1000
Tesis:1314
G:1

Fernando Alvarez Bernal
26-1-65

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

ESTIMACION DE GASTOS MAXIMOS INSTANTANEOS EN RELACION A LOS GASTOS MEDIOS DEL DIA ANTERIOR Y POSTERIOR A LA CRECIENTE

Investigaciones sobre hidrogramas de crecientes de algunos rios del pais.

Marco Polo Rivero R.

CARACAS 1965

Fernando Alvarez Bernal
26-1-65

TESIS
PR
65

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

ESTIMACION DE GASTOS MAXIMOS INSTANTANEOS EN RELACION A LOS GASTOS MEDIOS DEL DIA ANTERIOR Y POSTERIOR A LA CRECIENTE

Investigaciones sobre hidrogramas de crecientes de algunos ríos del país.

Trabajo Especial presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, para optar al título de:

HIDROMETEOROLOGISTA

Marco Polo Rivero R.

Caracas, 1.965

D E D I C A T O R I A

A todos mis seres queridos



A G R A D E C I M I E N T O

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Héctor Silva, adjunto a la Jefatura de la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, por su magnífica colaboración al servirme de guía en la realización del presente trabajo.

Al Departamento de Meteorología e Hidrología y en especial al Dr. Roberto J. Alvarez, por su orientación durante mi formación profesional.

Al Dr. Enrique Rodríguez Barrios, quien con su apoyo moral hizo posible la culminación del presente trabajo.

A mis compañeros de la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas y a todas aquellas personas que colaboraron en este trabajo.

El presente trabajo fué iniciado con el fin de lograr un método que permitiera la estimación de gastos máximos de crecientes (picos), con el fin de permitir la reconstrucción de éstas, cuando por defectos o ausencia temporal del fluviógrafo no hubiera sido posible el total o parcial registro de dicha avenida. Ahora bien, debido al excesivo volumen de trabajo que representaba lograr dicho método y contando con la autorización del Departamento de Meteorología e Hidrología de la Universidad Central de Venezuela, se enfocó el tema de una manera diferente. Se hizo un estudio de los hidrogramas de crecientes de una serie de ríos del país y se logró la elaboración de unas gráficas que permitieran la reconstrucción de crecientes no observadas, efectuando como complemento un estudio zonal de los ríos analizados, logrando una clasificación por grupos de dichos ríos. Además, mediante la utilización de los hidrogramas construídos sería posible la construcción de hidrogramas unitarios para las duraciones elegidas.

Se entiende por hidrógrafo de una corriente a la representación gráfica de sus variaciones de gasto en función del tiempo. En un primer caso tenemos los hidrógrafos anuales que representan las fluctuaciones de dicha corriente durante el año en estudio, es decir, su comportamiento a lo largo de ese período. En otro caso, existen los hidrógrafos provenientes de una tormenta aislada, los cuales son los llamados hidrógrafos de crecientes.

El presente trabajo consiste en el análisis de los hidrógrafos de crecientes típicos de una serie de ríos del país. Para ello se eligieron 45 estaciones fluviométricas con aparato registrador, controladas por el Ministerio de Obras Públicas; dándole preferencia a aquellas que funcionan en la actualidad y que tengan un registro suficientemente largo que permita la localización de una creciente típica.

Debido a que el hidrógrafo representa todas las variaciones de una corriente, debe ser obtenido de un aparato que registre esas fluctuaciones a través del tiempo, aunque ocasionalmente se puede construír un hidrógrafo a partir de datos provenientes de observaciones directas en el río. Este procedimiento sólo puede aceptarse si dichas observaciones se efectúan con la frecuencia debida o si el río en estudio posee un rango de variación bajo.

Se analizaron todas las bandas de registro (fluviogramas) de cada uno de los ríos estudiados, eligiendo la creciente más representativa a lo largo de todo su período de funcionamiento. El análisis consistió en la elaboración de tres tipos de gráficas a saber:

a) Hidrograma de creciente

b) Hidrograma adimensional

c) Gráfico de distribución

Explicaremos a continuación la forma en que fueron construídas, dejando para más adelante su interpretación.

Hidrograma de creciente

Al analizar los fluviogramas correspondientes a todo el período de la estación en estudio, se observó la forma y duración de todas sus crecientes hasta localizar la que se presenta con más frecuencia, es decir, la que podríamos llamar "patrón", que tipificará las características de los elementos del hidrograma (rama de creciente, segmento de cresta y rama de descenso o de receso) del río estudiado (véase fig. 1). Hay que hacer notar de que se trató de elegir crecientes con la menor deformación posible, sin cambios originados por precipitaciones ocurridas mientras la creciente está en descenso, para así estudiar hidrógrafos causados por una sola tormenta. En otras palabras, se analizaron solamente hidrogramas simples, ya que el estudio de hidrogramas compuestos requiere una serie de consideraciones que están fuera del alcance de este trabajo. Una vez localizada esta creciente típica, se tomaron varios puntos de ella en toda su extensión, incluyendo algunos antes y después para poder definirla mejor. Asignándole, mediante la curva de gastos de ese año climático, gastos a cada lectura de mira elegida, se obtuvieron los caudales correspondientes a cada instante de tiempo tomado. Esto permitió dibujar en un papel cuadriculado la curva Q vs. t correspondiente a esa corriente, es decir, el hidrógrafo o hidrograma de creciente más típico del río en el sitio estudiado.

Hidrograma adimensional

Este tipo de gráfica se construye basándose en los hidrógrafos de crecientes elaborados anteriormente.

Es necesario establecer ante todo lo que se entiende por escorrentía directa y escorrentía base. La primera es la escorrentía directamente asociada en el tiempo con la tormenta que la causa, constituyendo la mayor parte del hidrógrafo de creciente, y se supone incluye la escorrentía superficial y subsuperficial que llega rapidamente a la corriente después de la ocurrencia de la lluvia. La escorrentía base está representada por el flujo sostenido de corriente, es decir, el gasto invariable que tiene el río antes de ser afectado por la tormenta. Esta escorrentía base resulta del flujo proveniente de la capa freática y es considerado mayormente como flujo subterráneo. En la construcción del hidrograma adimensional se considera exclusivamente la escorrentía directa, tomando la escorrentía base como origen o "gasto cero". Para la elaboración de este hidrograma se procede como sigue: Se analiza el hidrograma de creciente ya dibujado y se observa el momento en que comienza el ascenso; el gasto que tiene el río en este momento se toma como cero (Qo) y el instante en que ocurre esto se emplea como origen de tiempos (To). Seguidamente se van tomando una serie de puntos sobre la línea del hidrógrafo, leyendo en cada uno de ellos el caudal sobre el gasto base y el tiempo transcurrido después del tiempo cero. Obtenemos así una serie de valores de gasto correspondientes solamente a la escorrentía directa. El mayor de estos gastos, es decir, el "pico" de la creciente lo denominamos "qm" (gasto máximo) y el instante en que esto ocurre, contado a partir del comienzo de la creciente, lo lla

mamos "tp" (tiempo del pico). Luego formamos los cocientes $^{q}/_{qm}$ y $^{t}/_{tp}$, es decir, dividimos cada valor de gasto directo entre el gasto máximo y el tiempo correspondiente entre el tiempo del pico. Con estos valores resultantes, luego de plotearlos en un papel cuadriculado, procedemos a la construcción del hidrograma adimensional. Como puede observarse, los cocientes $^{q}/_{qm}$ siempre estarán entre cero y uno, independientemente de la magnitud de los cuadales y de la amplitud de su variación; de allí su nombre adimensional, es decir, sin dimensión.

Mediante estos hidrogramas adimensionales es posible uniformizar la escala de todos los hidrógrafos, permitiendo así su comparación y la realización de un estudio zonal de los ríos analizados.

Gráfico de Distribución

Los Gráficos de Distribución nos indican los porcentajes del total de escurrimiento ocurridos en cortos y sucesivos incrementos de tiempo. En otras palabras, podemos saber por ej., la cantidad de agua en porcentaje del volumen total que ha pasado por el sitio estudiado durante la primera, la segunda, la tercera, etc. hora de duración de la creciente. Estos gráficos se construyeron de dos formas diferentes:

a) Una línea ascendente que representa el porcentaje del volumen acumulado desde el comienzo hasta el final de la creciente.

b) Una serie de barras que representan la distribución de este volumen (en porcentaje) en intervalos de tiempo constantes elegidos convenientemente.

Para su elaboración se procedió como sigue:

En cada hidrógrafo de creciente se separó el flujo directo del flujo base mediante una línea curva suave trazada desde el comienzo de la creciente hasta un punto de la curva de receso, elegido teniendo en cuenta que el tiempo base total no debe ser excesivamente largo y que la subida del agua subterránea no debe ser muy grande.

Hay que hacer notar de que existen otros métodos para hacer la separación de los flujos directo y base, cuya aplicación queda a juicio del analista.

Luego de hacer la separación, se eligen intervalos de una duración constante, de acuerdo a la extensión de la creciente. Se calculan los volúmenes de agua aportados durante cada uno de estos intervalos y se llevan a porcentajes del volúmen total. Estos valores se representan en un papel cuadriculado en las dos formas explicadas anteriormente, es decir, mediante una línea curva ascendente (porcentajes de volúmen acumulado) y por una serie de barras de duración constante, representativas de la distribución del volúmen (en porcentaje) en dichos intervalos.

INTERPRETACION DE LOS GRAFICOS Y SUGESTIONES ACERCA DE SUS USOS UTILITARIOS.

Los principales aspectos de la utilización de los gráficos elaborados pueden resumirse en tres puntos a saber:

a) Reconstrucción de crecientes no observadas

b) Construcción de hidrógrafos unitarios

c) Comparación zonal de los ríos analizados

Reconstrucción de crecientes no observadas

Los gráficos de distribución son útiles cuando las estimaciones del volúmen de flujo son más importantes que el deta-

lle de la rata de flujo, como por ej., cuando se analiza la entrada de agua a un embalse. Ahora bien, si nosotros tenemos una estación fluviométrica en las cercanías del acceso al embalse, y se le ha construído el gráfico de distribución a dicha estación, es posible, si conocemos mediante la observación de las cotas en este volúmen de agua aportado por una creciente originada por una tormenta de similar duración a la que provocó la avenida empleada para la construcción del gráfico, reconstruír (de una manera aproximada) dicha creciente, en el caso de que no haya sido registrada, ya que el gráfico nos permite saber los porcentajes del total de volúmen que ha pasado por la estación en cada intervalo de tiempo. En esta forma, estamos en capacidad de estimar una creciente que nos interese, cuando por desperfectos o ausencia temporal del fluviógrafo no haya sido posible el total o parcial registro de dicha avenida.

Construcción de Hidrógrafos Unitarios

El fundamento de la teoría del hidrógrafo unitario, es que en un punto dado de una corriente determinada, la base de un hidrógrafo de escorrentía directa resultante de una tormenta de duración unidad (1 día, 12 horas, 6 horas, etc.) es constante, sin tomar en cuenta el volúmen de escorrentía, pero las ordenadas del hidrógrafo variarán directamente con dicho volúmen, es decir, los hidrógrafos de escorrentía directa desarrolladas partiendo de un número de tormentas unitarias deben tener aproximadamente la misma duración total, pero sus ordenadas variarán en función del volúmen de escorrentía representado.

Se puede definir el hidrógrafo unitario como el hidrógrafo de gasto que resulta de 1 mm. de escorrentía directa, uni-

formemente distribuída sobre el área tributaria a una rata uniforme, durante un período específico de tiempo. La duración asignada a un hidrógrafo unitario será la duración de la lluvia efectiva. Esto se determina por el análisis de datos de precipitación horaria.

Aunque el desarrollo y aplicación del hidrógrafo unitario van más allá de los límites del presente trabajo, podemos establecer que analizando la pluviometría de cada hoya es posible determinar la duración de las tormentas que originaron cada una de las crecientes estudiadas, de esta manera se pueden construír los hidrógrafos unitarios para esas duraciones, correspondientes a cada una de las estaciones analizadas.

COMPARACION ZONAL DE LOS RIOS ANALIZADOS

Mediante el análisis y comparación de los hidrógrafos adimensionales, es posible efectuar un estudio zonal de los ríos analizados, tomando en cuenta el hecho de que para precipitaciones de igual duración, los hidrógrafos correspondientes a hoyas con regímenes hidrometeorológicos similares deben tener más o menos las mismas características, ya que estos hidrógrafos adimensionales eliminan en parte las diferencias de forma y constitución de la hoya. De acuerdo a esto, es posible efectuar una clasificación por grupos de los ríos del país y se podría investigar la aplicación de los gráficos de una hoya a otra con características climáticas semejantes.

En la forma de los hidrógrafos, influyen una serie de factores tales como el tipo, duración e intensidad de la precipitación que los produce, distribución de dicha precipitación sobre la hoya, la pendiente, el área de la cuenca, el tipo de suelo,

etc.. En general, la relación lluvia-escurrimiento en cualquier hoya es el resultado de efectos producidos por muchas y variadas características de orden climático, geológico y fisiográfico, cuyo análisis está fuera del alcance del presente trabajo. Sin embargo, tratando de establecer una relación entre los hidrógrafos estudiados, se plotearon todos en una misma escala (véase anexos 1 al 6) para compararlos y ver si era posible establecer algún tipo de agrupación. De esta comparación se pudo formar 6 grupos hidrógrafos con características estructurales similares quedando varios que no se pudieron incluír en ninguno de los grupos formados. Para tratar de darle una explicación a dicha agrupación se estudiaron ciertas características de cada una de las cuencas (Tabla 1), tales como el tipo de tierras (de acuerdo a la clasificación que aparece en el Atlas Agrícola de Venezuela mapa Nº 13), el área y orientación de ellas.

Grupo 1 Ríos: Carinicuao en El Negro, Turmero en Turmero, Guárico en La Puerta, Guache en Puente Viejo, Aragua en Hacienda El Recreo.

La característica de los hidrógrafos incluídos en este grupo, es el corto tiempo de ocurrencia del pico, siendo éste de más o menos dos horas. De acuerdo a los datos de la Tabla 1, el factor que se nota más influyente es el tipo de tierras, ya que todas las cuencas de este grupo son del tipo 2, es decir, de montañas y colinas inclinadas. Los ríos de este tipo de tierras tienden a subir rápidamente y de allí la razón del corto tiempo de ocurrencia del pico. Observando la orientación de estas cuencas notamos que con excepción del río Carinicuao en El Negro (situado en el Oriente del país), todas son semejantes, factor que

debe influír también en la similitud de la forma de los hidrógrafos.

Grupo 2 Ríos: Aroa en El Hacha, Acarigua en Puente Acarigua, Boconó en Peñalarga, Tirgua en Paso Viboral, Guárico en Boca de Cagua, Motatán en Agua Viva, Cojedes en Puente San Rafael de Onoto, Morador en Puente Morador, Yaracuy en Puente Cumaripa.

Es el más numeroso y el que más difiere en cuanto a la similitud de las características estudiadas de sus componentes. Notamos que casi todas las cuencas son de gran extensión y que la mayoría están orientadas de NO a SE. Quizá sea este el factor más influyente, aunque si observamos el tipo de tierras, notamos que en todas está presente la clasificación Nº 2. El tiempo del pico oscila alrededor de las 5 horas siendo la forma de los hidrógrafos menos puntiaguda que los del grupo anterior.

Grupo 3 Ríos: Palmar en El Diluvio, Guácara en Las Vegas, Pagüey en El Paso, Masparro en Puente Masparro, Guataparo en Cía. Inglesa, Tuy en El Vigía.

En este grupo se incluyen ríos con orientación predominante Norte-Sur, con la única excepción del río Palmar situado en la zona del Lago de Maracaibo. Nuevamente el tipo de tierras debe ser el factor más influyente ya que en todas las cuencas está presente la clasificación 2. Las áreas difieren bastante de lo que se desprende la poca influencia de este factor en la forma de los hidrógrafos de este grupo. La característica resaltante es un tiempo de ocurrencia del pico alrededor de las 3 horas y una forma redondeada de la cresta.

Grupo 4 Ríos: Sarare en Agua Blanca, Las Raíces en Las Raíces,

Tuy en Hacienda Tazón.

La forma suave de subida y bajada es la característica predominante de los hidrógrafos de los ríos incluídos en este grupo. Son ríos casi todos de orientación Norte-Sur, factor que es el único que está presente en los tres ríos, ya que difieren en lo demás.

Grupo 5 Ríos: Grande en Carpintero, Bucares en Piedras, Las Marías en Puente Las Marías, Pao en Paso la Balsa.

La forma de los hidrógrafos de este grupo es muy semejante, cosa que debe ser consecuencia de la similitud del tipo de tierras (montañas y colinas inclinadas). La característica predominante es un tiempo del pico cerca de 8 horas y un período de receso de más o menos la misma duración que el de ascenso, lo que le dá una forma casi simétrica a los hidrógrafos.

Grupo 6 Ríos: Yaracuy en Puente Peñón, Aragua en la Chorrera.

Indudablemente, la similitud en las áreas de estas cuencas y el tipo de terreno debe ser lo que ocasiona el parecido notable en la forma de los hidrógrafos. Un gran período de ascenso y una cresta redondeada son las características de estos hidrógrafos. El período de receso es suave también y la base del hidrógrafo es ancha con una duración de más de 30 horas.

