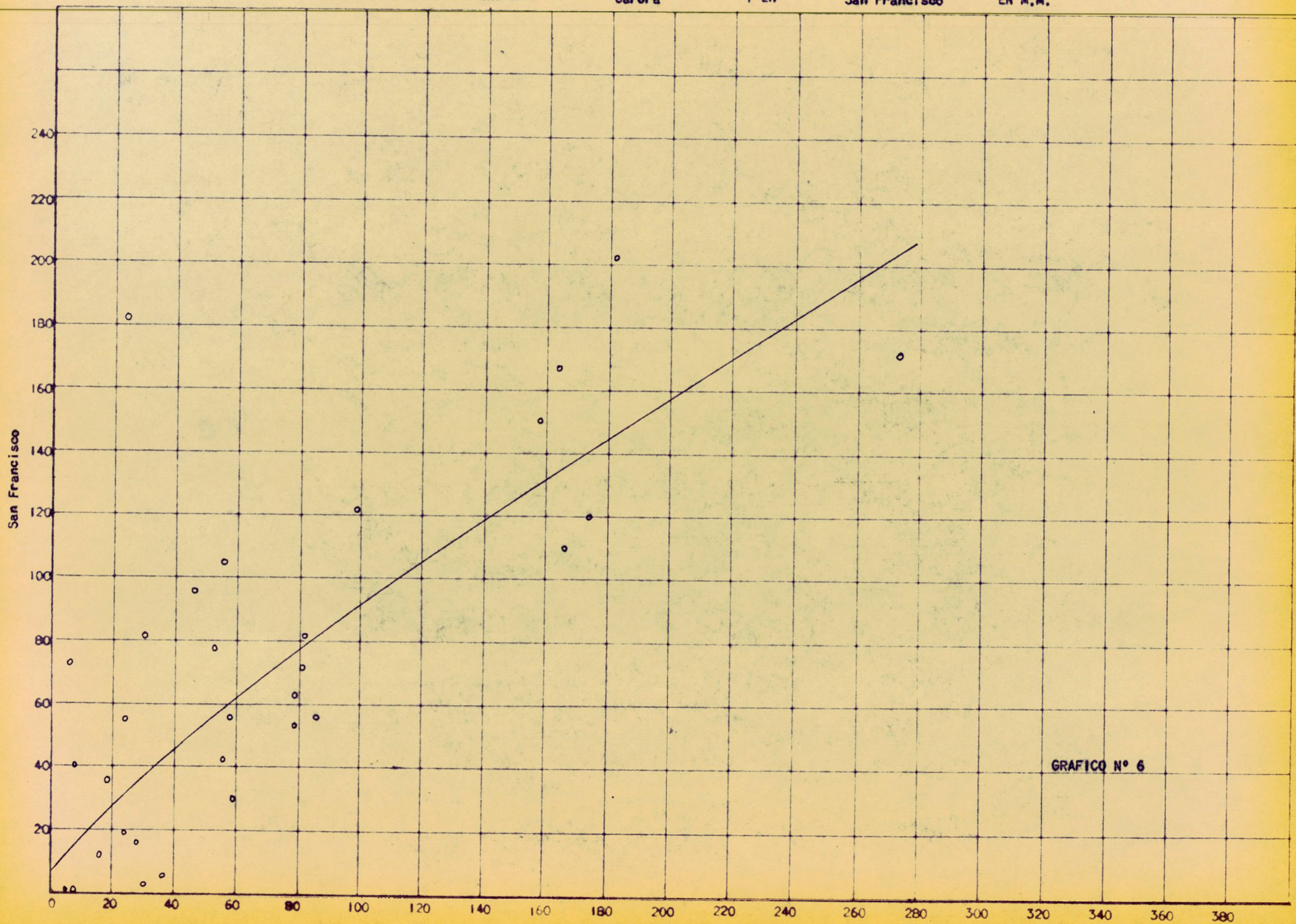


GRAFICO N° 6

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN Altagracia o, Pedernales xY EN San Francisco EN M.M.

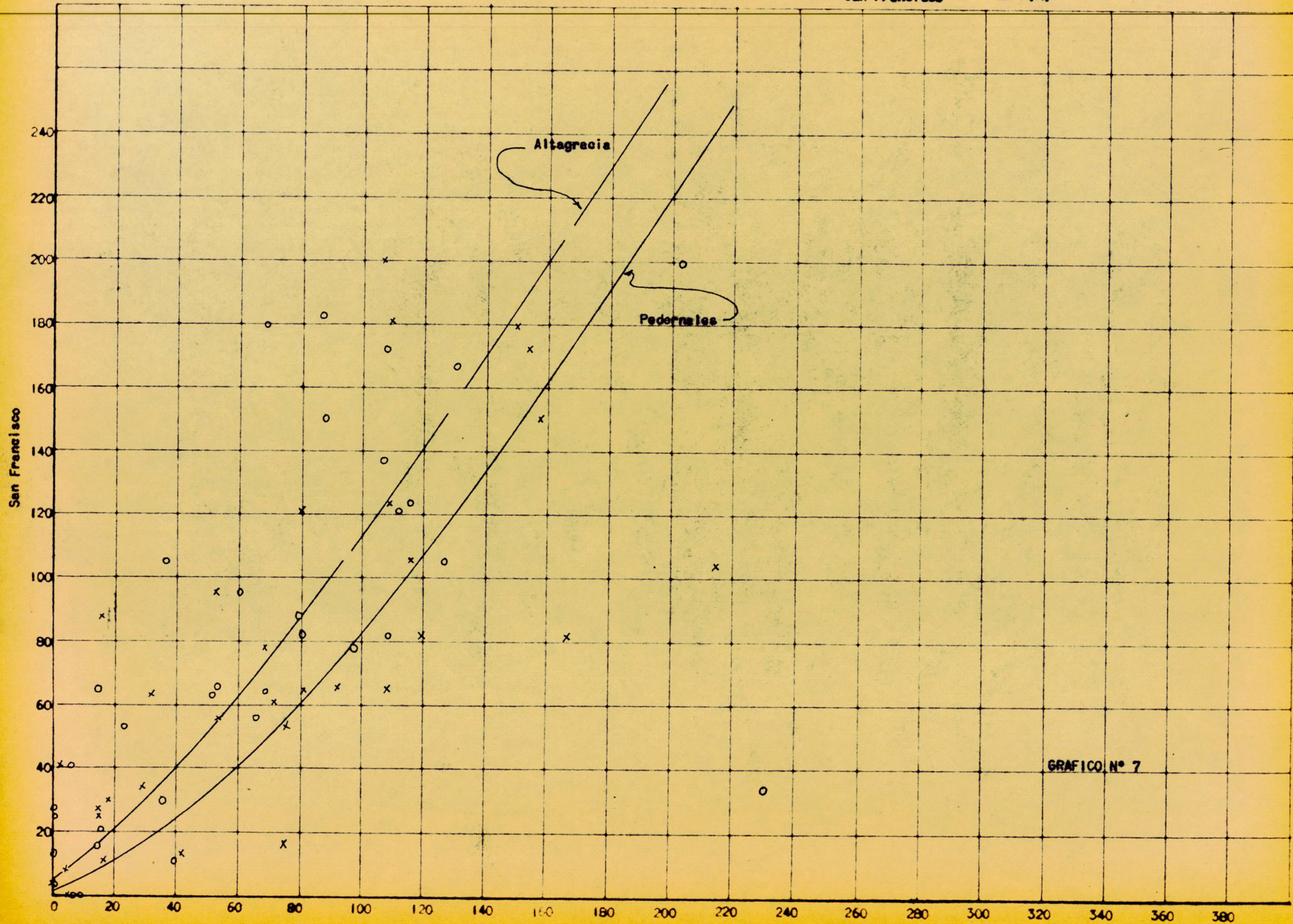


GRAFICO N° 7

DATOS DE PRECIPITACION MENSUAL, en m.m.

AÑO - MES	GRUPO I		GRUPO II			GRUPO III		GRUPO IV		GRUPO V			GRUPO VI		TOTAL	PROME- DIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
47-1	(0)	0	0	7	0	7	0	(0)	(8)	(0)	(1)	1	0	6	30	2
2	(12)	10	(25)	35	73	94	35	(70)	(88)	(0)	(1)	0	4	27	474	34
3	(0)	0	0	0	0	19	10	(7)	(19)	(0)	(1)	0	0	0	56	4
4	(0)	0	(13)	23	20	12	28	(0)	(12)	(0)	(1)	0	6	0	116	16
5	(23)	20	(10)	19	30	31	52	(18)	(31)	(17)	(33)	19	23	17	342	24
6	(0)	0	(12)	22	15	47	30	(32)	(45)	(17)	(33)	19	0	0	272	19
7	(18)	16	16	(55)	59	104	77	(78)	(98)	(67)	(91)	73	5	29	798	56
8	(44)	41	41	(89)	85	60	79	(43)	(57)	(10)	(22)	12	15	10	683	49
9	(32)	28	28	(22)	32	176	90	(152)	(164)	(44)	(66)	44	3	54	937	67
10	(224)	301	301	(262)	198	310	327	(224)	(278)	(161)	(179)	203	181	98	3209	230
11	(23)	20	20	(66)	67	249	28	(186)	(230)	(101)	(5)	3	28	17	952	68
12	(12)	10	(7)	18	20	29	3	(16)	(28)	(0)	(10)	5	35	0	193	14
48-1	(17)	15	(20)	30	10	45	6	(30)	(43)	0	(1)	0	1	0	218	16
2	(3)	3	(0)	11	5	0	3	(0)	(2)	0	(2)	2	6	0	37	3
3	(0)	0	(0)	0	0	13	6	(2)	(14)	0	(1)	0	0	0	36	3
4	(46)	(43)	(43)	49	55	121	60	(92)	(43)	(32)	(50)	(32)	25	62	823	59
5	(92)	(104)	(104)	94	(123)	137	170	(102)	(126)	(42)	(64)	(44)	38	105	1345	96
6	(0)	0	(0)	0	(0)	20	13	(8)	(20)	(17)	(33)	(19)	11	5	146	10
7	(68)	(70)	(70)	70	(86)	150	72	(113)	(140)	(38)	(60)	(40)	34	13	1024	73
8	(44)	(42)	(112)	100	(117)	86	120	(63)	(81)	(62)	(86)	(66)	65	7	1051	75
9	(52)	(50)	(55)	59	(70)	98	33	(74)	(92)	(12)	(25)	(14)	6	17	657	47
10	(42)	(40)	(44)	50	(55)	182	182	(138)	(170)	(125)	(142)	(136)	165	43	1515	11
11	(0)	(0)	(0)	12	(0)	90	71	(68)	(84)	(14)	(28)	(16)	8	10	401	29
12	(0)	(0)	(0)	2	(0)	69	51	(51)	(65)	(17)	(33)	(19)	11	10	328	23
49-1	(6)	5	(10)	0	0	0	34	(0)	(2)	(4)	(18)	(8)	0	0	87	6
2	(0)	0	(10)	0	10	20	12	(8)	(20)	(4)	(18)	(8)	0	0	110	8
3	(70)	73	(47)	55	50	79	16	(39)	(63)	(35)	(57)	(36)	30	28	678	48
4	10	(8)	0	0	38	154	68	(116)	(143)	(16)	(32)	(18)	10	8	621	44
5	26	(22)	(0)	6	122	147	62	(111)	(137)	(33)	(52)	(34)	27	10	789	56
6	43	(41)	(0)	2	30	50	75	(35)	(48)	(4)	(18)	(8)	1	5	360	26
7	3	0	(24)	(22)	15	20	32	(8)	(20)	(5)	(19)	(9)	2	0	179	13
8	113	81	(83)	(70)	87	88	39	(65)	(82)	(20)	(37)	(21)	13	158	957	68
9	10	18	(76)	74	40	70	140	(52)	(66)	(38)	(60)	40	7	10	741	53
10	102	141	(150)	(136)	187	220	106	(165)	(204)	(96)	(122)	110	165	123	2027	144
11	104	85	(192)	(178)	251	230	123	(162)	(213)	(103)	(130)	120	173	61	2035	145
12	76	40	(88)	(66)	80	77	32	(58)	(73)	(67)	(91)	72	80	50	950	68

GRUPO I

- 1.- Aranzales
- 2.- Aterigua

GRUPO II

- 3.- Curarigua
- 4.- Los Arangnes
- 5.- Sibarigua

GRUPO III

- 6.- Jabón
- 7.- Plá de Cuesta

GRUPO IV

- 8.- Puricaura
- 9.- Qda. Arriba

GRUPO V

- 10.- Attagracia
- 11.- Pedernales
- 12.- San Francisco

GRUPO VI

- 13.- Carara
- 14.- Rto Tocuyo

NOTA: Los números entreparéntesis indican que la cantidad es estimada.