Sugerencias tendientes a la amplificación del trabajo

En la relación lluvia-escurrimiento sobre cualquier hoya influyen una serie de factores que dependen de la naturaleza de la precipitación y de las características físicas de la hoya. Ahora bien, el presente trabajo está basado en datos de crecientes provenientes del análisis de registros fluviométricos exclusivamen

te, sin tomar en cuenta las clases de lluvia que las han originado. Debido a esto, las gráficas elaboradas son válidas para avenidas provenientes de tormentas de duración similar a las que causaron las crecientes estudiadas. Por lo tanto, este trabajo se puede emplear analizando crecientes correspondientes a precipitaciones de varias duraciones, construyendo así más de un hidrógrafo por estación para poder aplicarlos a las tormentas de duración más frecuente. Un estudio de las precipitaciones que originaron las crecientes estudiadas, permitiría, como ya lo hemos señalado, la construcción de hidrogramas unitarios correspondientes a la duración de dichas precipitaciones.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

TABLA 1

Grupo	Río	Tipo de Tierras	Area	Orientación
1	Carinicuao en El Negro	2	550	SO-NE
	Turmero en Turmero	2	192	N-S
	Guárico en La Puerta	2	625	NO-SE
	Guache en Pte. Viejo	2	300	NO-SE
	Aragua en Hda. El Recreo	2	198	N-S
2	Aroa en El Hacha	2	860	SO-NE
	Acarigua en Pte. Acarigua	2	970	NO-SE
	Boconó en Peña Larga	1-2	1580	NO-SE
	Tirgua en Paso Viboral	2-3	1480	N-S
	Guárico en Boca de Cagua	2-3	2040	NO-SE
	Motatán en Agua Viva	1-2	4200	E-O
	Cojedes en Pte. Sn. Rafael de Onoto	2-3	4325	N-S
	Morador en Pte. Morador	2	615	NO-SE
	Yaracuy en Pte.Cumaripa	2-5	266	NO-SE
3	Palmar en El Diluvio	2-3	888	SO-NE
	Guácara en Las Vegas	2	75	N-S
	Pagüey en El Paso	2-3	810	NO-SE
	Masparro en Pte. Masparro	2-3	495	NO-SE
	Guataparo en Cía Inglesa	2	39	N-S
	Tuy en El Vigía	2	3620	NO-SE

Grupo	Río	Tipo de Tierras	Area	Orientación
	Sarare en Agua Blanca	3	585	N-S
4	Las Raíces en Las Raíces	2-3	199	N-S
	Tuy en Hda. Tazón	2	1180	NO-SE
	Grande en Carpintero	2	719	NO-SE
	Bucares en Piedras Negras	2	910	S-N
5	Las Marías en Pte. Las Marías	2-3	325	NO-SE
	Pao en Paso La Balsa	2-3	2730	N-S
	Yaracuy en Pte.Peñón	2-5	1206	SO-NE
	Aragua en La Chorrera	2	1881	E-O

ELEMENTOS DEL HIDROGRAMA

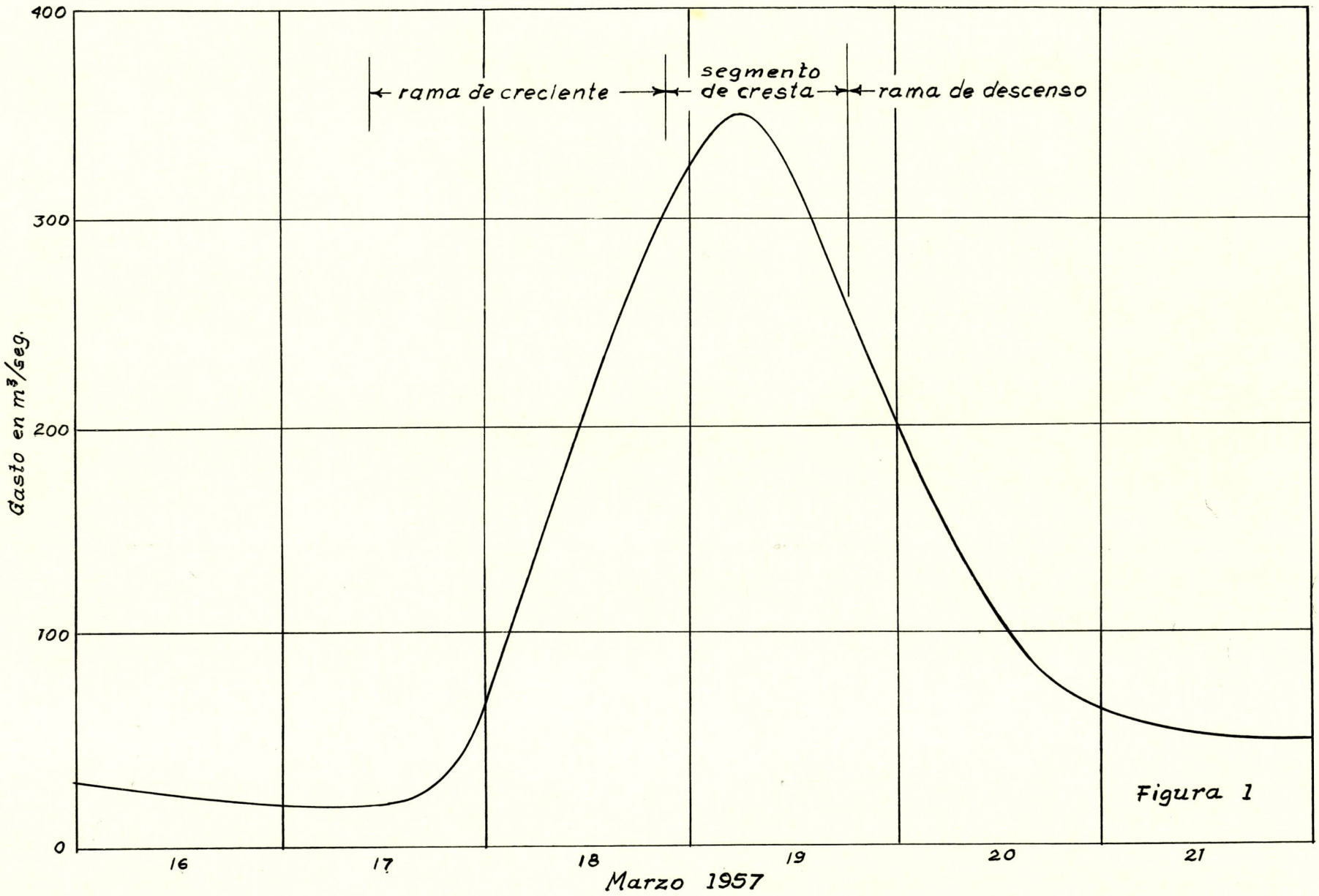


Figura 1

RIOS ANALIZADOS

1 .- Acarigua en Pte. Acarigua

2 .- Aragua en Hacienda El Recreo

3 .- Aragua en La Chorrera

4 .- Aragua en El Vallito

5 .- Aroa en El Hacha

6 .- Boconó en Peña Larga

7 .- Bucares en Piedras Negras

8 .- Camoruco en Sitio de Presa

9 .- Carinicuao en El Negro

10.- Cojedes en Pte. Sn. Rafael de Onoto

11.- Escalante en Ferreira

12.- Grande en Carpintero

13.- Guacara en Las Vegas

14.- Guache en Pte. Viejo

15.- Guárico en La Puerta

16.- Guárico en La Puerta

17.- Guataparo en Cia. Inglesa

18.- Las Marías en Pte. Las Marías

19.- Las Minas en Barrancón

20.- Las Raíces en Las Raíces

21.- Los Guayos en Pte. Los Guayos

22.- Masparro en Pte. Masparro

23.- Matícora en Pte. Don Pancho

24.- Morador en Pte. Morador

25.- Motatán en Agua Viva

26.- Neverí en Botalón

27.- Pagüey en El Paso

28.- Palmar en El Diluvio

29.- Palmar en Las Múcuras

30.- Pao en Paso La Balsa

31.- Portuguesa en Pte. Portuguesa

32.- Querecual en Querecual

33.- Sarare en Sarare

34.- Sarare en Agua Blanca

35.- Socuy en Playa Bonita

36.- Tamanaco en San Antonio de Tamanaco

37.- Tinaco en Pte. Tinaco

38.- Tirgua en Pasp Viboral

39.- Tocorón en Parcela Chavero

40.- Tocuyo en Pte. Torres

41.- Turmero en Turmero

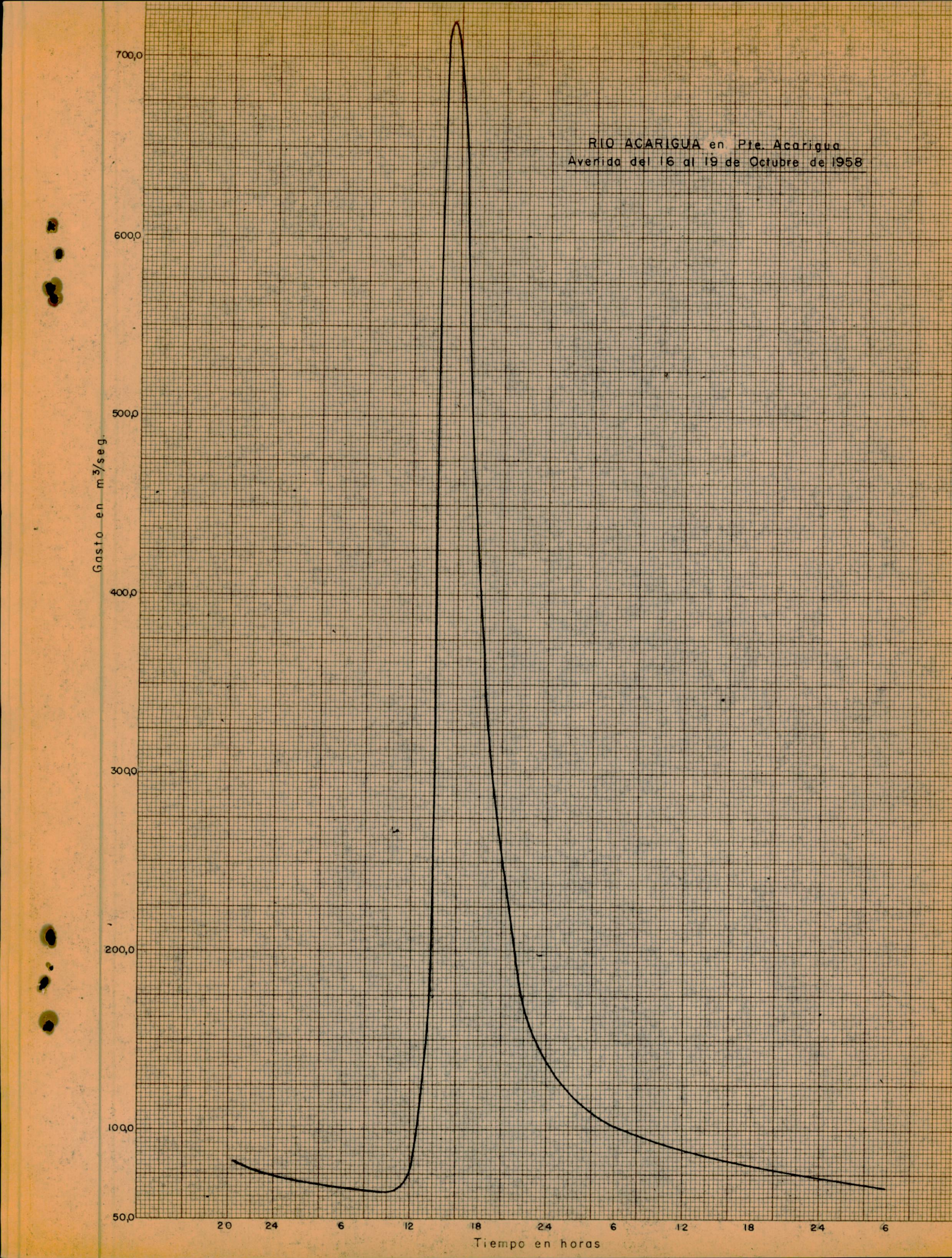
42.- Tuy en Hacienda Tazón

43.- Tuy en El Vigía

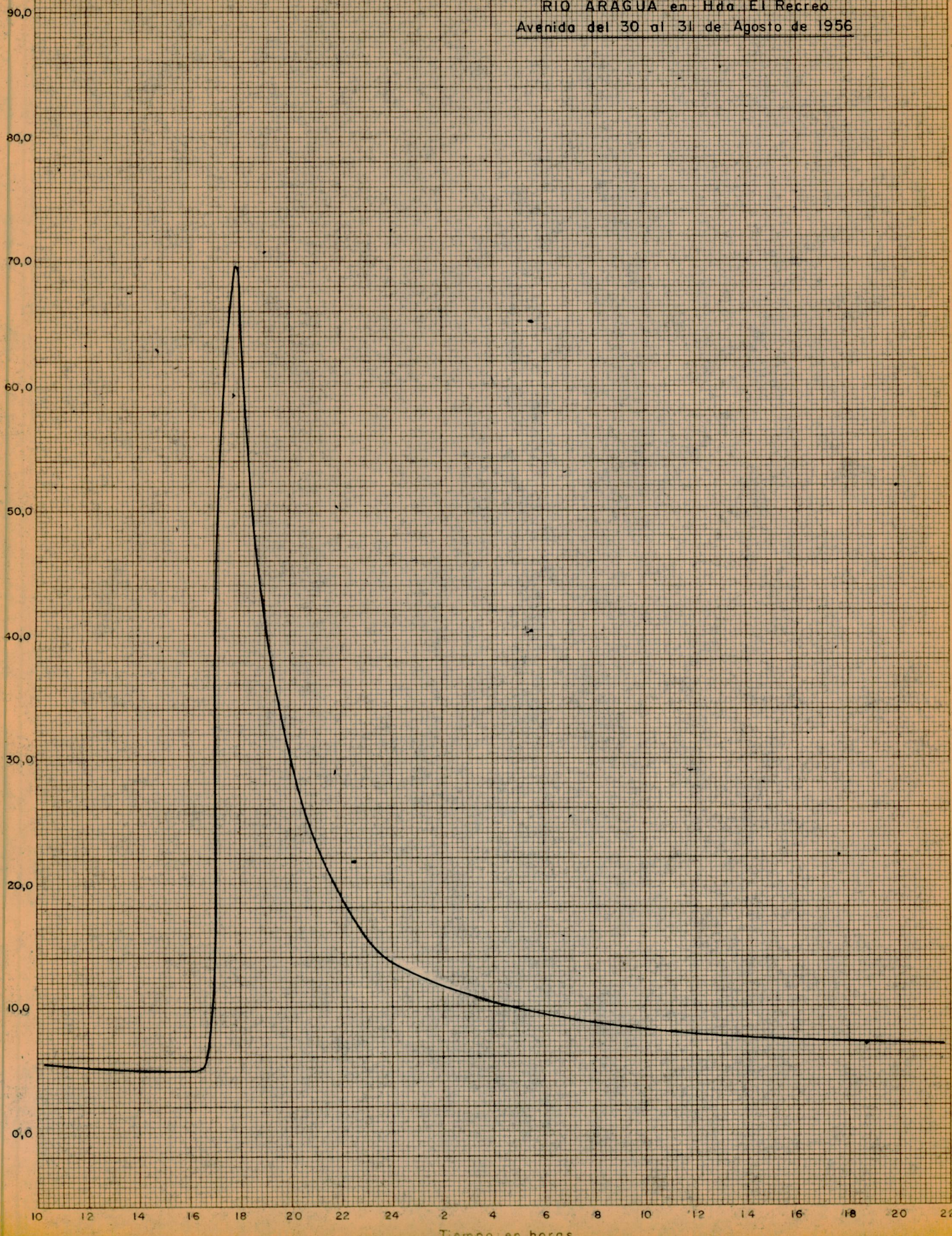
44.- Yaracuy en Pte. Cumaripa

45.- Yaracuy en Pte. Peñón

H I D R O G R A M A S D E C R E C I E N T E S

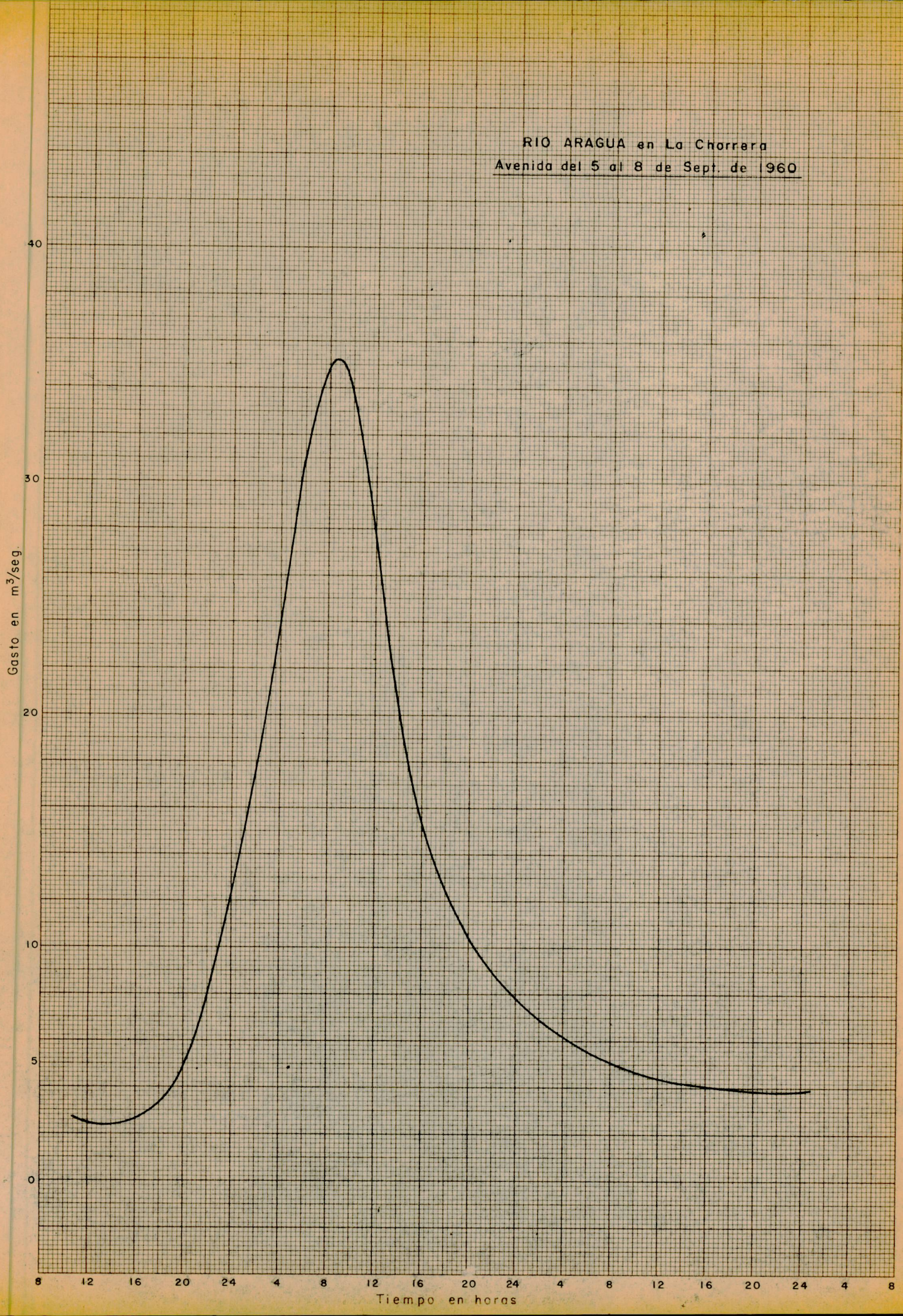

RIO ACARIGUA en Pte. Acarigua
Avenida del 16 al 19 de Octubre de 1958
Gasto en m³/seg.
700,0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
50,0
20
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
Tiempo en horas