TABLA II

DATOS DE PRECIPITACION MENSUAL, en m.m.

AÑO - MES	GRUPO I		GRUPO II			GRUPO III		GRUPO IV			GRUPO V			GRUPO VI		TOTAL	PROME- DIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
50-1	1	10	(10)	20	20	40	8	(26)	(38)	(0)	(1)	0	0	0	174	12	
2	7	45	0	0	10	0	42	(0)	(2)	(24)	(30)	24	1	0	195	14	
3	0	0	(20)	29	35	87	38	(65)	(82)	(0)	(4)	2	0	0	362	25	
4	69	56	56	53	110	204	111	210	(260)	(59)	(76)	56	57	60	1437	100	
5	201	258	332	174	248	433	230	240	181	87	157	151	167	236	3195	228	
6	29	53	52	(80)	101	137	84	35	80	14	75	16	27	3	706	50	
7	35	15	(0)	0	0	38	39	44	29	8	19	0	5	0	232	16	
8	120	86	210	148	220	313	232	169	283	126	214	105	55	65	2346	170	
9	117	57	82	56	130	261	93	158	153	51	31	63	78	61	1391	100	
10	173	68	262	206	285	227	186	314	248	107	143	175	274	238	2904	210	
11	125	144	163	152	141	360	298	145	162	111	80	122	88	30	2121	150	
12	0	20	43	67	67	100	175	67	44	5	2	41	55	10	696	50	
51-1	24	21	24	119	25	39	41	57	54	6	5	0	11	0	426	30	
2	50	101	14	157	66	229	105	160	142	60	52	96	45	10	1287	92	
3	37	31	64	104	136	181	100	14	26	35	18	30	48	0	824	59	
4	1	45	67	29	35	141	73	85	104	86	6	183	23	75	953	68	
5	37	10	64	70	153	155	201	100	103	130	37	168	163	83	1424	105	
6	8	4	23	13	5	68	86	23	70	0	41	13	7	15	376	27	
7	4	2	0	20	95	26	60	45	144	230	29	34	1	3	693	50	
8	30	23	29	27	75	196	131	111	173	108	166	82	30	77	1258	90	
9	18	6	89	40	110	28	83	125	171	97	58	78	52	41	996	71	
10	22	7	22	42	51	94	81	56	61	80	119	82	81	96	894	64	
11	76	13	39	86	70	120	130	36	138	55	64	56	85	10	978	70	
12	50	5	43	14	18	34	260	59	61	22	75	53	78	8	546	39	
52-1	6	2	0	41	0	53	0	0	0	7	0	4	4	0	117	8	
2	0	0	0	12	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	23	2	
3	6	20	17	40	36	110	10	15	6	15	0	21	51	0	347	24	
4	92	95	203	52	118	180	215	139	179	79	15	86	40	108	1601	114	
5	20	15	48	28	75	157	100	37	166	39	16	11	49	25	786	56	
6	10	6	1	7	0	30	10	66	0	0	14	25	33	22	224	16	
7	58	76	44	56	(64)	84	163	134	229	5	71	60	78	99	1157	83	
8	4	1	0	2	0	0	67	12	74	0	9	11	1	11	190	14	
9	45	55	52	17	93	135	93	170	84	68	150	180	34	44	1150	82	
10	56	24	105	111	58	103	48	74	138	68	81	63	28	102	1059	75	
11	66	96	57	24	119	177	107	116	125	115	108	123	133	98	1464	104	
12	52	64	34	65	89	167	102	84	68	53	109	65	43	30	1025	73	

GRUPO I

- 1.- Arenates
- 2.- Atarigua

GRUPO II

- 3.- Curarigua
- 4.- Los Arangues
- 5.- Sicerigua

GRUPO III

- 6.- Jabón
- 7.- Plá de Cuesta

GRUPO IV

- 8.- Puricure
- 9.- Qda. Arriba

GRUPO V

- 10.- Altagracia
- 11.- Pedernales
- 12.- San Francisco

GRUPO VI

- 13.- Carora
- 14.- Rfo Tocuyo

NOTA: Los números entreparéntesis indican que la cantidad es estimada.

TABLA II

DATOS DE PRECIPITACION MENSUAL, en m.m.

AÑO - MES	GRUPO I		GRUPO II			GRUPO III		GRUPO IV		GRUPO V			GRUPO VI		TOTAL	PROME- DIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
53-1	5	0	35	70	5	23	80	14	36	12	1	0	38	0	319	23
2	2	17	8	1	23	17	13	33	40	11	9	0	7	0	181	13
3	0	17	0	48	26	40	0	27	18	4	0	5	0	0	185	13
4	129	163	26	33	23	89	55	58	103	29	47	13	14	39	821	59
5	11	20	44	17	0	115	88	74	96	14	92	55	23	8	657	47
6	6	2	41	(60)	72	57	69	58	23	51	48	36	18	16	497	35
7	27	2	0	4	35	52	21	60	82	26	39	7	6	19	380	27
8	2	12	0	5	0	32	42	40	44	0	0	0	0	0	177	13
9	89	90	44	69	69	137	117	185	247	36	116	105	49	82	1435	103
10	160	143	176	123	266	206	191	90	227	203	106	201	83	57	2272	163
11	65	110	131	39	50	220	94	210	227	79	84	38	71	27	1445	104
12	9	15	41	36	80	95	75	42	0	29	21	63	19	17	542	39
54-1	3	11	2	20	0	0	0	0	18	0	0	4	4	5	67	5
2	51	52	44	55	45	13	62	44	40	106	24	137	25	41	739	53
3	1	0	1	55	0	9	0	0	44	0	1	39	32	0	176	13
TOTAL	3524	3515	4451	4305	5547	9116	6866	6531	8288	3650	4285	4231	3492	2953		
Pa	495	494	629	597	786	1299	972	927	1165	506	609	579	490	415		
P	538	538	711	685	884	1299	849	1010	1215	558	647	675	593	415		
%	- 8	- 8	- 10	- 13	- 11	0	+ 14	- 8	- 4	- 9	- 6	- 14	- 17	0		

GRUPO I

- 1.- Arenales
- 2.- Aterigua

GRUPO II

- 3.- Curarigua
- 4.- Los Arangües
- 5.- Sicarigua

GRUPO III

- 6.- Jabón
- 7.- Pie de Cuesta

GRUPO IV

- 8.- Puricaure
- 9.- Qda. Arriba

GRUPO V

- 10.- Altagracia
- 11.- Pedernales
- 12.- San Francisco

GRUPO VI

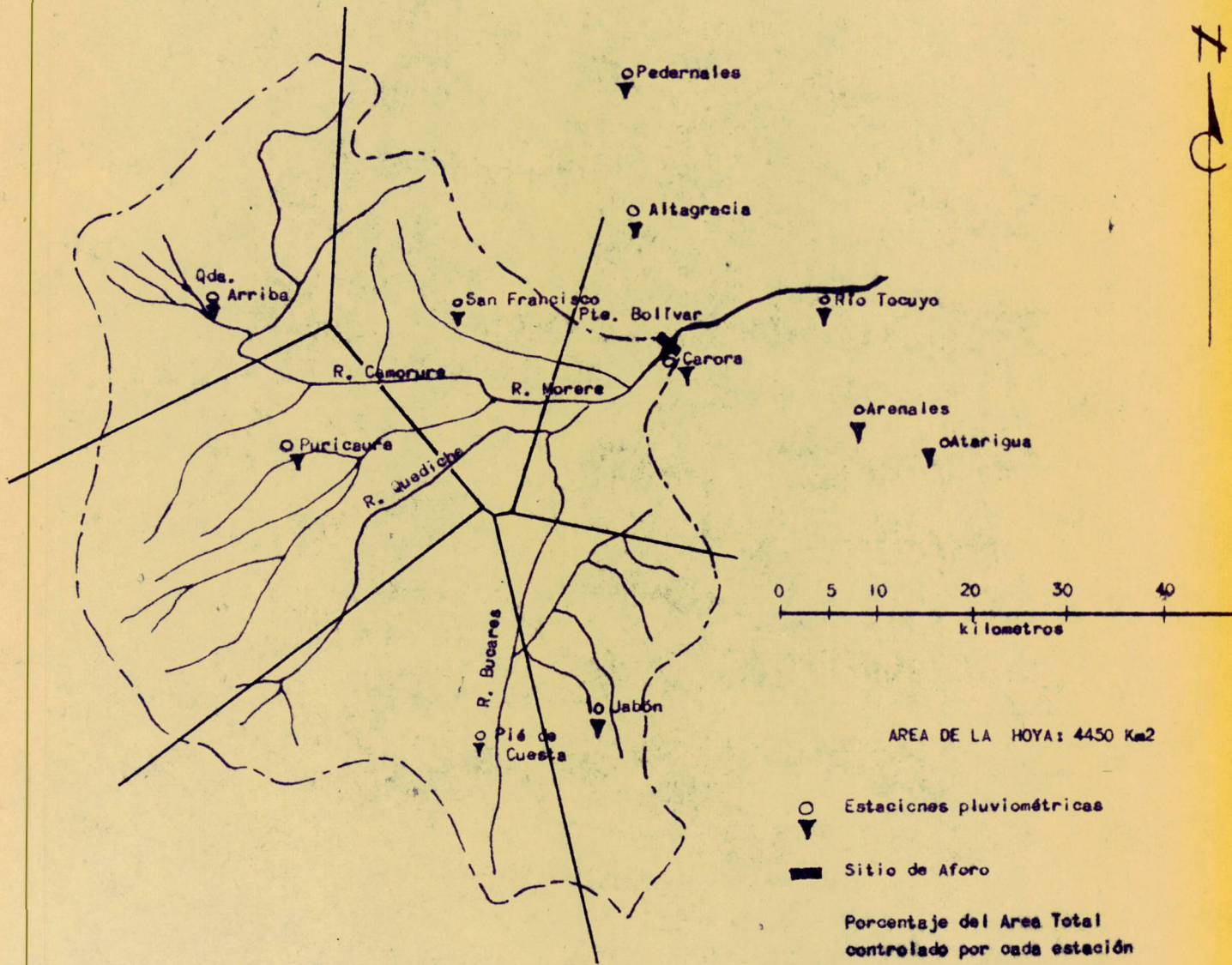
- 13.- Carora
- 14.- Rfo Toouyo

NOTA: Los números entre-paréntesis indican que la cantidad es estimada.