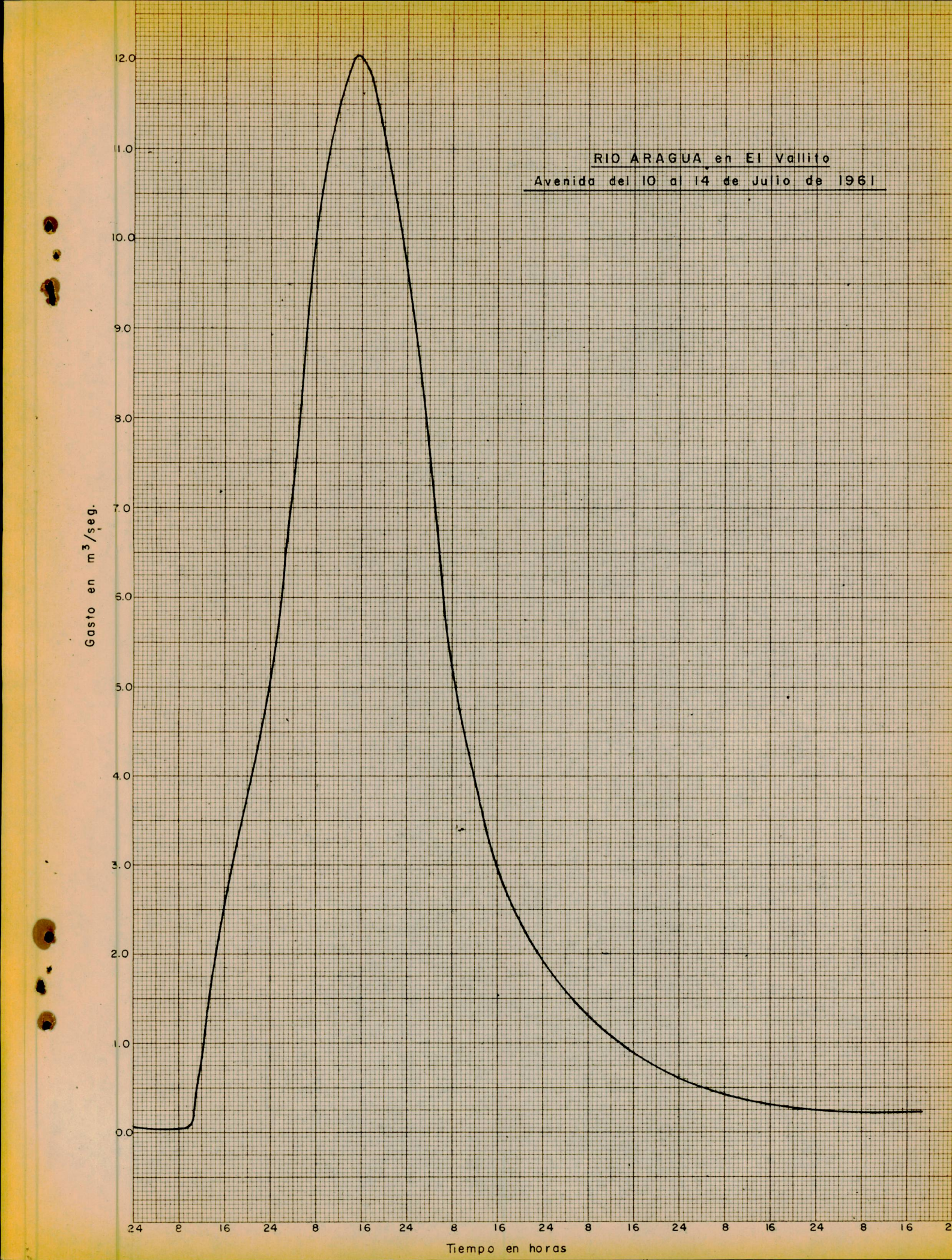
RIO ARAGUA en Hda. El Recreo
Avenida del 30 al 31 de Agosto de 1956

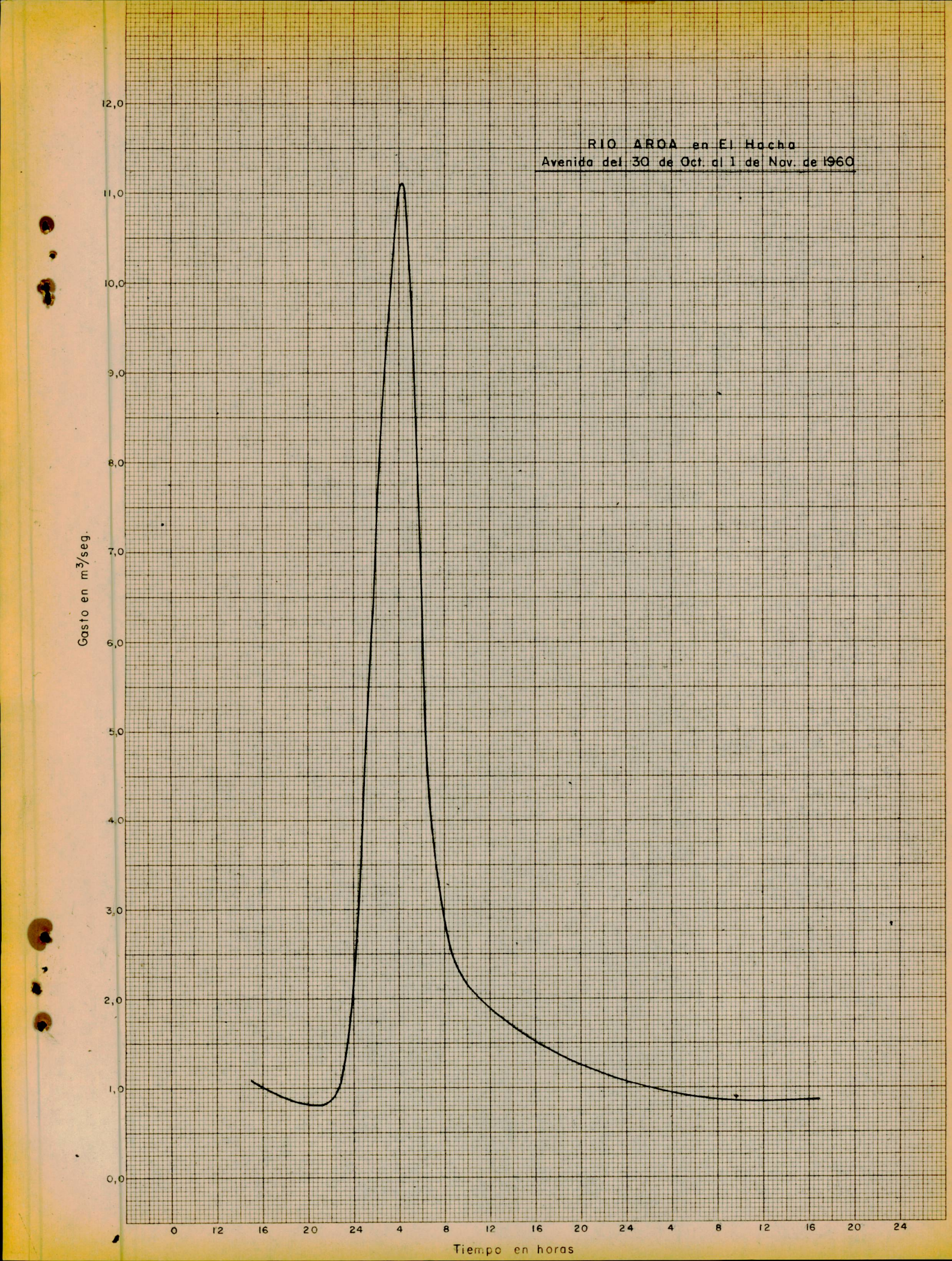


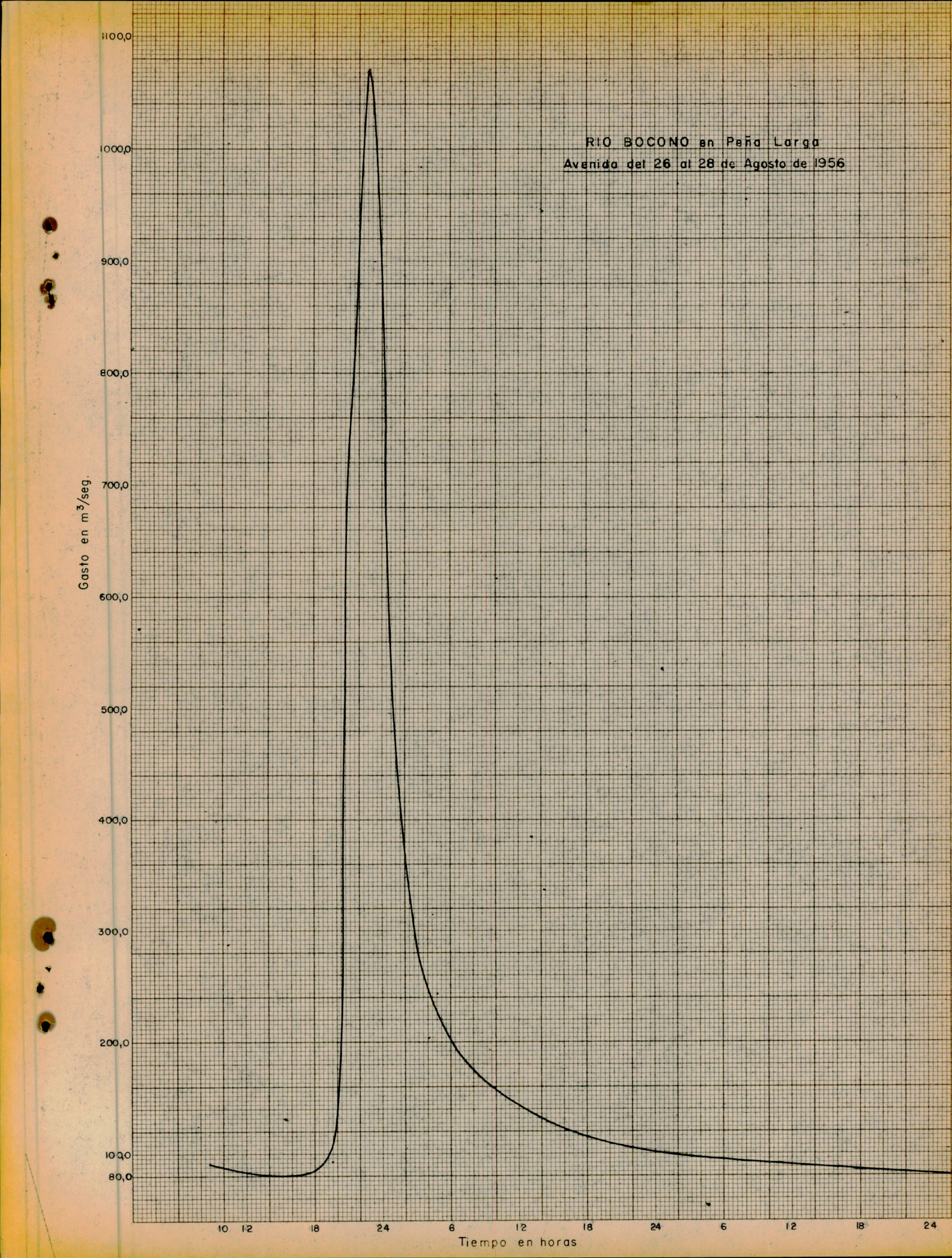
RIO ARAGUA en La Charrera

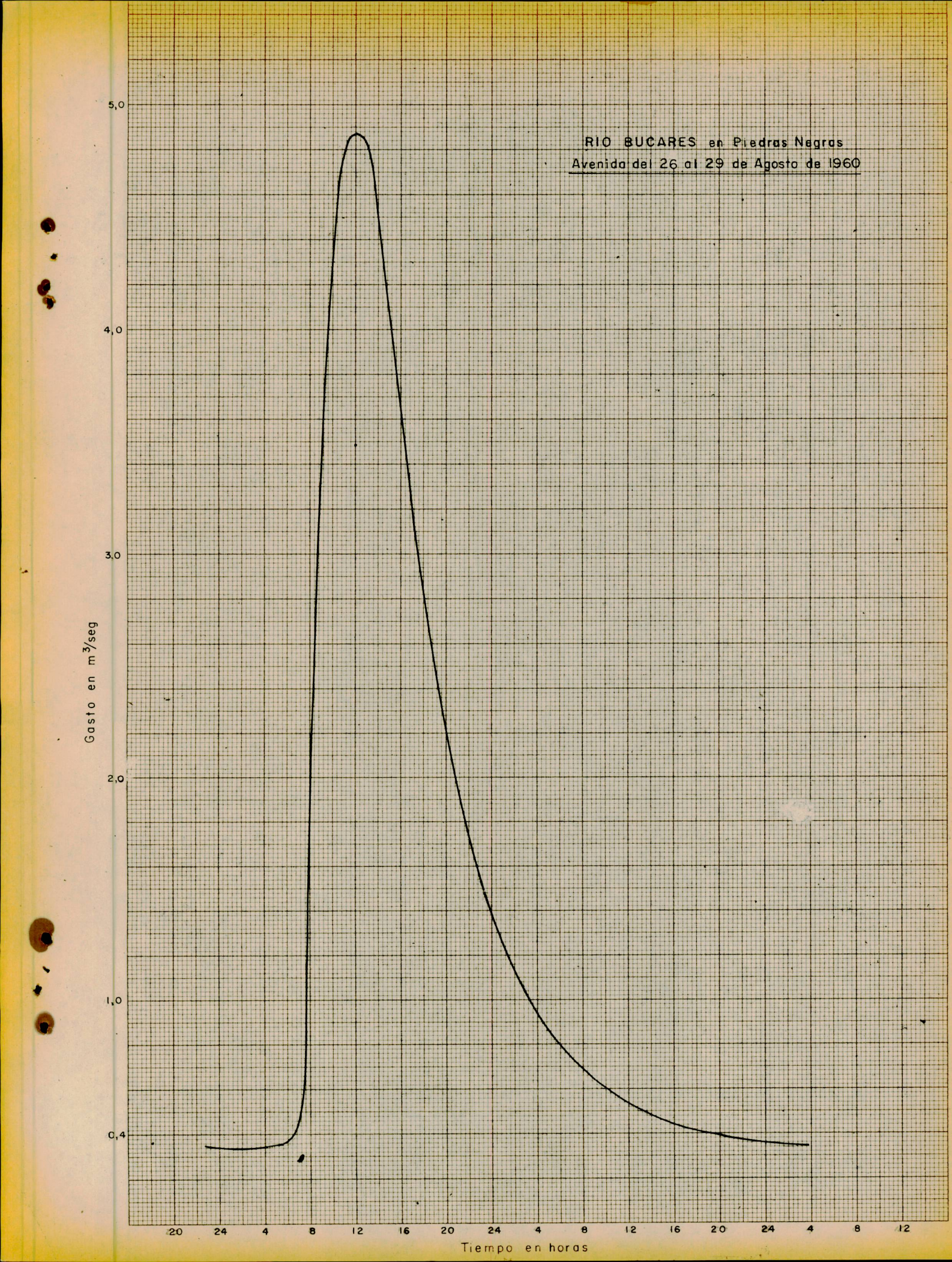
Avenida del 5 al 8 de Sept. de 1960




RIO ARAGUA en El Vallito
Avenida del 10 al 14 de Julio de 1961
Gasto en m³/seg.
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
24
8
16
24
8
16
24
8
16
24
8
16
24
8
16
24
8
16
Tiempo en horas

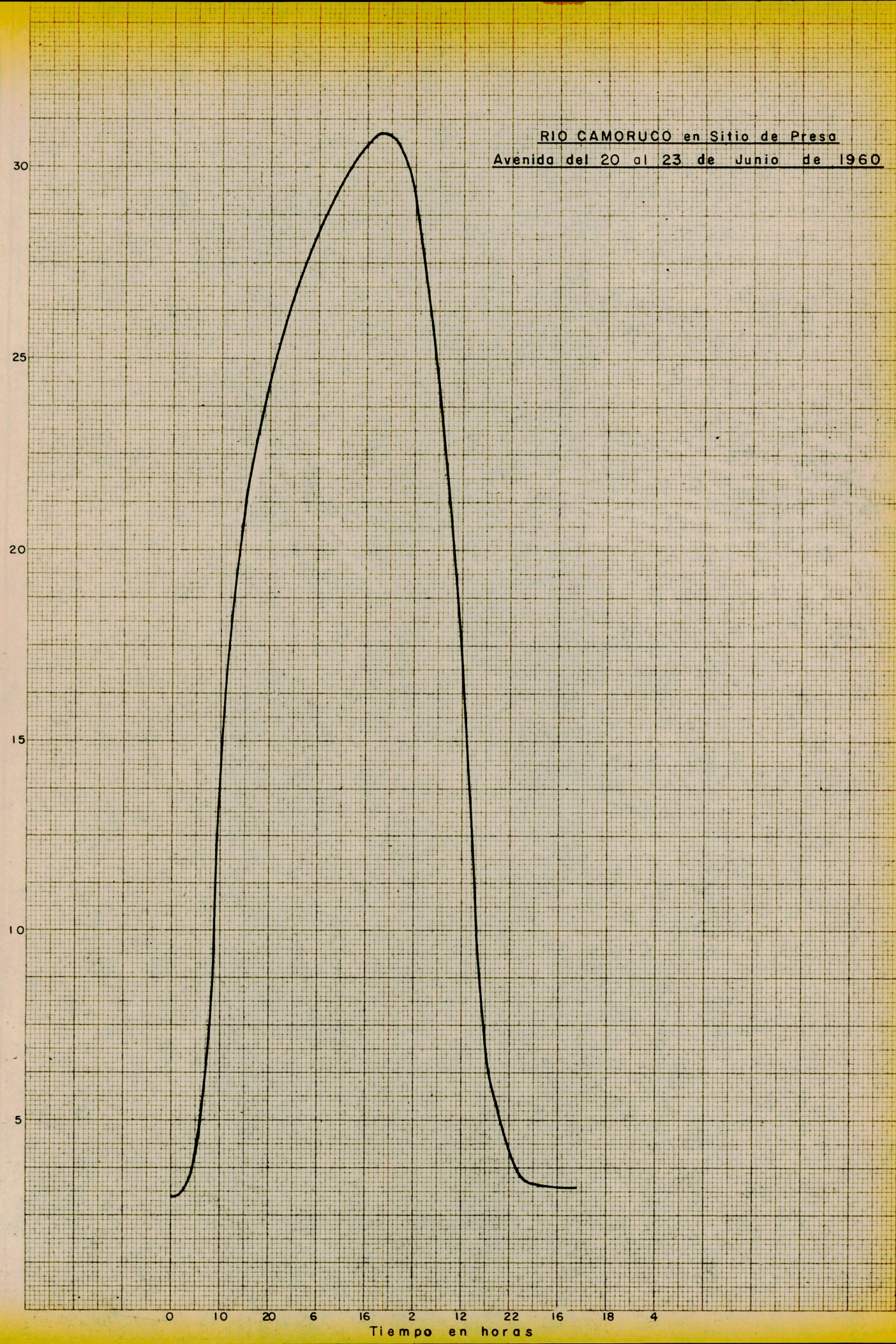

RIO AROA en El Hacha
Avenida del 30 de Oct. al 1 de Nov. de 1960
Gasto en m³/seg.
12,0
11,0
10,0
9,0
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
0
12
16
20
24
4
8
12
16
20
24
4
8
12
16
20
24
Tiempo en horas

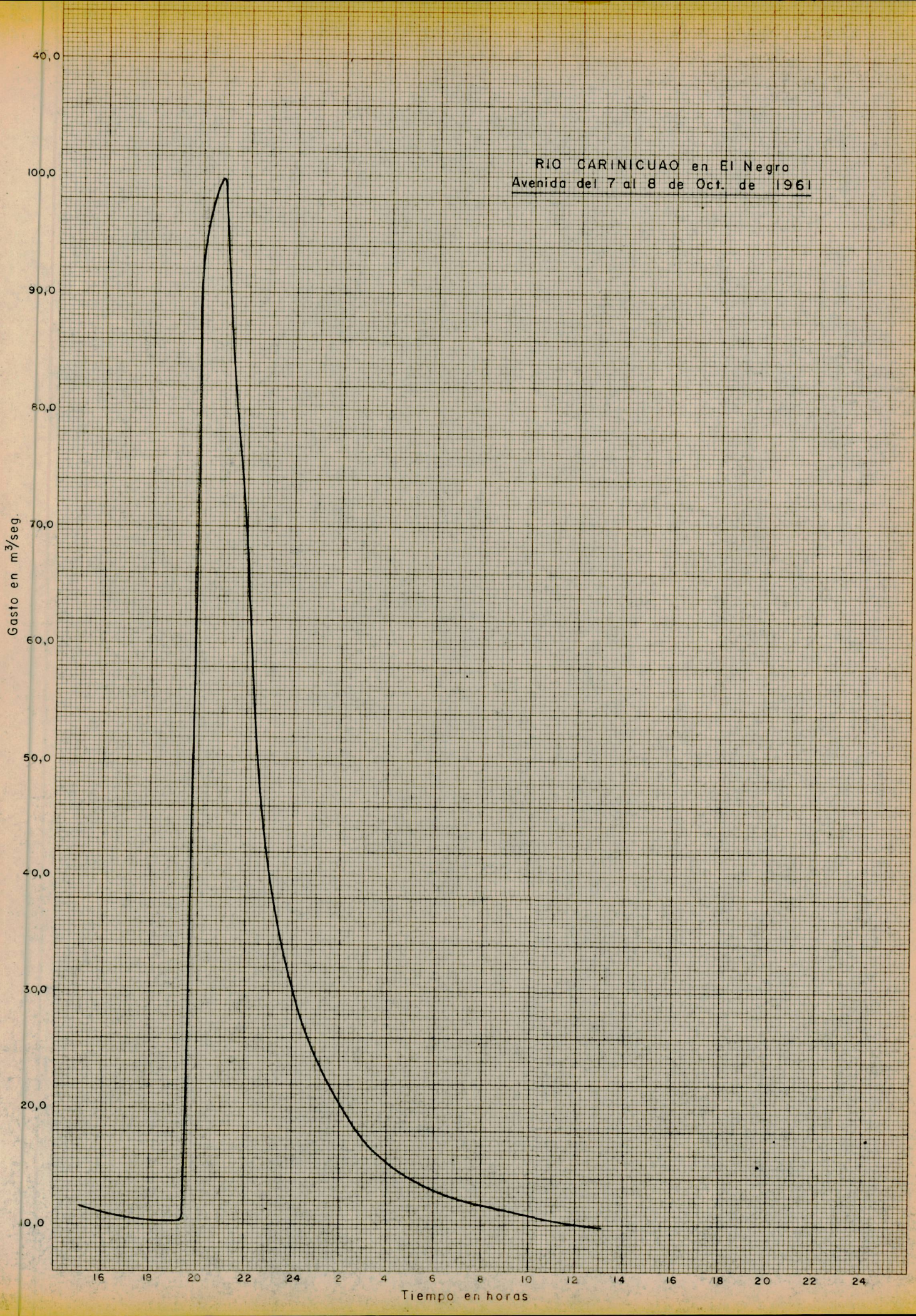

RIO BOCONO en Peña Larga
Avenida del 26 al 28 de Agosto de 1956
Gasto en m³/seg.
1100,0
1000,0
900,0
800,0
700,0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
80,0
10 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24
Tiempo en horas


RIO BUCARES en Piedras Negras
Avenida del 26 al 29 de Agosto de 1960
Gasto en m³/seg
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,4
20
24
4
8
12
16
20
24
4
8
12
16
20
24
4
8
12
Tiempo en horas

RIO CAMORUCO en Sitio de Presa

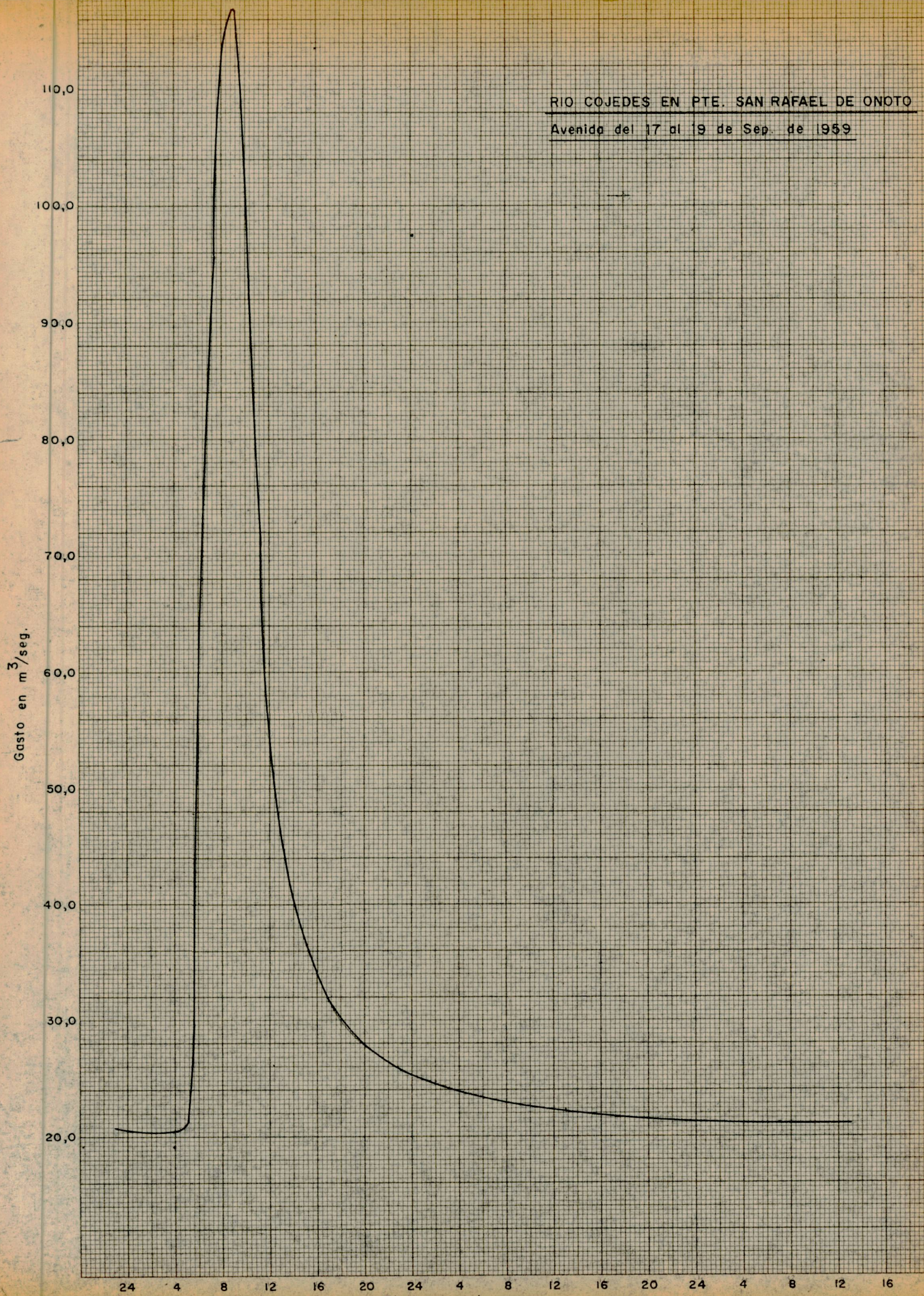
Avenida del 20 al 23 de Junio de 1960



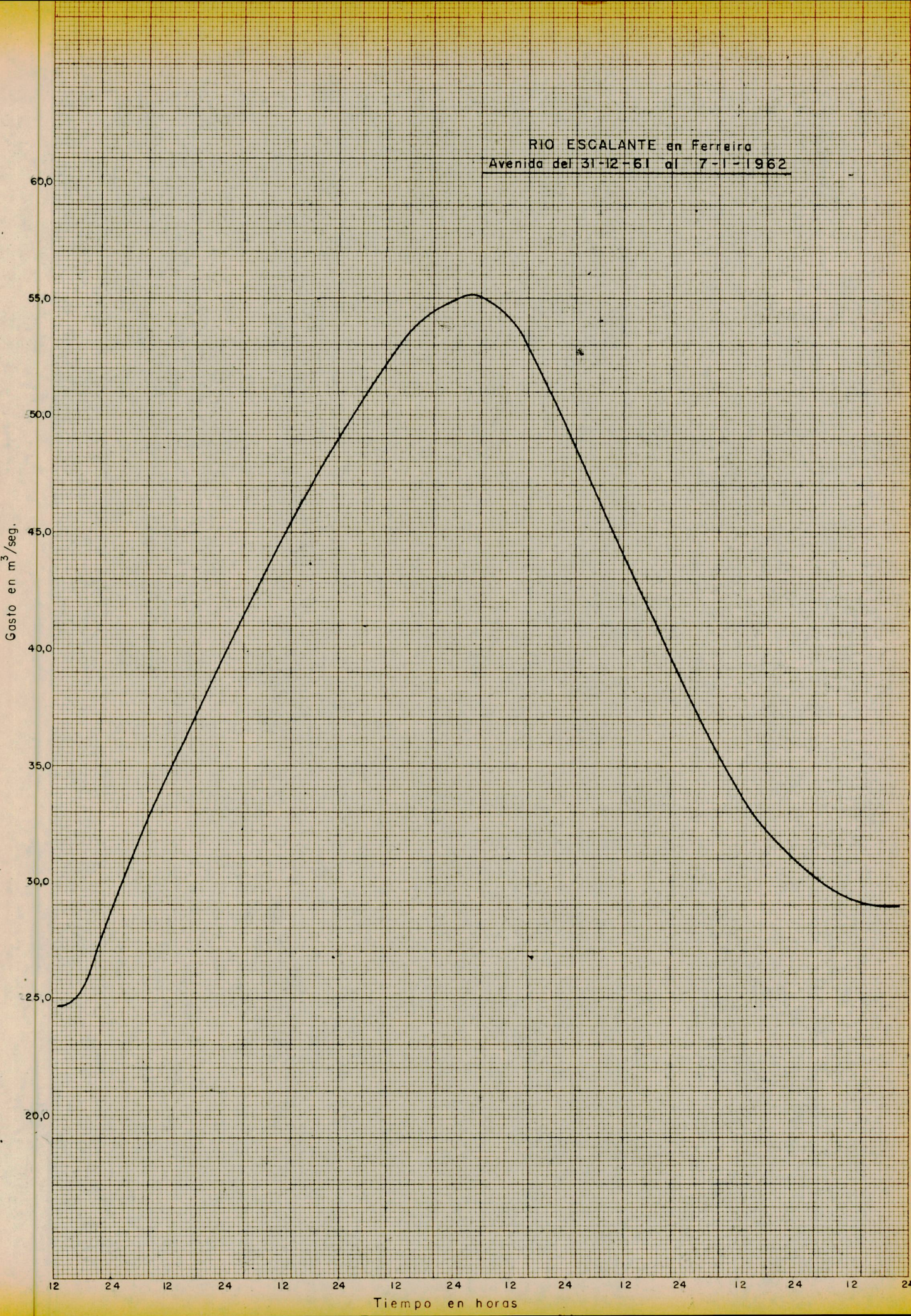

RIO CARINICUAO en El Negro
Avenida del 7 al 8 de Oct. de 1961
Gasto en m³/seg.
40,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
16
18
20
22
24
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Tiempo en horas

RIO COJEDES EN PTE. SAN RAFAEL DE ONOTO

Avenida del 17 al 19 de Sep. de 1959

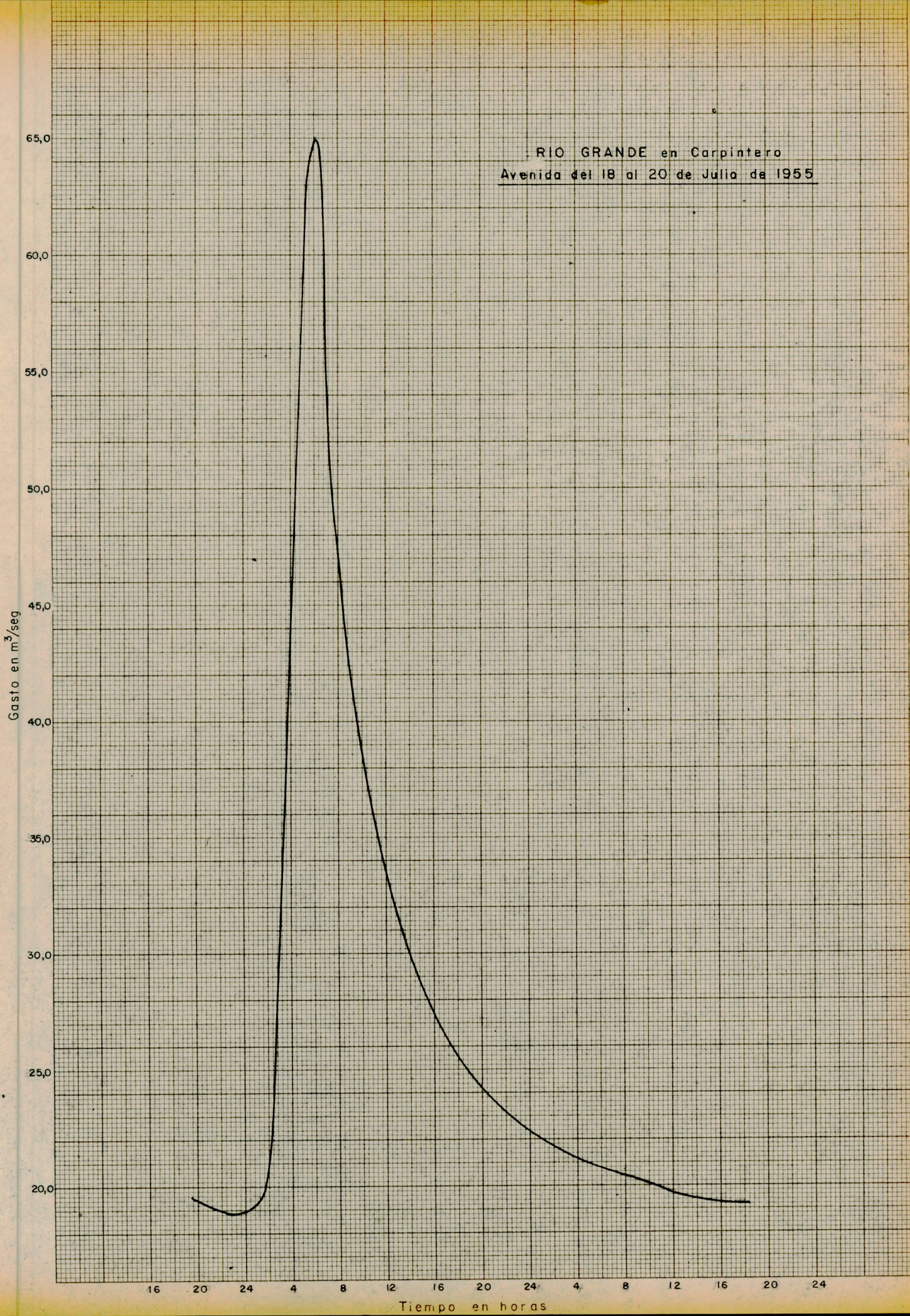


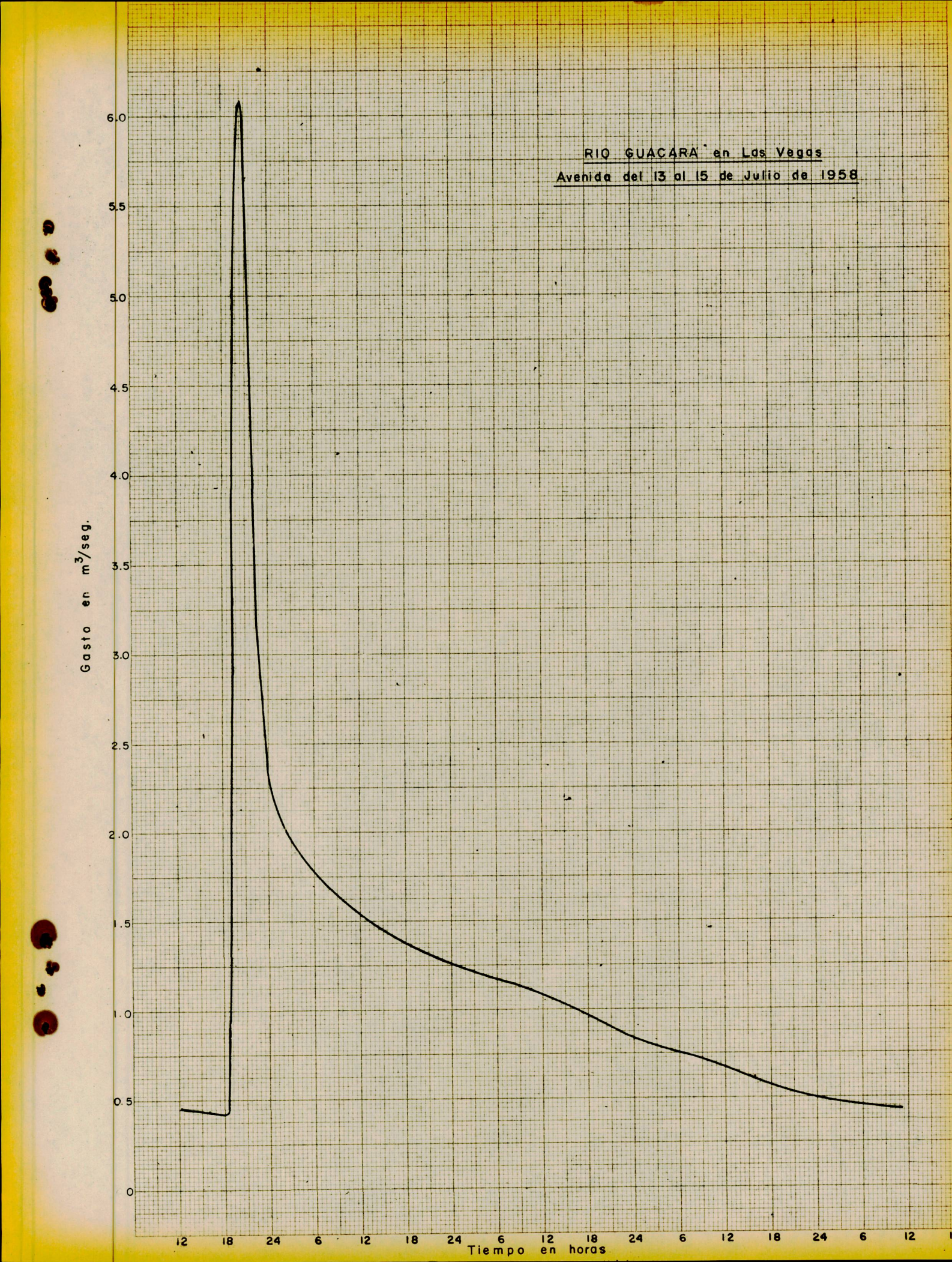
RIO ESCALANTE en Ferreira
Avenida del 31-12-61 al 7-1-1962