Pa: Promedio corregido
 P: Promedio sin corregir
 %: Variación en % tomando como 100 % el valor P

HOYA DEL RIO MORERE HASTA CARORA

Red de Thiessen



AREA DE LA HOYA: 4450 Km²

- Estaciones pluviométricas
- ▼ Sitio de Aforo

Porcentaje del Area Total controlado por cada estación

CARORA	8%
JABON	14%
PIE DE QUESTA	19%
PURICAURE	27%
QDA. ARRIBA	17%
SAN FRANCISCO	15%

PRECIPITACION MENSUAL DENTRO DE LA HOYA (según red de Thalesen), en m.m.

AÑO MES	(1) x 14%	(2) x 19%	(3) x 27%	(4) x 17%	(5) x 15%	(6) x 8%	Σ 100	AÑO MES	(1) x 14%	(2) x 19%	(3) x 27%	(4) x 17%	(5) x 15%	(6) x 8%	Σ 100
47-1	98	0	0	136	15	0	2,5	50-1	560	152	702	646	0	0	20,6
2	1316	665	1890	496	0	32	44,0	2	0	798	0	34	360	8	12,0
3	266	190	189	323	0	0	9,7	3	1218	722	1755	1394	30	0	51,2
4	168	532	0	204	0	48	9,5	4	2856	2109	5670	4420	840	456	163,5
5	434	988	486	527	285	184	29,0	5	6062	4370	6480	3077	2265	1336	235,9
6	658	570	864	765	285	0	31,4	6	1918	1596	1945	1360	240	216	62,7
7	1456	1463	2106	1666	1095	40	78,3	7	532	741	1188	493	0	40	30,0
8	840	1501	1161	969	180	120	47,7	8	4382	4408	4563	4811	1575	440	201,8
9	2464	1710	4104	2788	660	24	117,5	9	3654	1767	4266	2601	540	624	134,5
10	4340	6213	6048	4726	3045	1448	258,2	10	3178	3534	8478	4216	2595	2192	241,9
11	3486	532	5022	3910	45	224	132,2	11	5040	5662	3915	2754	1830	704	199,0
12	406	57	432	476	75	280	117,3	12	1400	3325	1809	748	615	440	83,4
48-1	630	114	810	731	0	8	22,9	51-1	546	779	1539	918	0	88	38,7
2	0	57	0	34	30	48	1,7	2	3206	1995	4320	2414	1440	360	137,4
3	182	114	54	238	0	0	5,9	3	2534	1900	378	442	450	384	60,9
4	1694	1140	2484	1921	480	200	79,2	4	1974	1387	2295	1768	2745	184	103,5
5	1918	3230	2754	2142	660	304	110,1	5	2170	3819	2700	1751	2520	1304	142,6
6	280	247	216	340	285	88	14,6	6	952	1634	621	1190	198	56	46,5
7	2100	1368	3051	2380	600	272	97,7	7	364	1140	1215	2448	510	8	56,8
8	1204	2280	1701	1377	990	520	80,7	8	2744	2498	2997	2941	1230	240	126,5
9	1372	627	1998	1564	210	48	58,2	9	392	1577	3375	2907	1170	416	98,4
10	2548	3458	3726	2890	2040	1320	159,8	10	1316	1539	1512	1037	1230	648	72,8
11	1260	1349	1836	1428	240	64	61,8	11	1680	2470	972	2346	840	680	90,9
12	966	969	1377	1105	285	88	47,9	12	476	4940	1593	1037	795	624	94,6
49-1	0	646	0	34	120	0	8,0	52-1	742	0	0	0	60	32	8,3
2	280	228	216	340	120	0	11,8	2	0	0	243	34	0	0	2,7
3	1106	304	1053	1071	540	240	43,1	3	1540	190	405	102	315	408	29,6
4	2156	1298	3132	2431	270	80	93,7	4	2520	4085	3753	3043	1290	320	148,3
5	2058	1178	2997	2329	510	216	92,9	5	2198	1900	999	2822	165	392	84,8
6	700	1425	945	816	120	8	40,1	6	420	190	1782	0	375	264	30,3
7	280	608	216	340	135	16	15,9	7	1176	3097	3618	3893	900	624	133,1
8	1232	741	1755	1394	315	104	55,4	8	0	1273	324	1258	165	8	30,3
9	980	2660	1404	1122	600	56	68,2	9	1890	1767	4590	1428	2700	272	126,5
10	3080	2014	4455	3468	1650	1320	159,9	10	1442	912	1998	2346	945	224	78,7
11	3220	2337	4374	3621	1800	1384	167,4	11	2478	2033	3132	2125	1845	1064	126,8
12	1078	608	1566	1241	1080	640	62,1	12	2338	1938	2268	1156	975	344	90,2

- (1) Jabón
- (2) Pie de Cuesta
- (3) Purlocaure
- (4) Oda. Arriba
- (5) San Francisco
- (6) Carora

TABLA III

TABLA DE PRECIPITACION, DESCARGA Y VOLUMEN

AÑO - MES	P	D	V
47-1	2,5	1,1	2,9
2	44,0	0,6	1,4
3	9,7	0,5	1,3
4	9,5	1,0	2,6
5	29,0	1,7	4,7
6	31,4	0,7	1,9
7	78,3	0,7	1,9
8	47,7	2,6	7,1
9	117,5	11,5	29,8
10	258,2	18,6	49,7
11	132,2	2,2	5,7
12	17,3	1,5	4,2
48-1	22,9	0,2	0,4
2	1,7	0,1	0,2
3	5,9	0,1	0,2
4	79,2	0,4	0,9
5	110,1	2,3	6,1
6	14,6	2,3	6,1
7	97,7	0,6	1,4
8	80,7	3,1	8,3
9	58,2	0,9	2,3
10	159,8	17,1	45,8
11	61,8	2,2	5,7
12	47,9	0,3	0,9
49-1	8,0	0,0	0,0
2	11,8	0,0	0,0
3	43,1	0,0	0,0
4	93,7	0,2	0,4
5	92,9	1,3	3,4
6	40,1	0,3	0,8
7	15,9	0,3	0,8
8	55,4	1,7	4,7
9	62,8	7,5	19,5
10	159,9	12,6	33,8
11	167,4	31,6	82,0
12	62,1	3,4	9,1

AÑO - MES	P	D	V
50-1	20,6	1,1	2,9
2	12,0	0,9	2,3
3	51,2	3,8	10,3
4	163,5	1,5	4,2
5	235,9	36,3	97,2
6	62,7	16,7	43,3
7	30,0	2,5	6,6
8	201,8	4,1	10,9
9	134,5	8,9	23,0
10	241,9	13,7	36,6
11	199,0	42,2	109,5
12	83,4	24,5	65,7
51-1	38,7	7,5	18,2
2	137,4	13,5	32,7
3	60,9	8,4	22,4
4	103,5	8,5	21,9
5	142,6	22,1	59,1
6	46,5	5,3	13,6
7	56,8	6,0	16,1
8	126,5	7,9	21,1
9	98,4	10,8	28,1
10	72,8	11,5	29,8
11	90,9	12,9	33,4
12	94,6	6,8	16,5
52-1	8,3	1,8	4,9
2	2,7	0,7	1,9
3	29,6	1,6	4,3
4	148,3	6,9	17,9
5	94,8	6,1	16,4
6	30,3	0,6	1,4
7	133,1	4,9	13,2
8	30,3	1,5	4,2
9	126,5	6,0	16,1
10	78,7	4,0	10,7
11	126,8	8,8	22,9
12	90,2	17,2	46,2

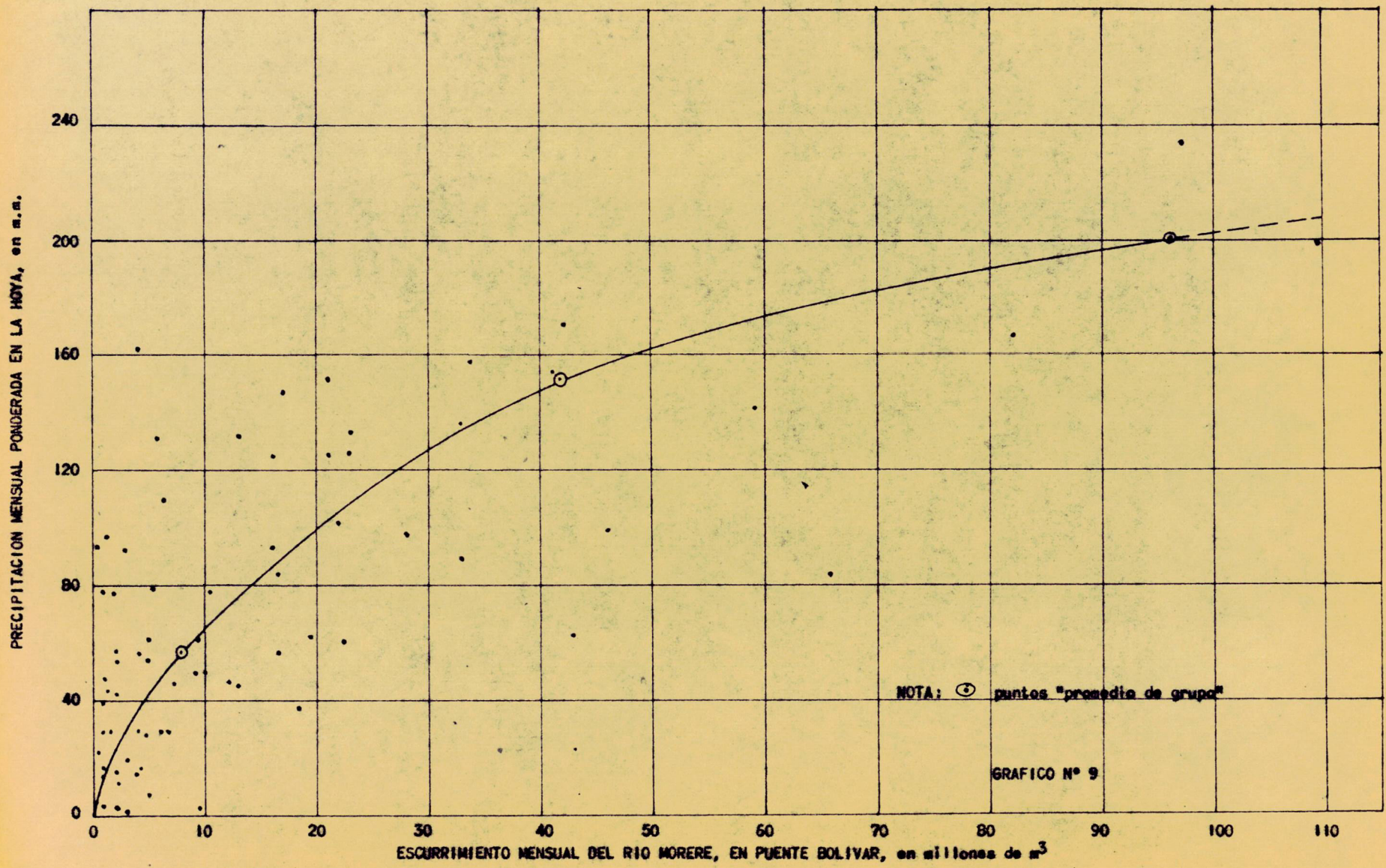
AÑO - MES	P	D	V
53-1	31,4	2,5	6,6
2	21,1	1,2	3,0
3	16,7	0,9	2,3
4	57,2	1,5	4,2
5	79,2	2,0	5,4
6	47,5	4,7	12,1
7	42,9	1,1	2,9
8	30,7	0,3	0,9
9	153,0	8,2	21,2
10	171,6	16,2	42,3
11	153,3	15,8	41,0
12	49,9	3,3	8,9
54-1	4,0	0,4	0,9
2	54,8	1,1	2,9
3	17,2	0,3	0,9