RIO GRANDE en Carpintero

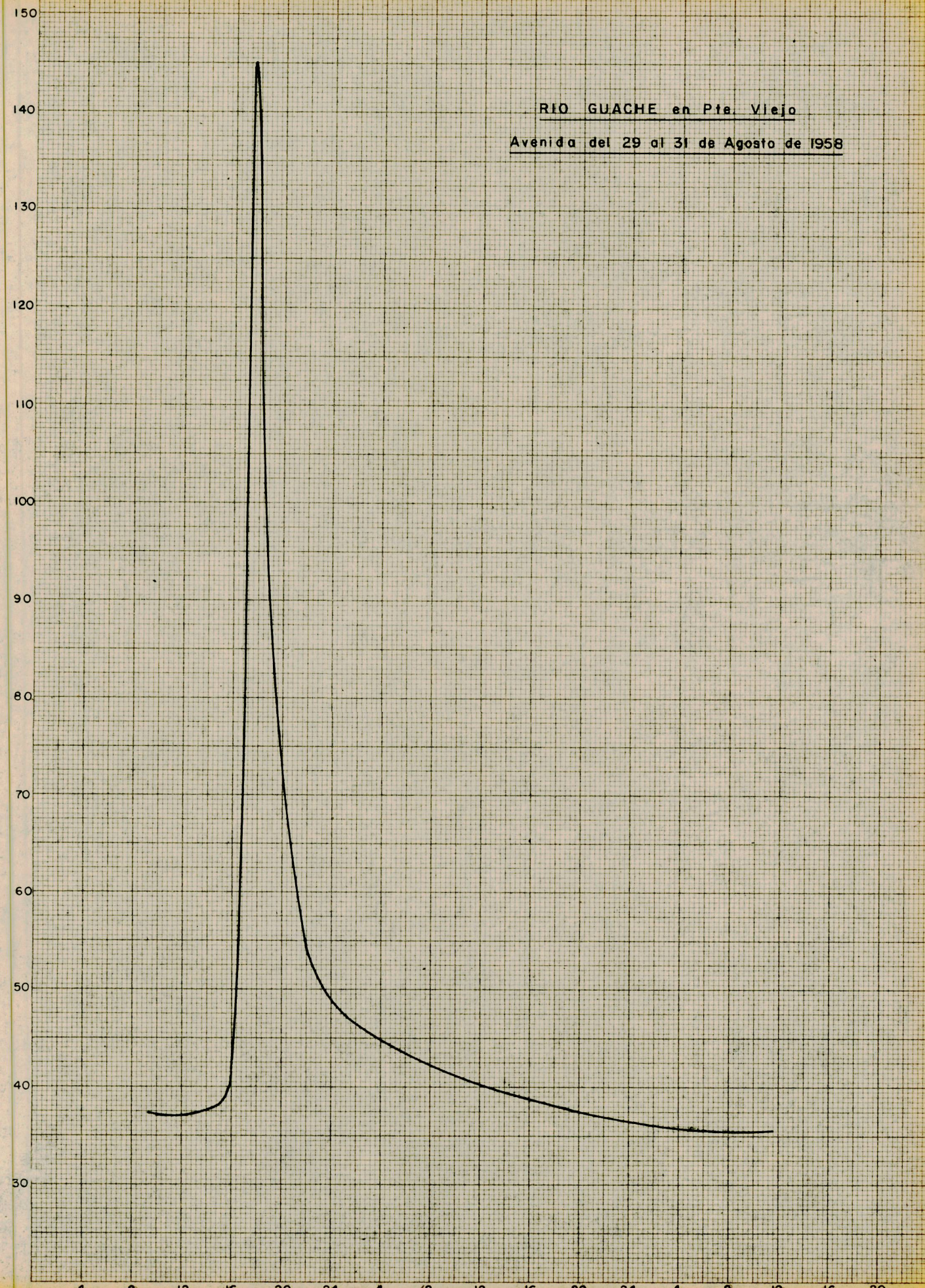
Avenida del 18 al 20 de Julio de 1955

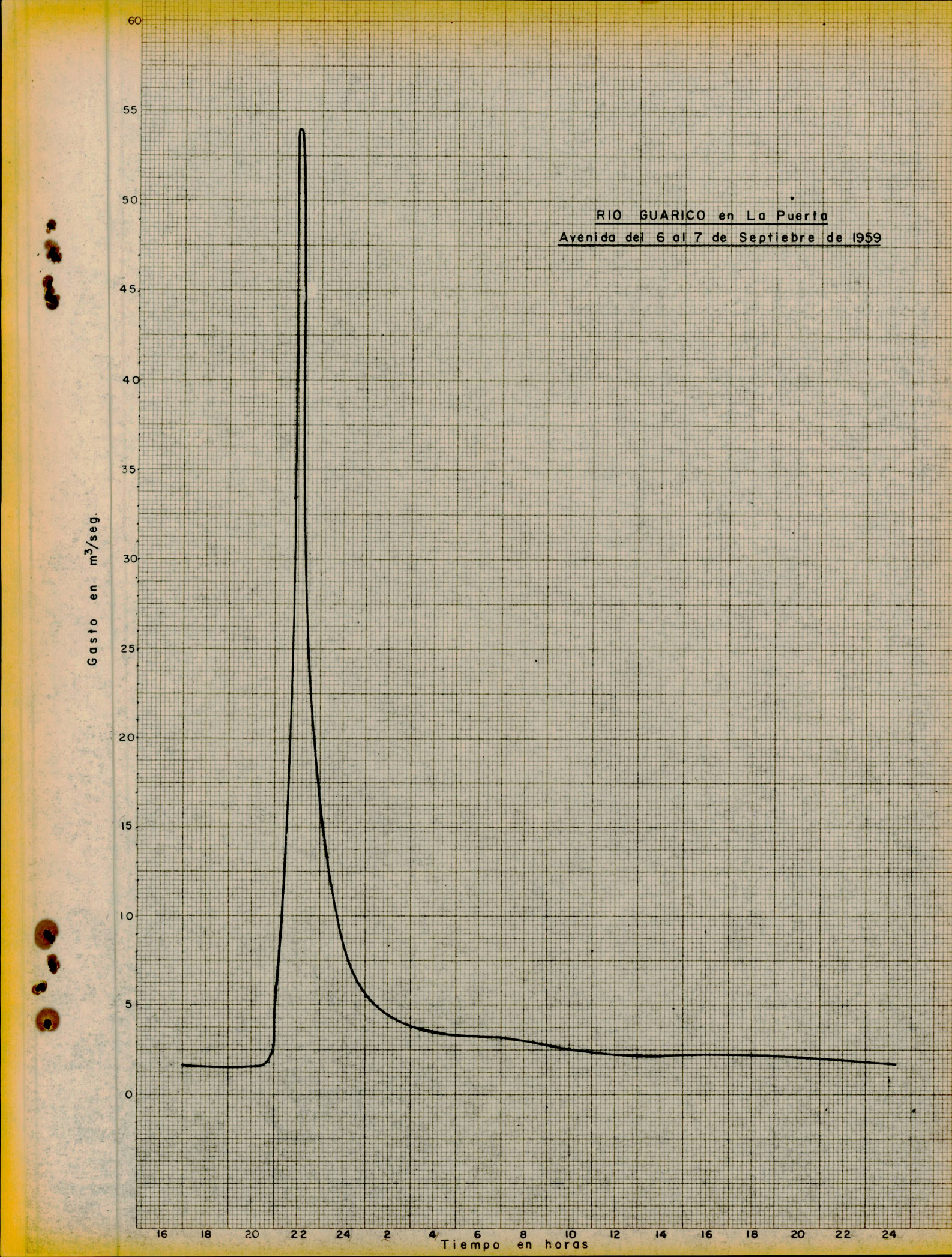


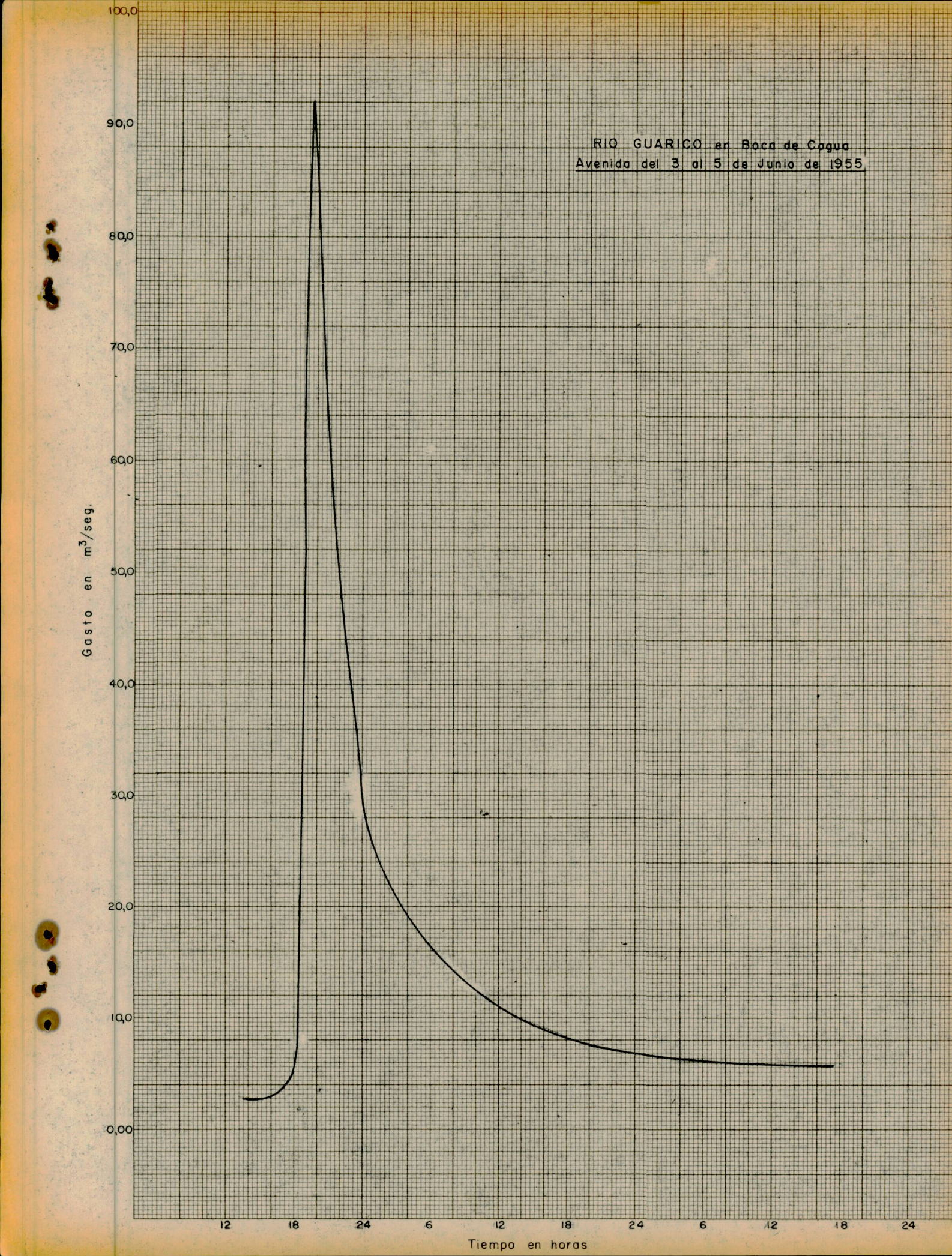

RIO GUACARA en Las Vegas
Avenida del 13 al 15 de Julio de 1958
Gasto en m3/seg.
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
Tiempo en horas

RIO GUACHE en Pte. Viejo

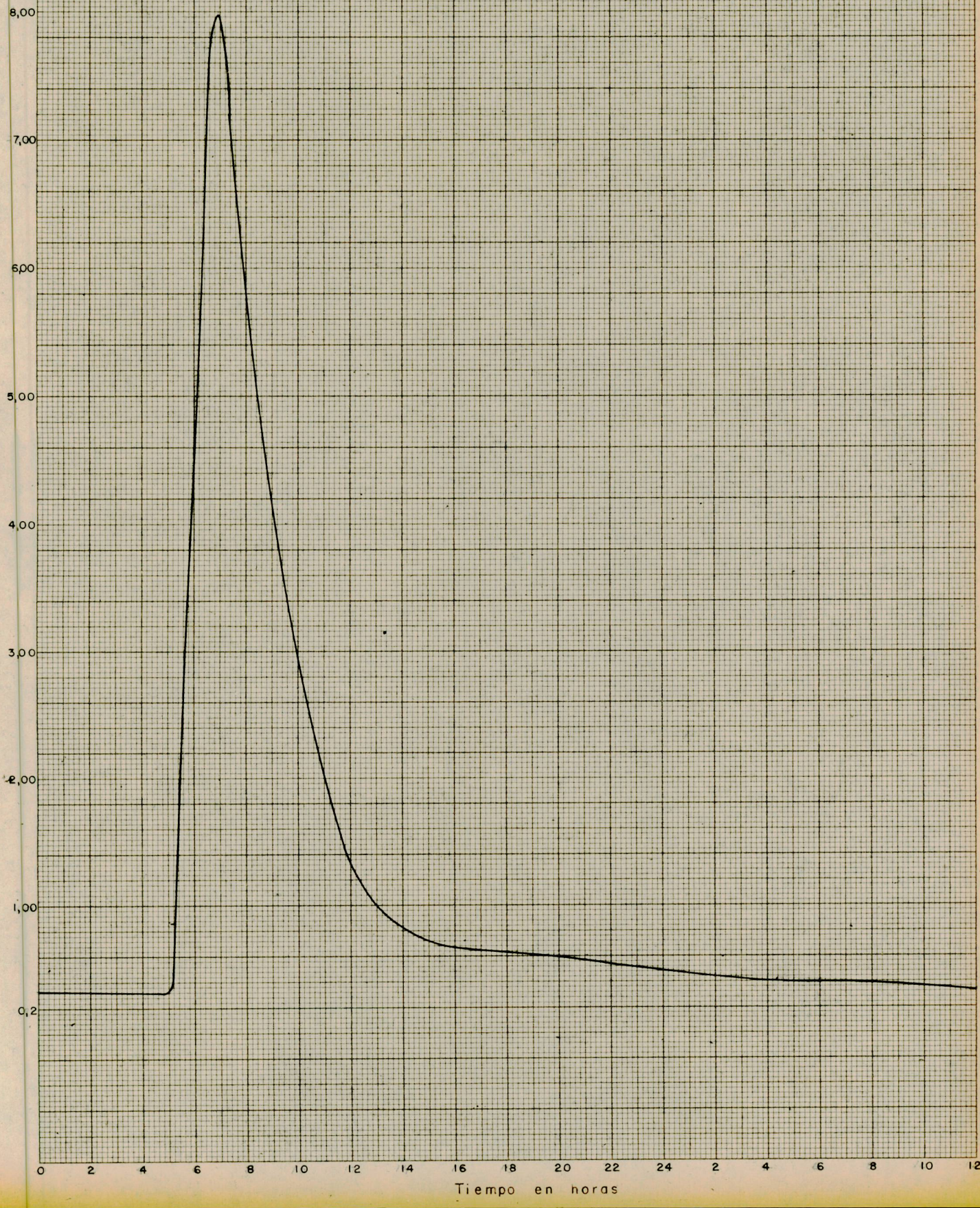
Avenida del 29 al 31 de Agosto de 1958

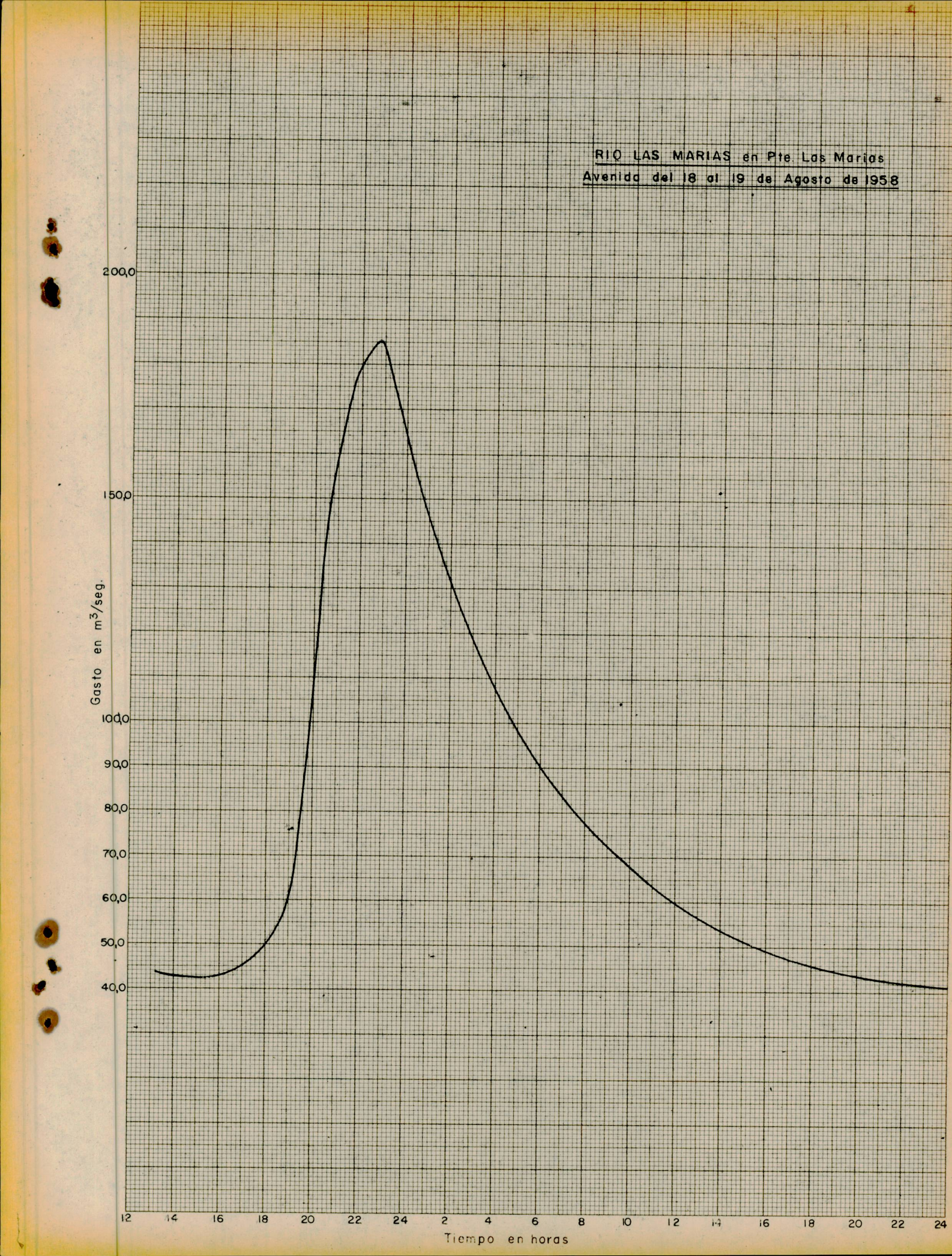


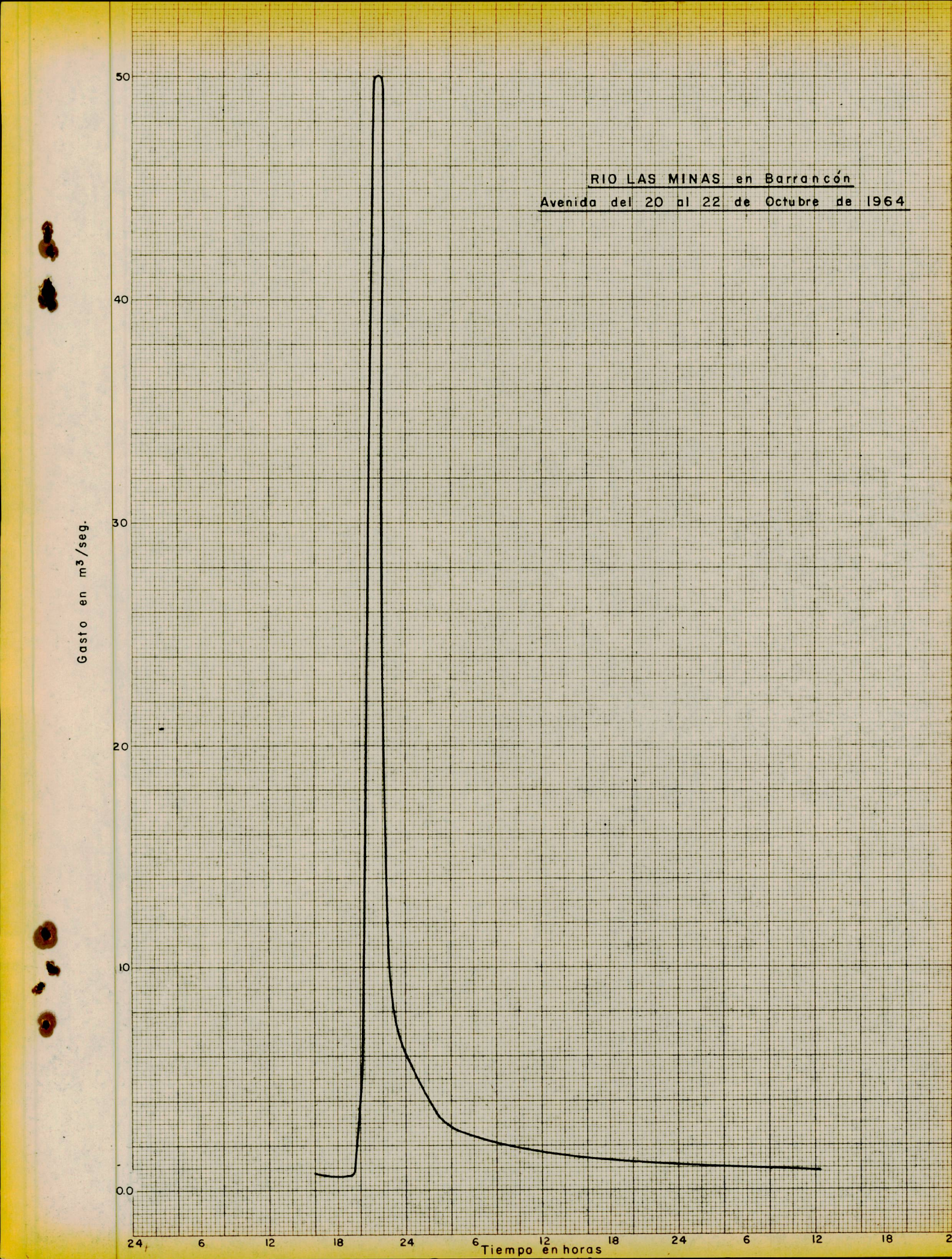

RIO GUARICO en La Puerta
Avenida del 6 al 7 de Septiembre de 1959
Gasto en m³/seg.
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
16
18
20
22
24
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Tiempo en horas