P: Precipitación en la hoya,
en m.m. calculada mediante
una red de thiesen

D: Descarga en Puente Bolívar,
en m³/seg

V: Volumen de Escurrimiento,
en millones de m³

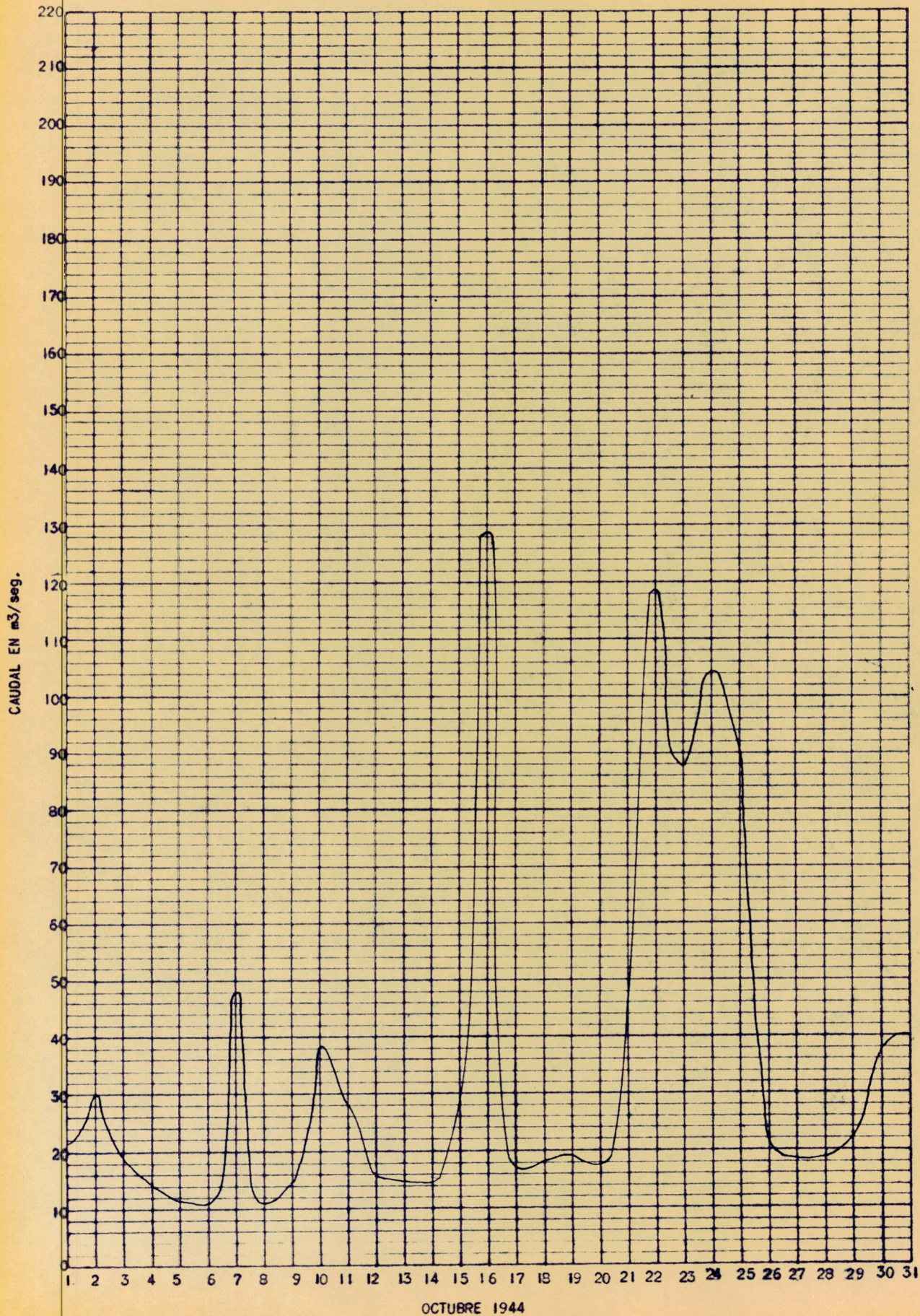
TABLA IV



NOTA: ⊙ puntos "promedio de grupo"

GRAFICO N° 9

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.



CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

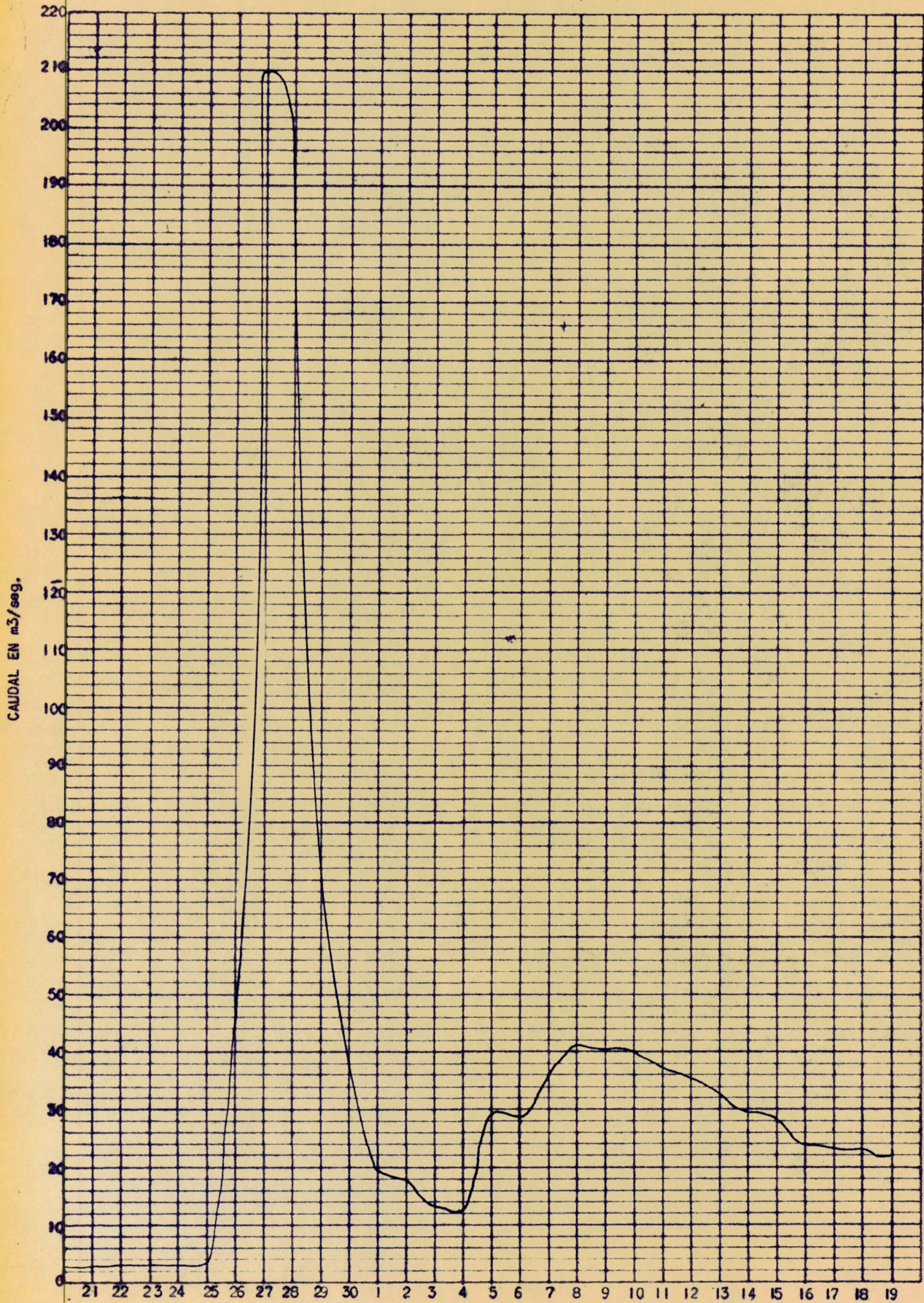


GRAFICO N° 1

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1945

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

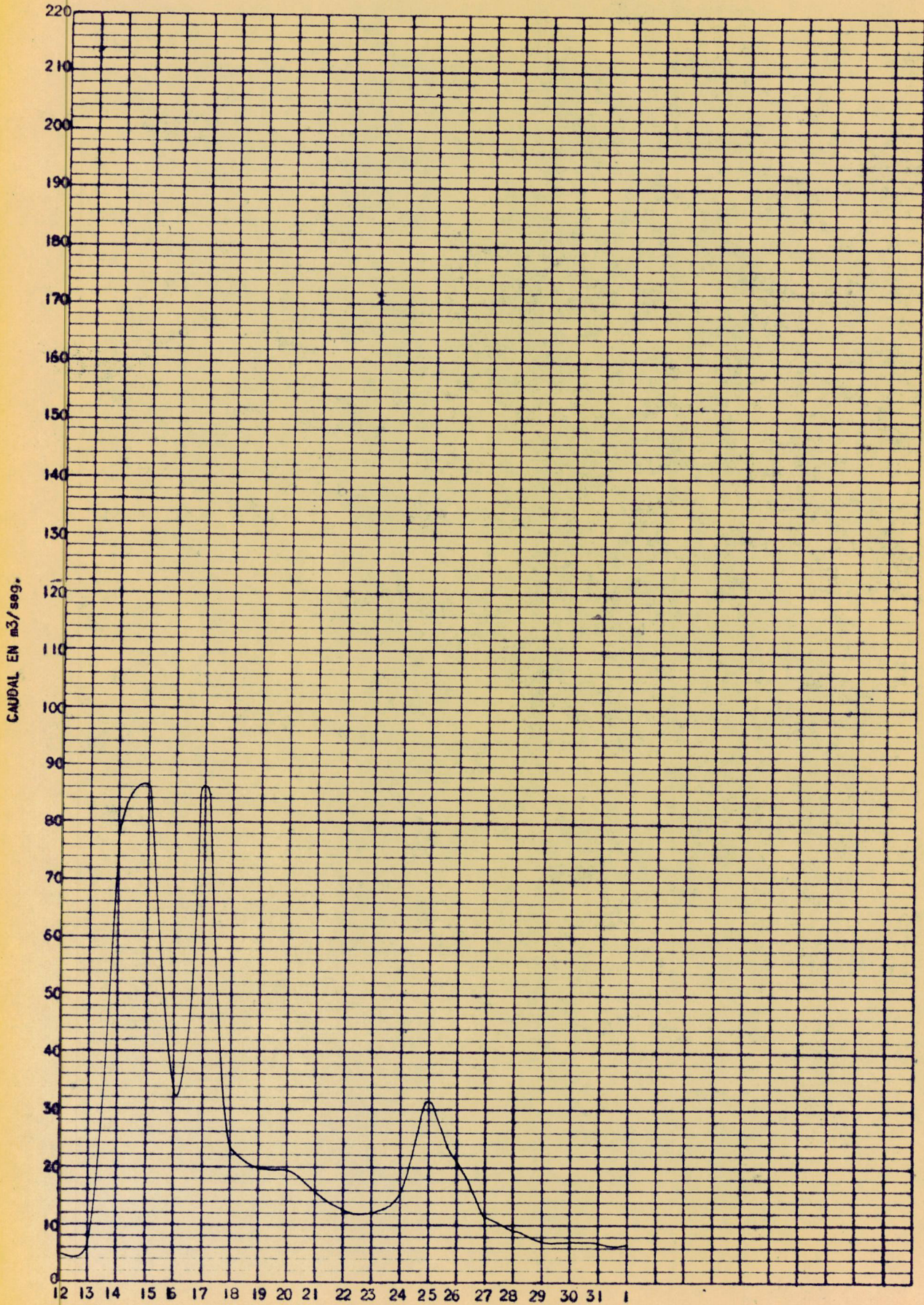


GRAFICO N° 1

MAYO-JUNIO 1951

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

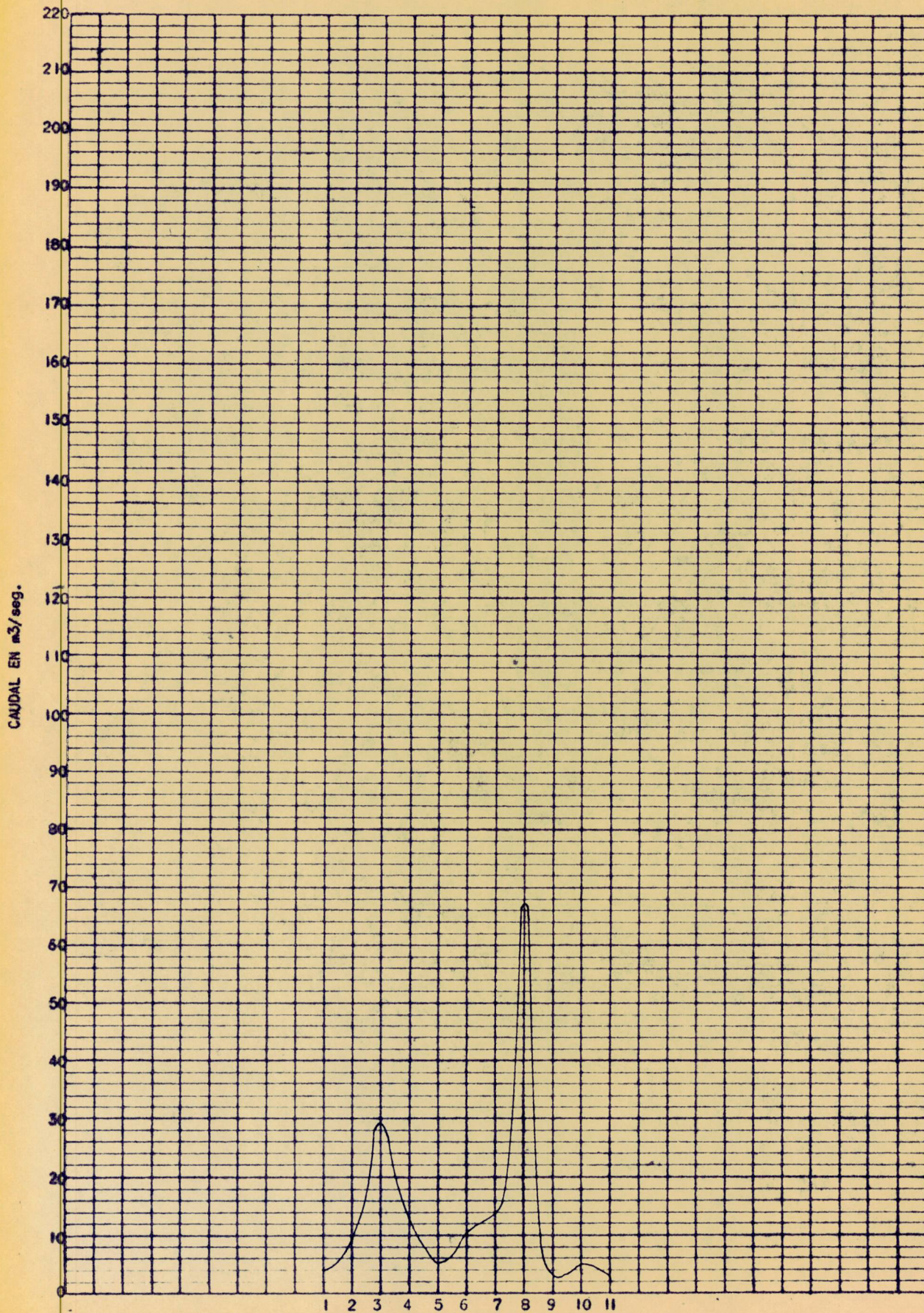


GRAFICO N°

MAYO 1952

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

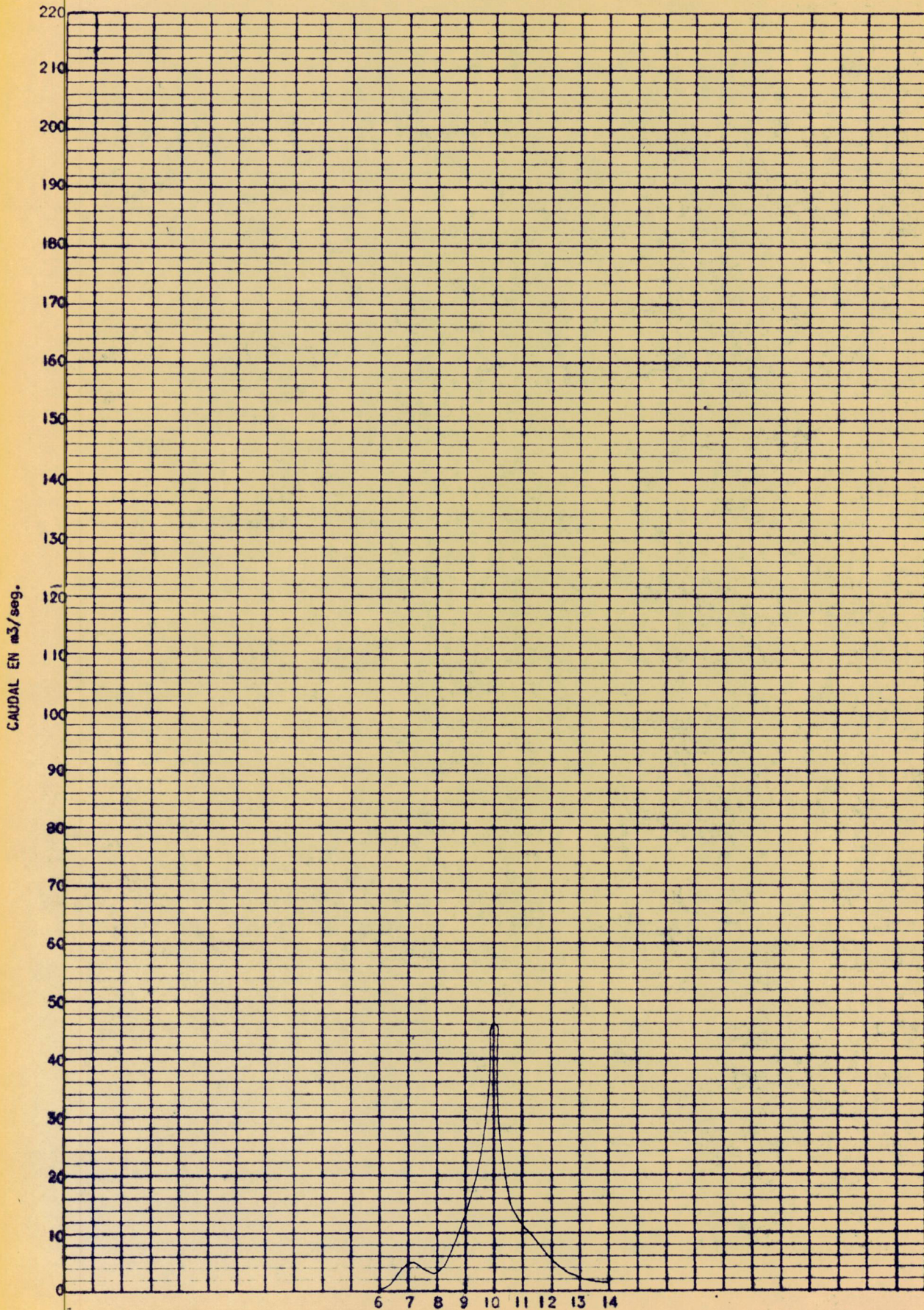


GRAFICO N°

JULIO 1952

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