RIO GUARICO en Boca de Cagua
Avenida del 3 al 5 de Junio de 1955
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,00
Gasto en m³/seg.
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
24
Tiempo en horas

RIO GUATAPARO en Cia. Inglesa
Avenida del 18 al 19 de Nov. de 1958

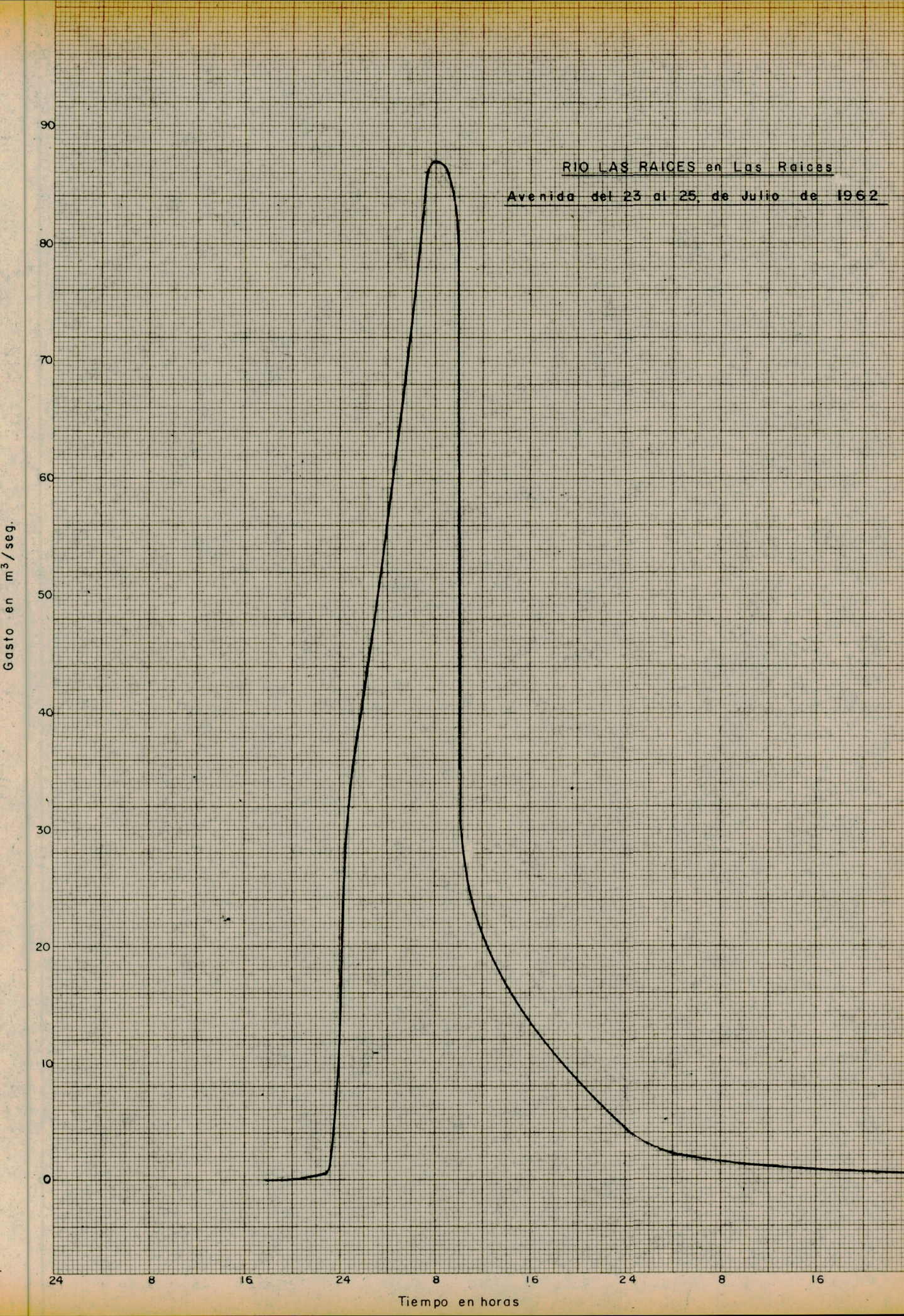


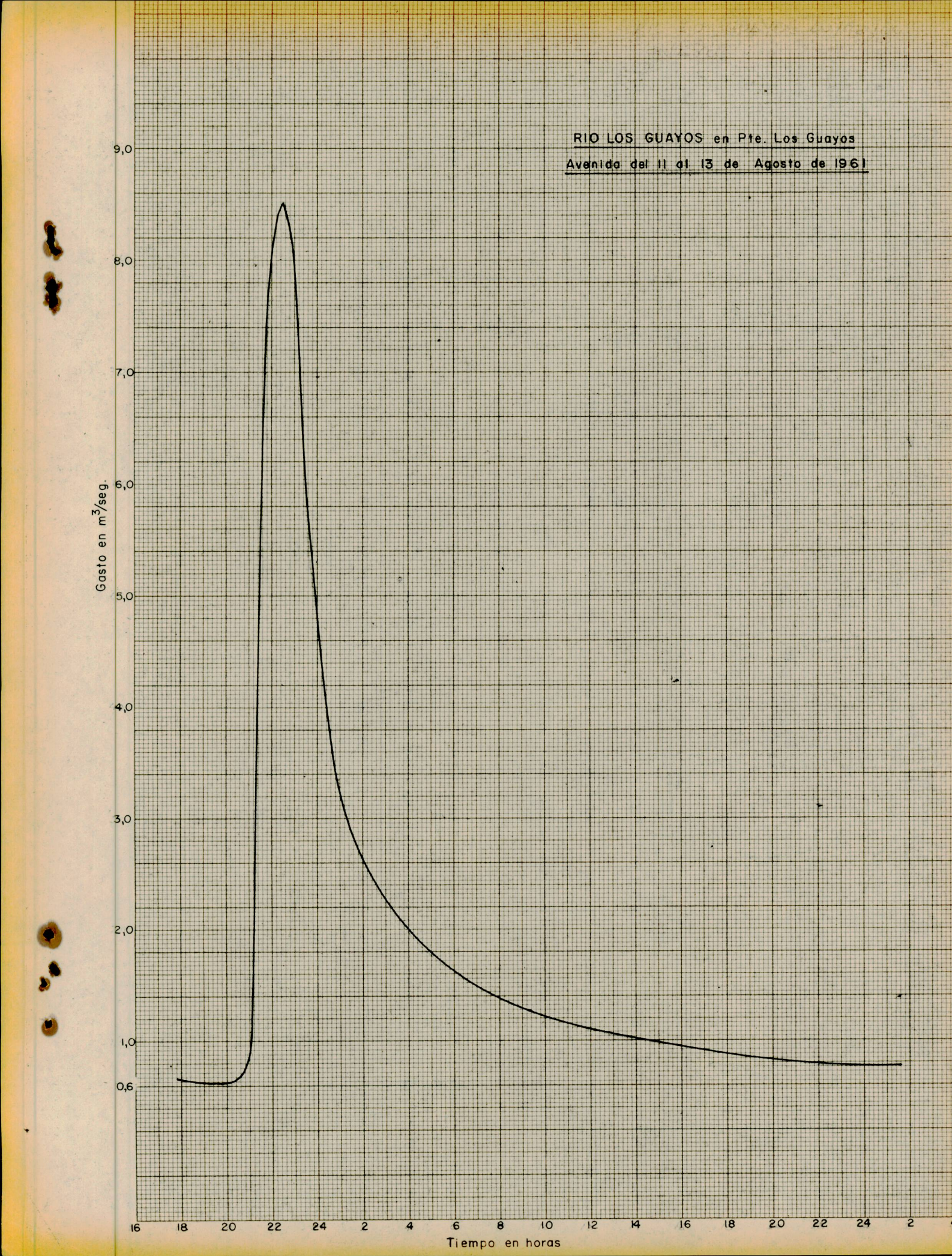

RIO LAS MARIAS en Pte Las Marias
Avenida del 18 al 19 de Agosto de 1958
Gasto en m³/seg.
200,0
150,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
12
14
16
18
20
22
24
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Tiempo en horas

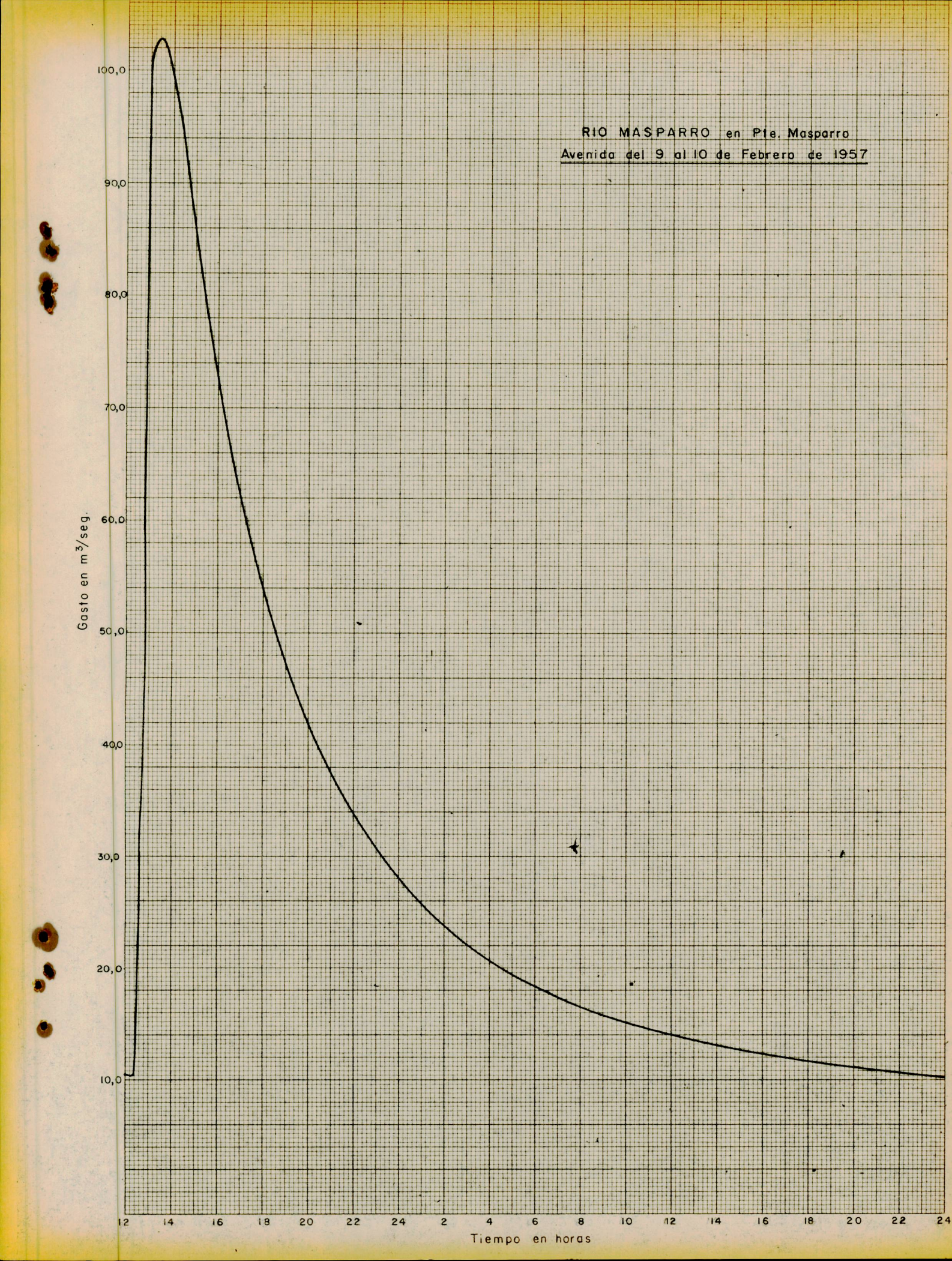

RIO LAS MINAS en Barrancón
Avenida del 20 al 22 de Octubre de 1964
Gasto en m³/seg.
50
40
30
20
10
0.0
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
Tiempo en horas

RIO LAS RAICES en Las Raices

Avenida del 23 al 25, de Julio de 1962

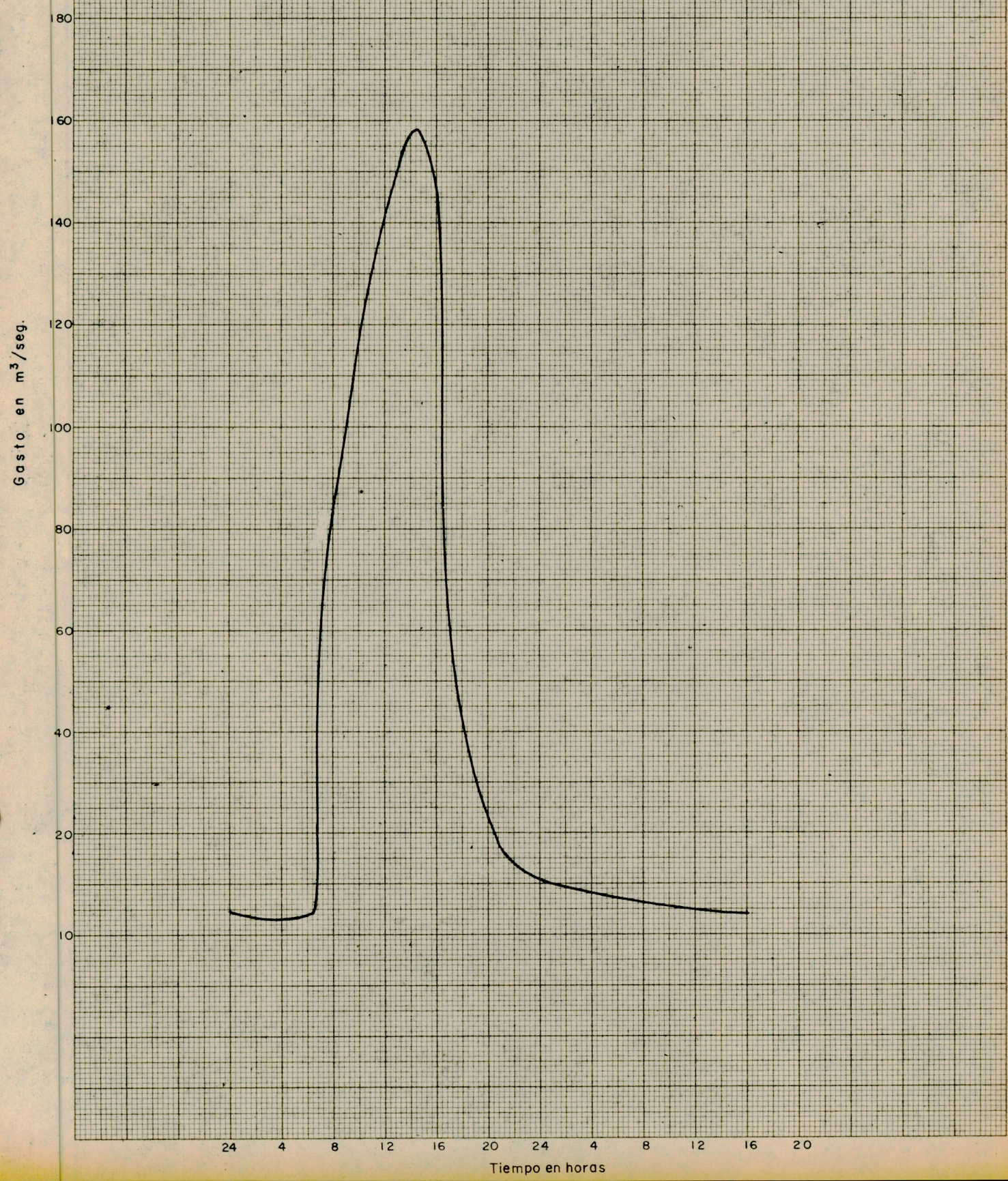


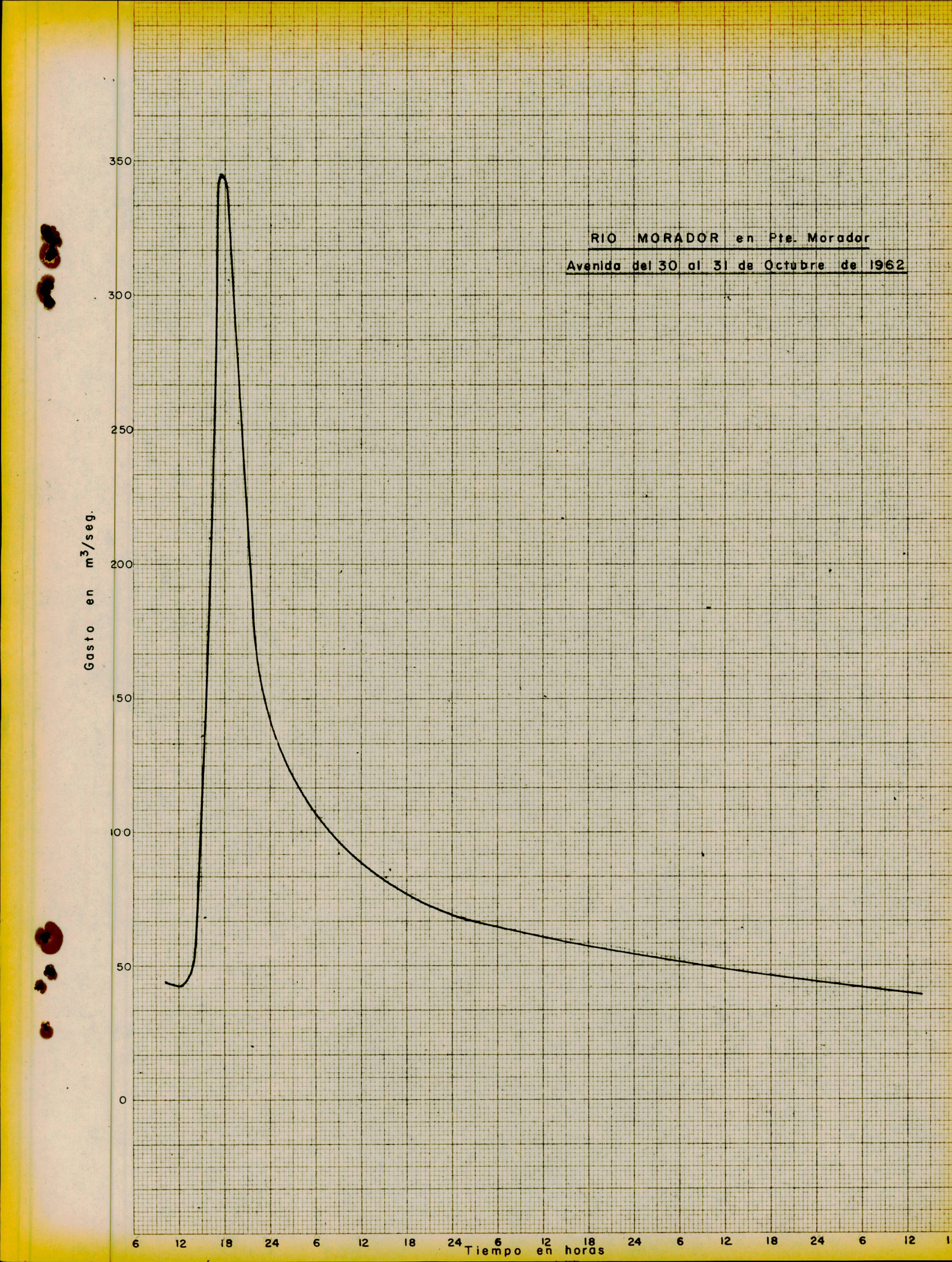

RIO LOS GUAYOS en Pte. Los Guayos
Avenida del 11 al 13 de Agosto de 1961
Gasto en m3/seg.
9,0
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,6
16
18
20
22
24
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
2
Tiempo en horas

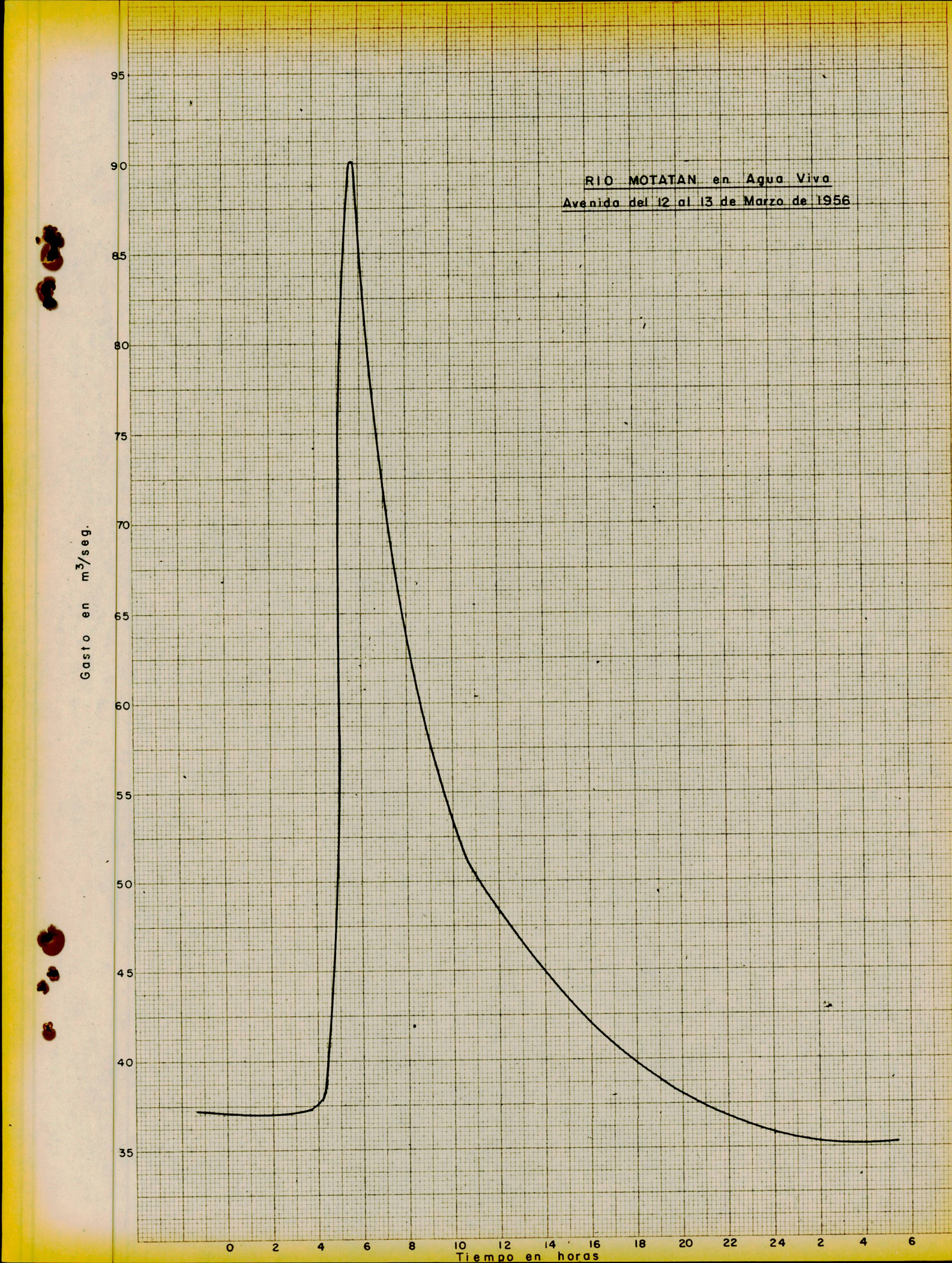

RIO MASPARRO en Pte. Masparro
Avenida del 9 al 10 de Febrero de 1957
Gasto en m³/seg.
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
12
14
16
18
20
22
24
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Tiempo en horas

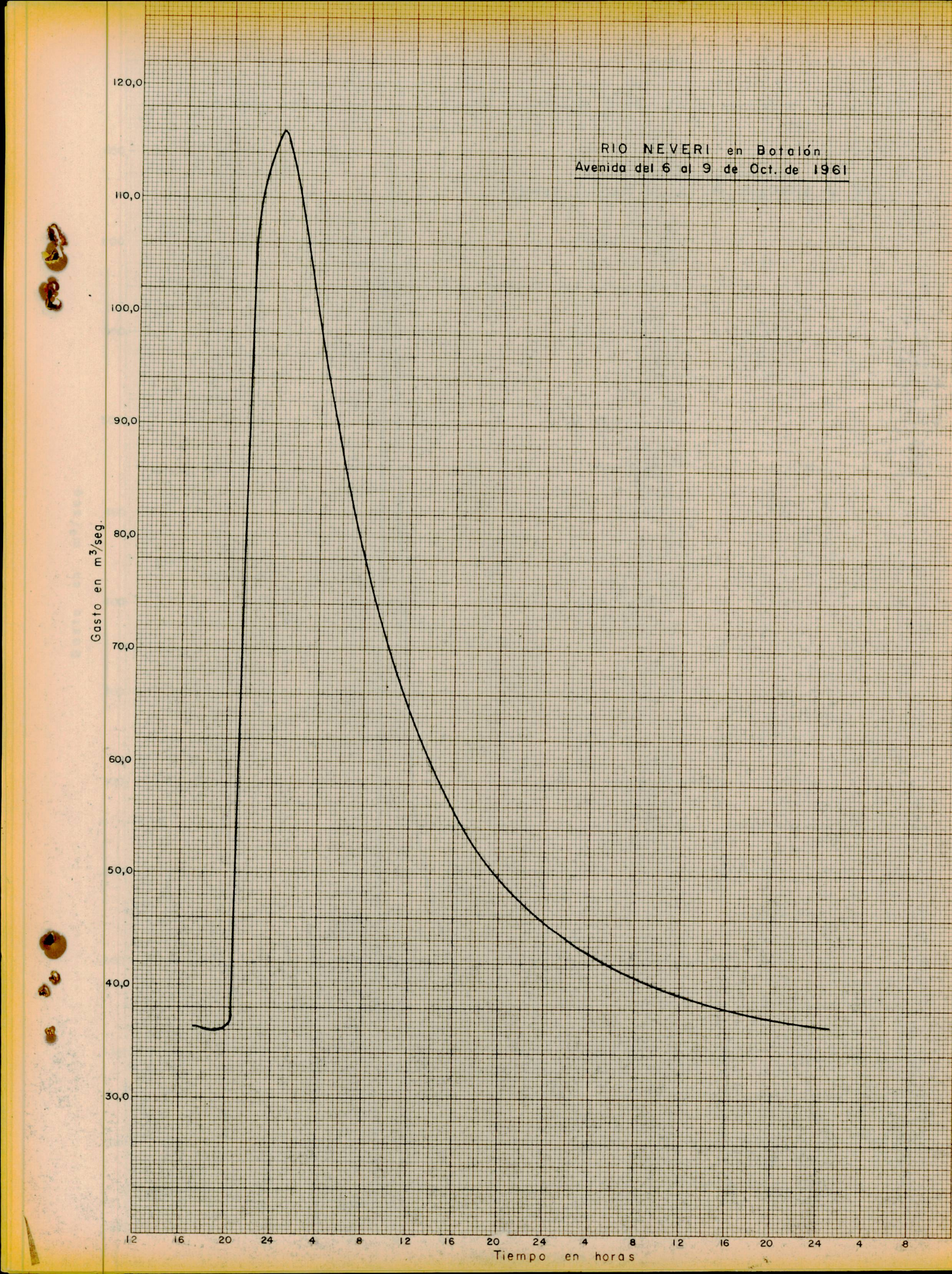
RIO MATICORA en Don Pancho

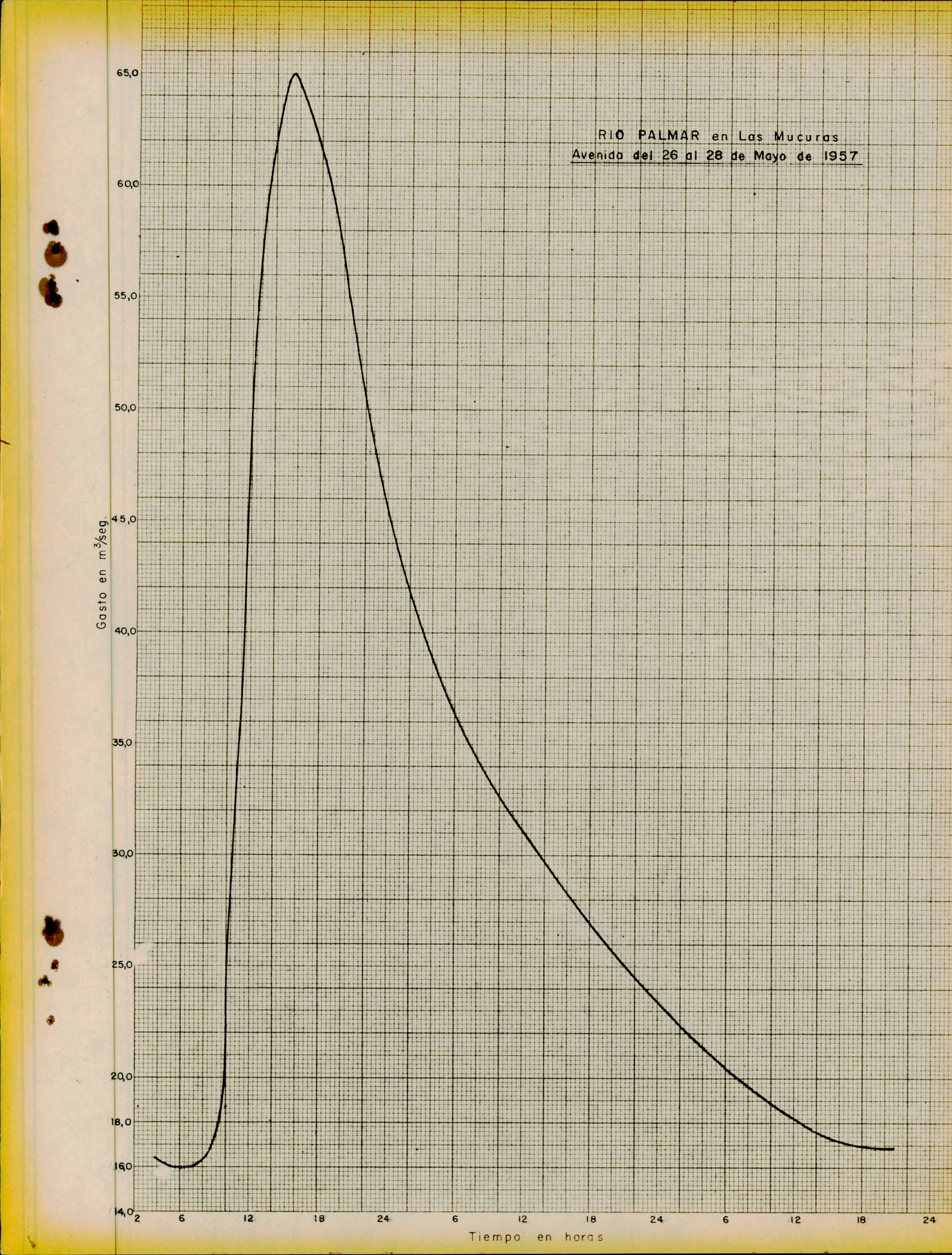
Avenida del 18 al 19 de Noviembre de 1960

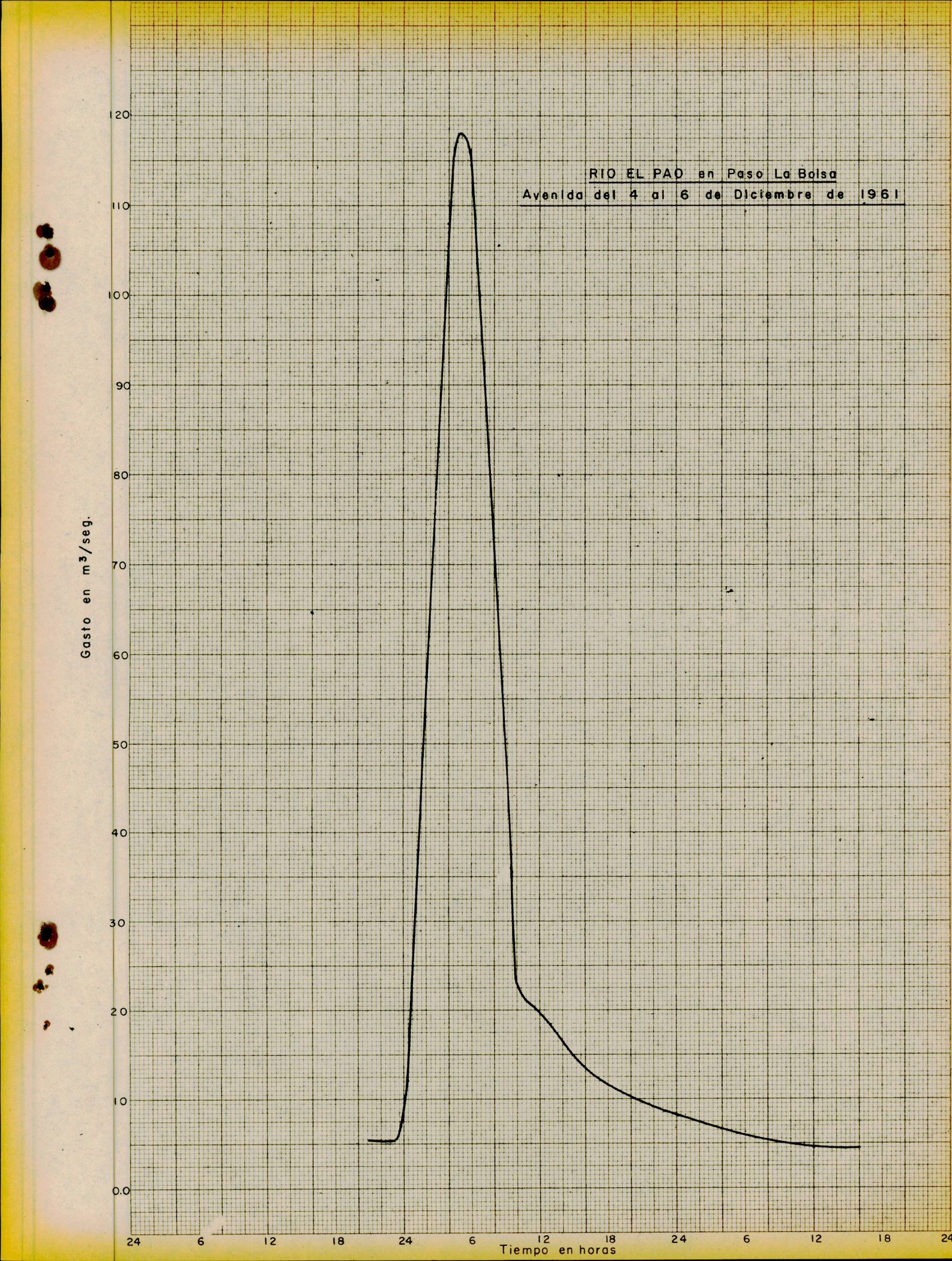



RIO MORADOR en Pte. Morador
Avenida del 30 al 31 de Octubre de 1962
Gasto en m3/seg.
350
300
250
200
150
100
50
0
6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12
Tiempo en horas


RIO MOTATAN en Agua Viva
Avenida del 12 al 13 de Marzo de 1956
Gasto en m³/seg.
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
2
4
6
Tiempo en horas