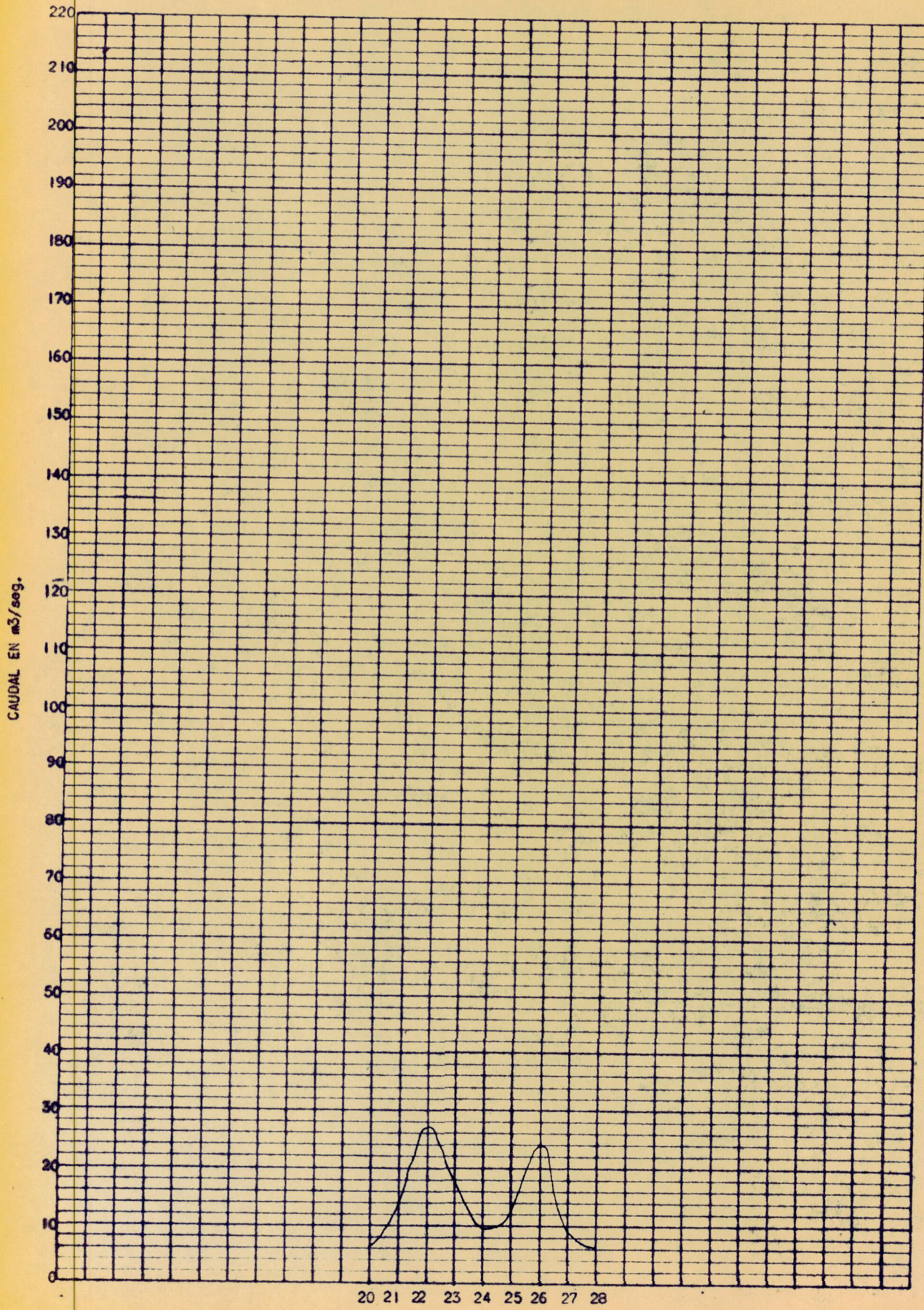


GRAFICO N° 15

NOVIEMBRE 1952

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

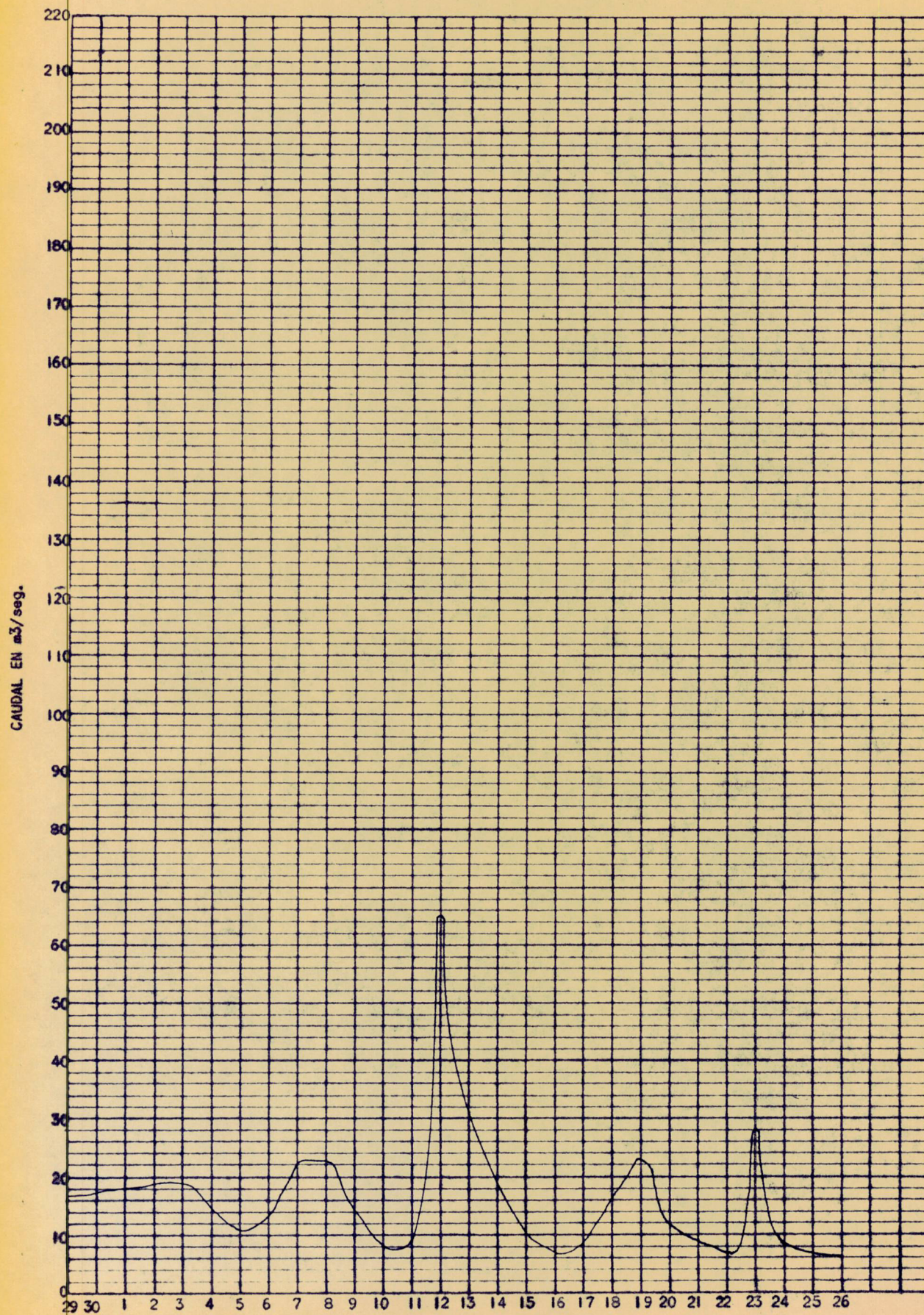


GRAFICO N°

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1952

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

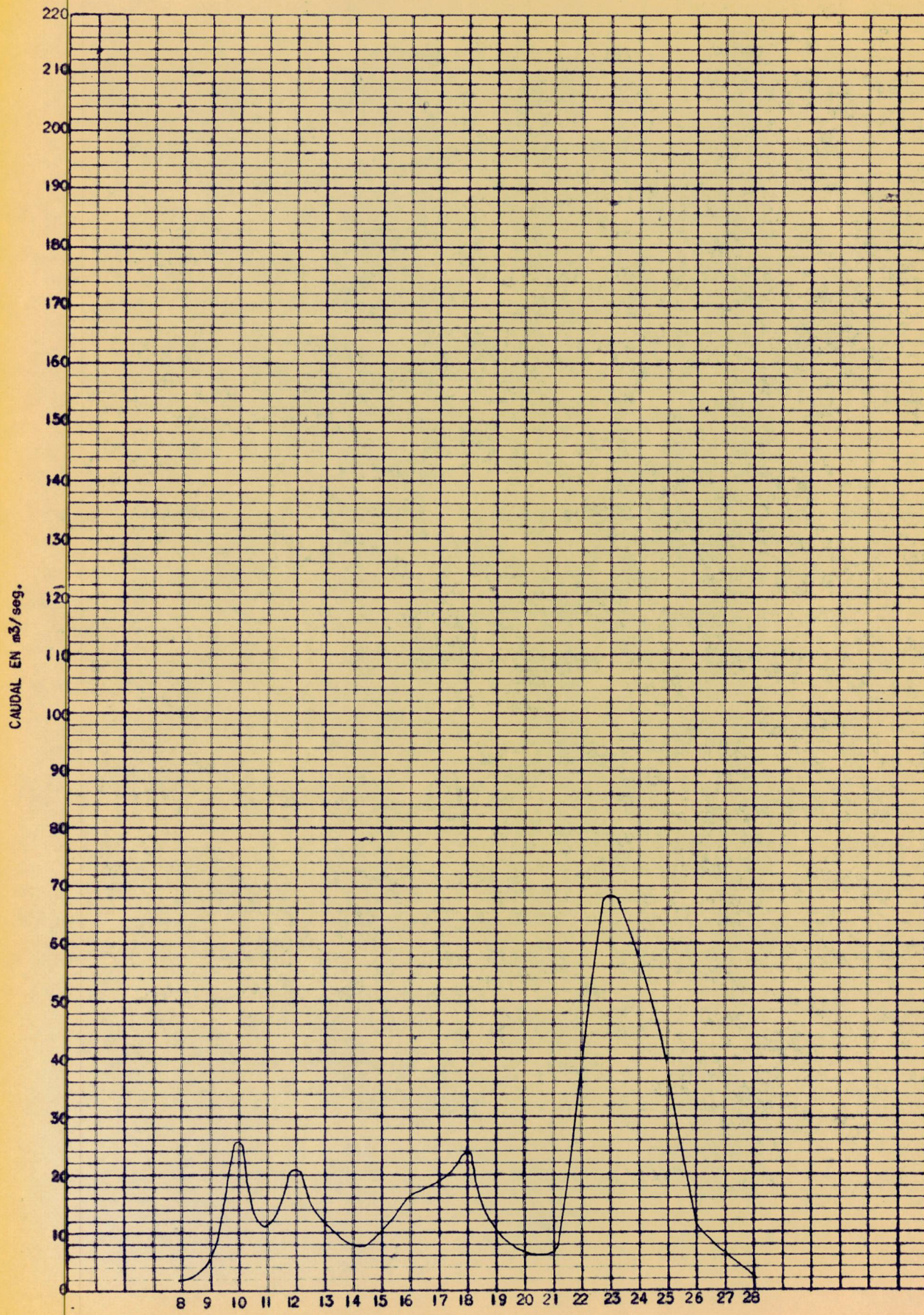


GRAFICO N°

OCTUBRE 1953

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

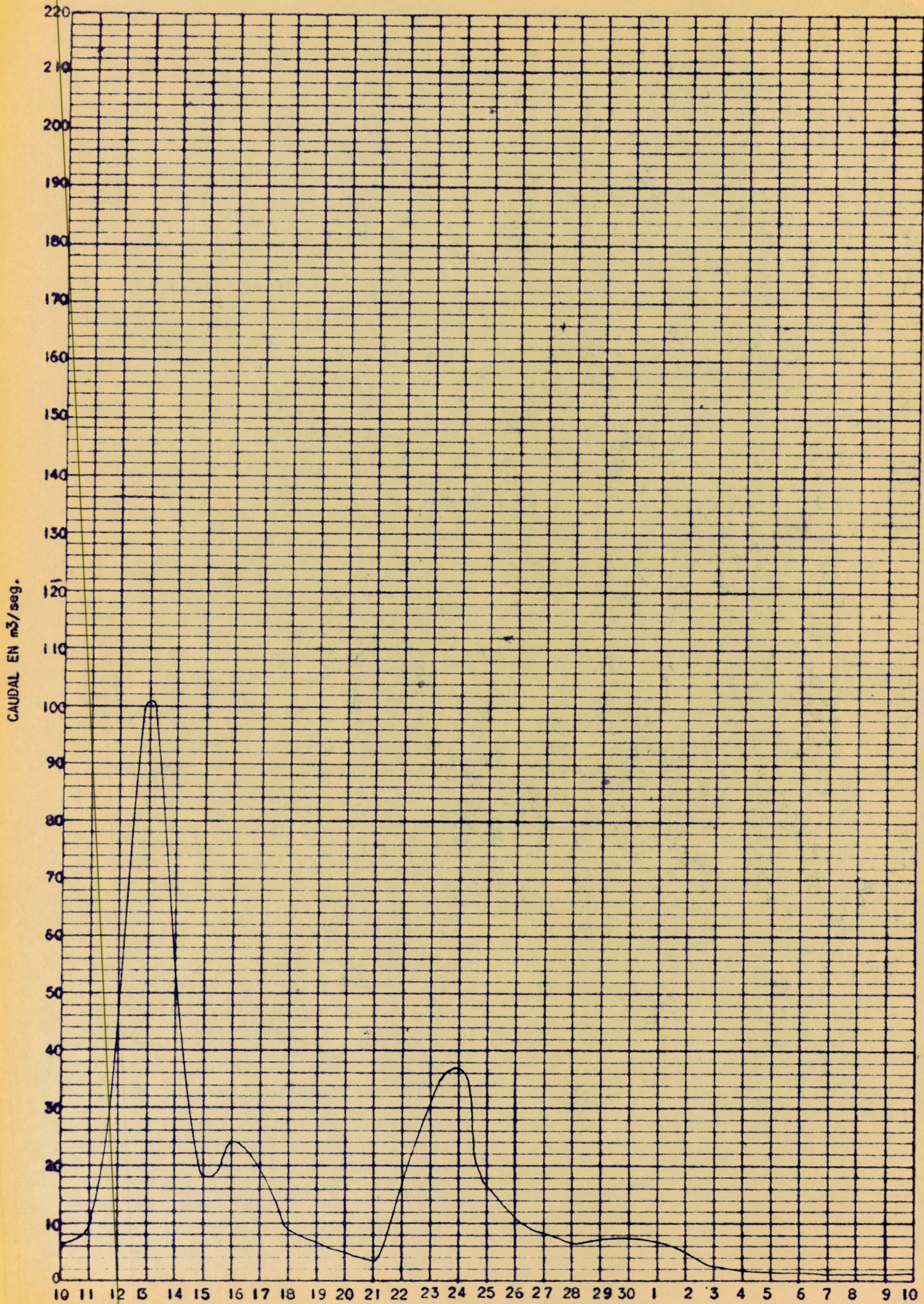


GRAFICO N°

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1953

CAUDAL DEL RIO MORERE EN PTE. BOLIVAR, en m³/seg.

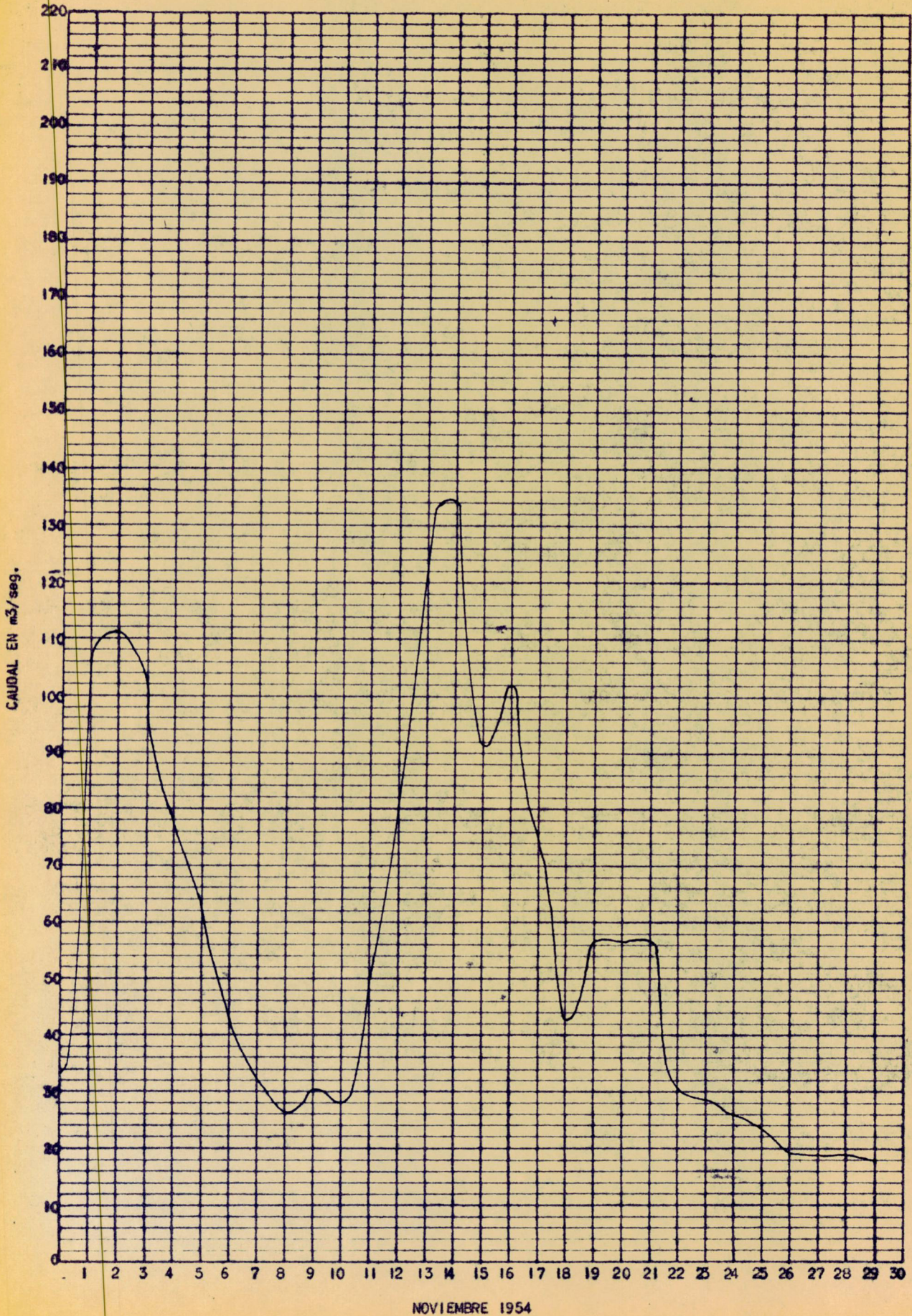
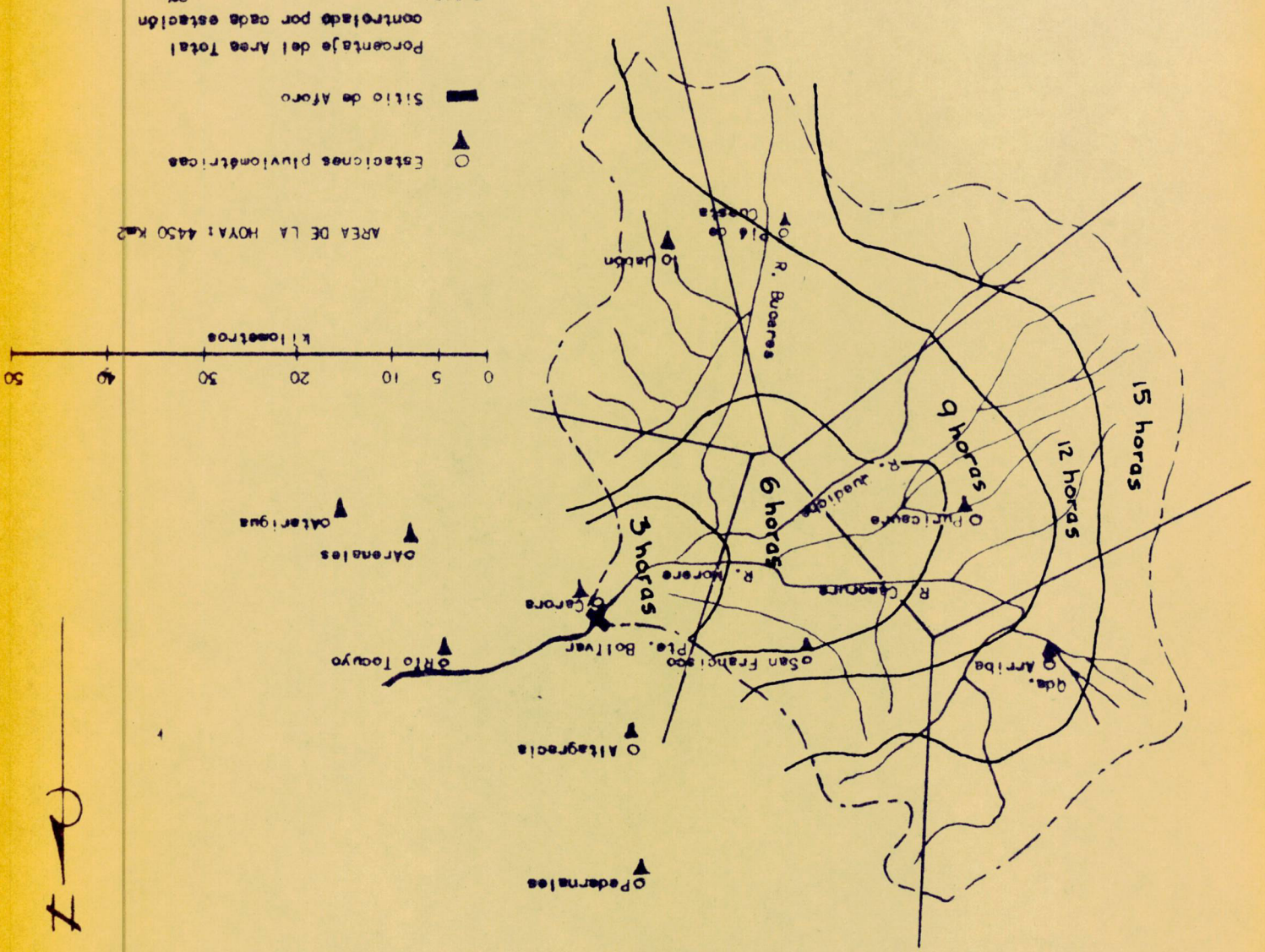


GRAFICO N°

HOYA DEL RIO MORERE HASTA CARORA

Distribución Tiempo-Área
en la Hoya

Porcentaje del Área Total controlada por cada estación	
CARORA	8%
JABON	14%
PIE DE CUESTA	19%
PURICAUPE	27%
GDA. ARRIBA	17%
SAN FRANCISCO	15%



Tiempo en horas (1)	Curva Area-Tiempo % (2)	CURVA DEL TRANSITO DE LA AVENIDA			HIDROGRAMAS			Hidrograma Unitario de 24 Horas m3/seg	
		Col ₂ 0.18 x Col (2) (3)	Col ₁ (4)	C ₂ O ₁ = 0.82 x Col. (5) (4)	Tránsito de la Curva Area-Tiempo col (3) col (4) (5)	% por horas (6) (a)	m3/seg. (7) (b)	(8)	(c)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	6	1.08	0	1.08	1.1	4.5	0.6		
6	16	2.88	0.89	3.77	3.8	15.5	2.5		
9	29	5.24	3.1	8.34	8.3	34.4	6.8		
12	25	4.50	6.8	11.3	11.3	46.6	12.6		
15	24	4.33	9.3	13.6	13.6	56.0	19.6		
18	--	--	11.2	11.2	11.2	46.1	25.4		
21	--	--	9.2	9.2	9.2	37.9	30.1		
24	--	--	7.5	7.5	7.5	30.9	34.0		
27	--	--	6.1	6.1	6.1	25.1	36.6		
30	--	--	5.0	5.0	5.0	20.6	37.2		
33	--	--	4.1	4.1	4.1	16.9	35.0		
36	--	--	3.3	3.3	3.3	13.6	30.9		
39	--	--	2.7	2.7	2.7	11.1	25.3		
42	--	--	2.2	2.2	2.2	9.1	20.6		
45	--	--	1.8	1.8	1.8	7.4	16.8		
48	--	--	1.4	1.4	1.4	5.8	13.7		
51	--	--	1.1	1.1	1.1	4.5	11.1		
54	--	--	0.9	0.9	0.9	3.7	9.0		
57	--	--	0.7	0.7	0.7	2.8	7.3		
60							5.5		
63							4.1		
66							3.0		
69							2.1		
72							1.4		
75							0.8		
78							0.4		
81									
84									

(a) Los valores de esta columna son los mismos de la columna (5) redondeados.

(b) La columna (7) se ha calculado multiplicando la Col. (6) por:

$$\frac{4450 \times 10^6 \times 1}{3 \times 3600 \times 1000 \times 100\%} = 4.02 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

(c) El Hidrograma Unitario de 24 horas se ha calculado en la Tabla

TABLA V

HIDROGRAMA UNITARIO SINTETICO de 24 horas

Tiempo en horas	ORDENADAS DEL HIDROGRAMA UNITARIO DE 3 horas, desfasadas:								m ³ /seg	H.U. de 24 horas m ³ /seg
	0	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	15 horas	18 horas	21 horas		
0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0
3	4.5	0	-	-	-	-	-	-	4.5	0.6
6	15.5	4.5	0	-	-	-	-	-	20.0	2.5
9	34.4	15.5	4.5	0	-	-	-	-	54.4	6.8
12	46.6	34.4	15.5	4.5	0	-	-	-	101.0	12.6
15	56.0	46.6	34.4	15.5	4.5	0	-	-	157.0	19.6
18	46.1	56.0	46.6	34.4	15.5	4.5	0	-	203.1	25.4
21	37.9	46.1	56.0	46.6	34.4	15.5	4.5	0	241.0	30.1
24	30.9	37.9	46.1	56.0	46.6	34.4	15.5	4.5	271.9	34.0
27	25.1	30.9	37.9	46.1	56.0	46.6	34.4	15.5	292.5	36.6
30	20.6	25.1	30.9	37.9	46.1	56.0	46.6	34.4	297.6	37.2
33	16.9	20.6	25.1	30.9	37.9	46.1	56.0	46.6	280.1	35.0
36	13.6	16.9	20.6	25.1	30.9	37.9	46.1	56.0	247.0	30.9
39	11.1	13.6	16.9	20.6	25.1	30.9	37.9	46.1	202.2	25.3
42	9.1	11.1	13.6	16.9	20.6	25.1	30.9	37.9	165.2	20.6
45	7.4	9.1	11.1	13.6	16.9	20.6	25.1	30.9	134.7	16.8
48	5.8	7.4	9.1	11.1	13.6	16.9	20.6	25.1	109.6	13.7
51	4.5	5.8	7.4	9.1	11.1	13.6	16.9	20.6	89.0	11.1
54	3.7	4.5	5.8	7.4	9.1	11.1	13.6	16.9	72.1	9.0
57	2.8	3.7	4.5	5.8	7.4	9.1	11.1	13.6	58.0	7.3
60		2.8	3.7	4.5	5.8	7.4	9.1	11.1	44.1	5.5
63			2.8	3.7	4.5	5.8	7.4	9.1	33.0	4.1
66				2.8	3.7	4.5	5.8	7.4	24.2	3.0
69					2.8	3.7	4.5	5.8	16.8	2.1
72						2.8	3.7	4.5	11.0	1.4
75							2.8	3.7	6.5	0.8
78								2.8	2.8	0.4
81										
84										
87										
90										

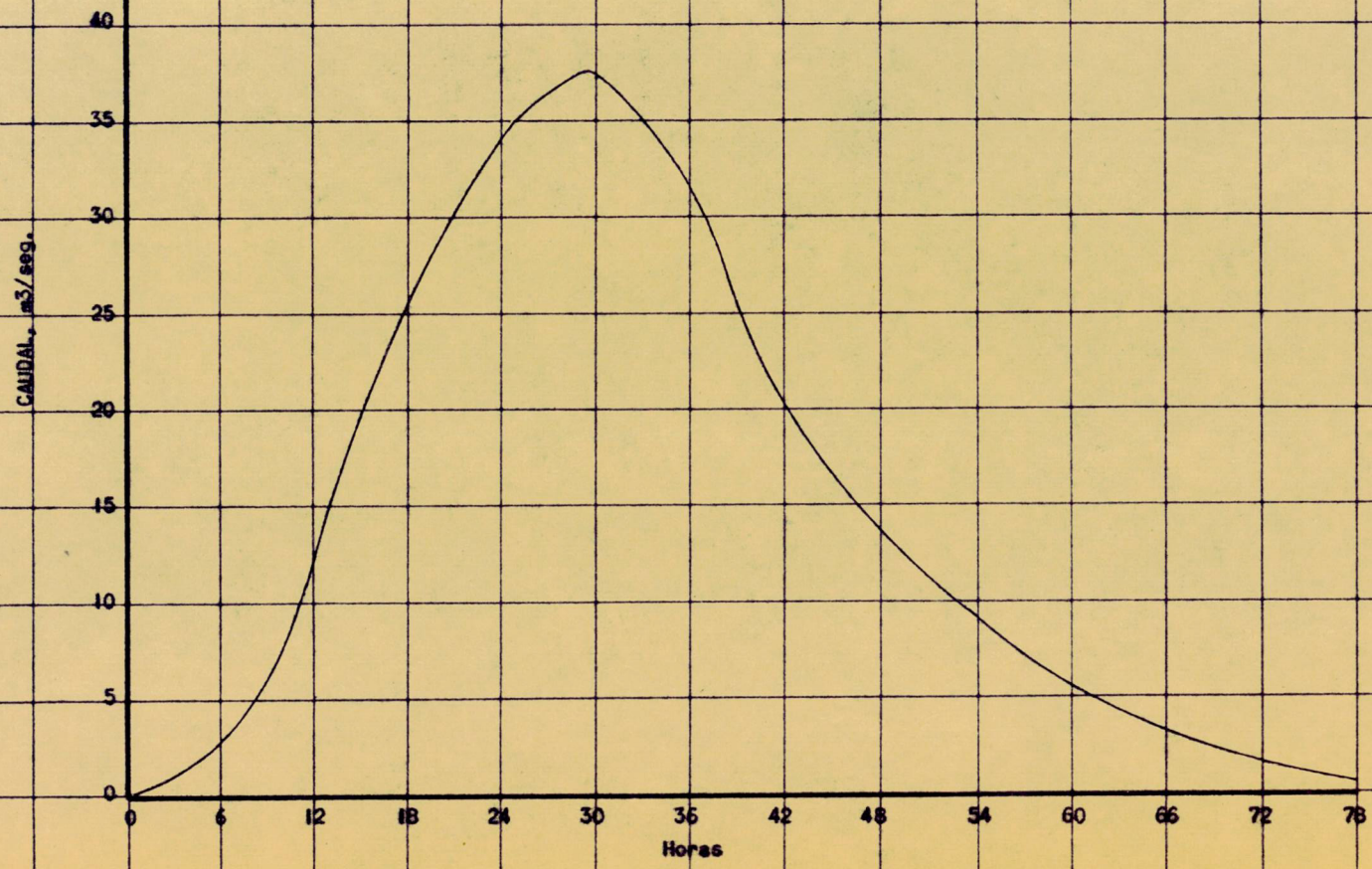
TABLA VI

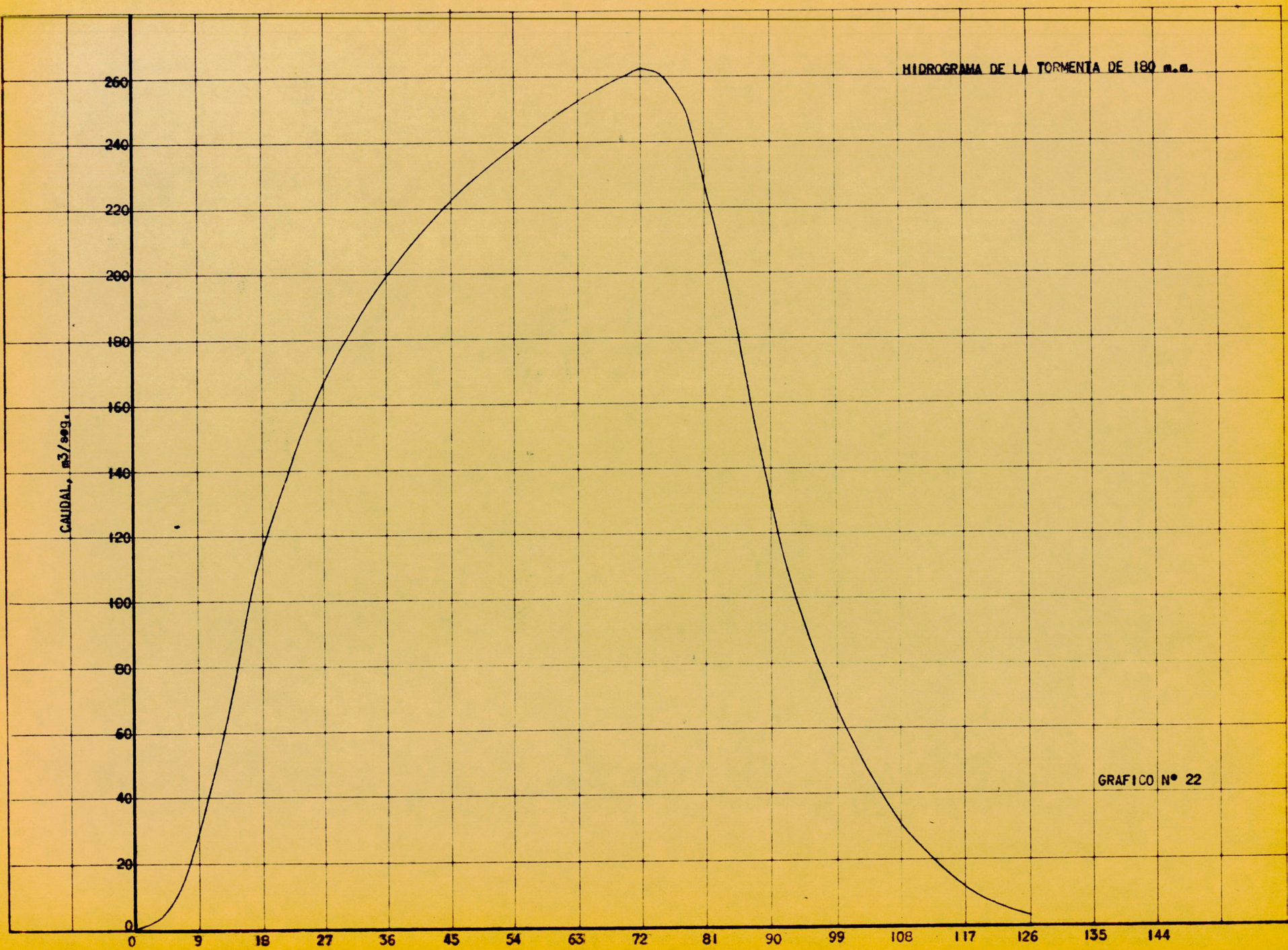
HIDROGRAMA SINTETICO DE LA TORMENTA DE 180 m.m.

Tiempo en horas	4.5 x H.U.	4.9 x H.U. desfasado 24 horas	5.6 x H.U. desfasado 48 horas	Hidrograma m ³ /seg
0	0			0
3	2.7			2.7
6	11.3			11.3
9	30.6			30.6
12	56.7			56.7
15	88.2			88.2
18	114.3			114.3
21	135.4			135.4
24	153.0	0		153.0
27	164.7	2.9		167.6
30	167.4	12.3		179.7
33	157.5	33.3		190.8
36	139.0	61.7		200.7
39	113.8	96.0		209.8
42	92.7	124.5		217.2
45	75.6	147.5		223.1
48	61.6	166.6	0	228.2
51	49.9	179.3	3.4	232.6
54	40.5	182.3	14.0	236.8
57	32.8	171.5	38.1	242.4
60	24.7	151.4	70.6	246.7
63	18.4	124.0	109.8	252.2
66	13.5	100.9	142.2	256.6
69	9.4	82.3	168.6	260.3
72	6.3	67.1	190.4	263.8
75	3.0	53.4	205.0	261.4
78	1.8	44.1	208.3	254.2
81		35.8	197.7	233.5
84		26.9	173.0	199.9
87		20.1	141.7	161.8
90		14.7	115.4	130.1
93		10.3	94.1	104.4
96		6.9	76.7	83.6
99		3.9	62.2	66.1
102		2.0	50.4	52.4
105			40.9	40.9
108			30.8	30.8
111			23.0	23.0
114			16.8	16.8
117			11.8	11.8
120			7.8	7.8
123			4.5	4.5
126			2.2	2.2
129				
132				
135				
138				
141				
144				
147				
150				
153				
156				
159				
162				
165				
168				
171				
174				
177				
180				
183				

TABLA VII

HIDROGRAMA SINTETICO UNITARIO DE 24 horas.-





HIDROGRAMA DE LA TORMENTA DE 180 m.m.

GRAFICO N° 22

HIDROGRAMA SINTETICO de la Tormenta de 180 m.m.