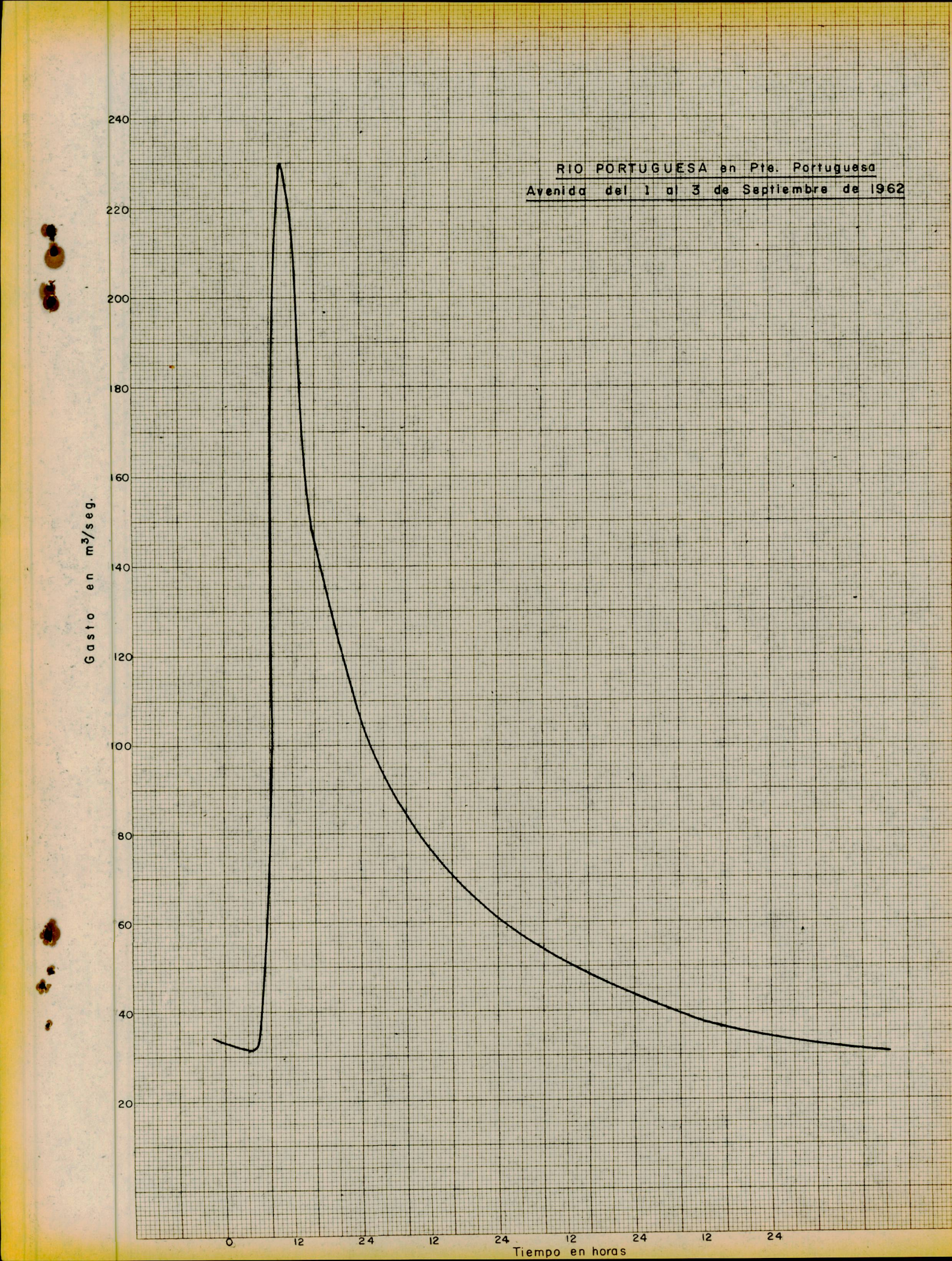

RIO NEVERI en Botalón
Avenida del 6 al 9 de Oct. de 1961
Gasto en m³/seg.
120,0
110,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
12
16
20
24
4
8
12
16
20
24
4
8
12
16
20
24
4
8
Tiempo en horas


RIO PALMAR en Las Mucuras
Avenida del 26 al 28 de Mayo de 1957
Gasto en m³/seg.
65,0
60,0
55,0
50,0
45,0
40,0
35,0
30,0
25,0
20,0
18,0
16,0
14,0
2
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
24
Tiempo en horas


RIO EL PAO en Paso La Bolsa
Avenida del 4 al 6 de Diciembre de 1961
Gasto en m³/seg.
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0.0
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
Tiempo en horas

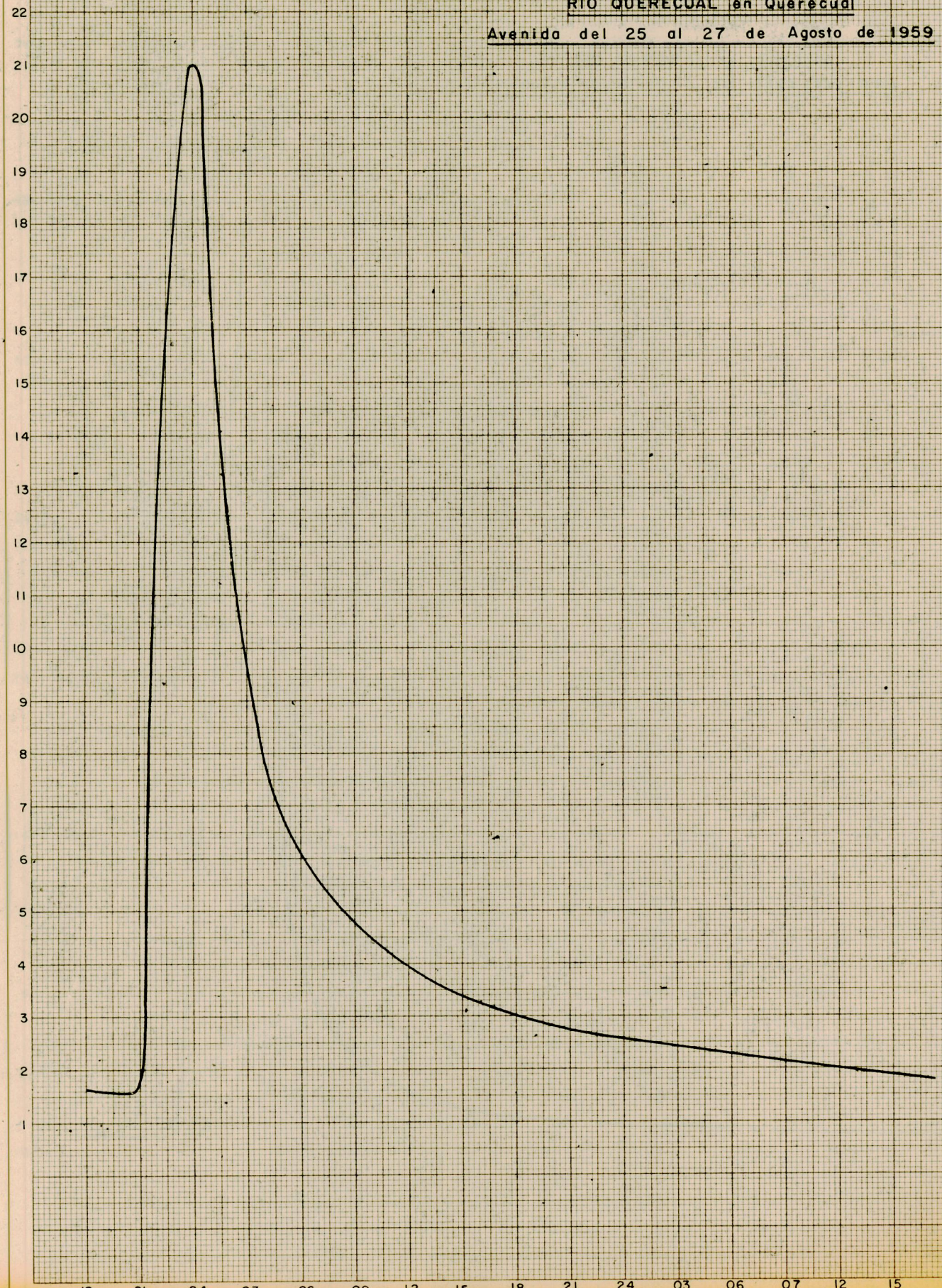
RIO PORTUGUESA en Pte. Portuguesa

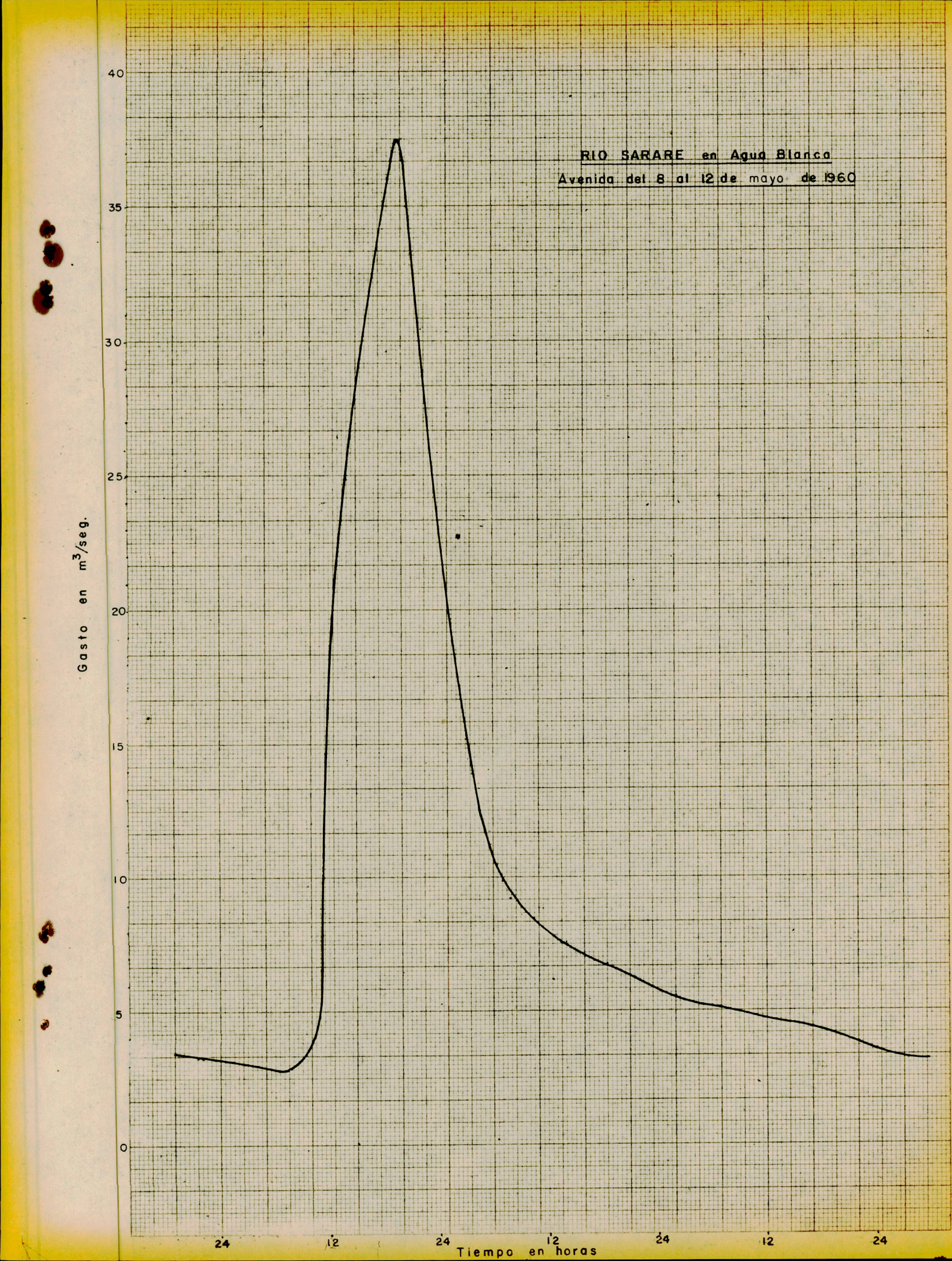
Avenida del 1 al 3 de Septiembre de 1962

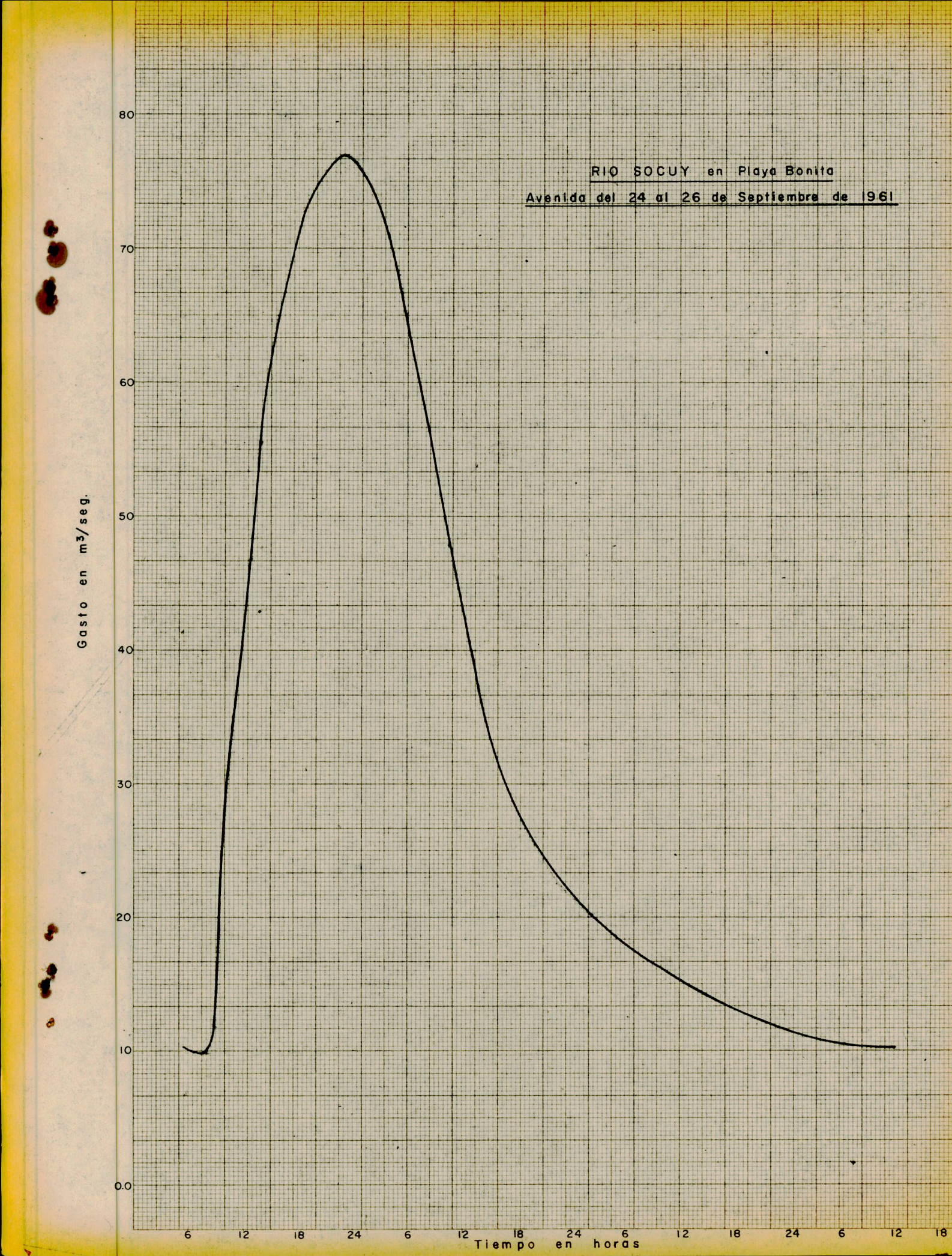


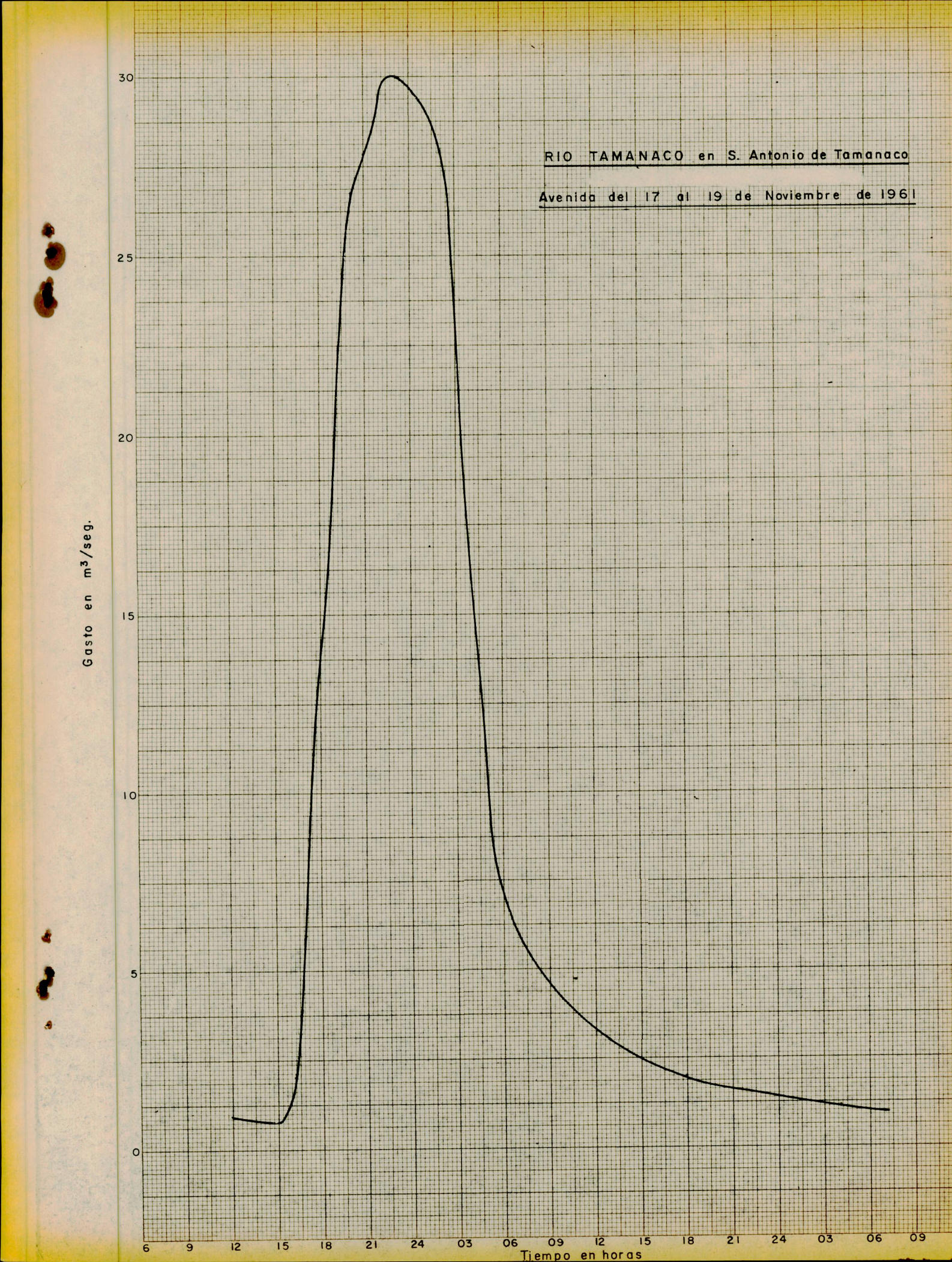
RIO QUERECUAL en Querecual

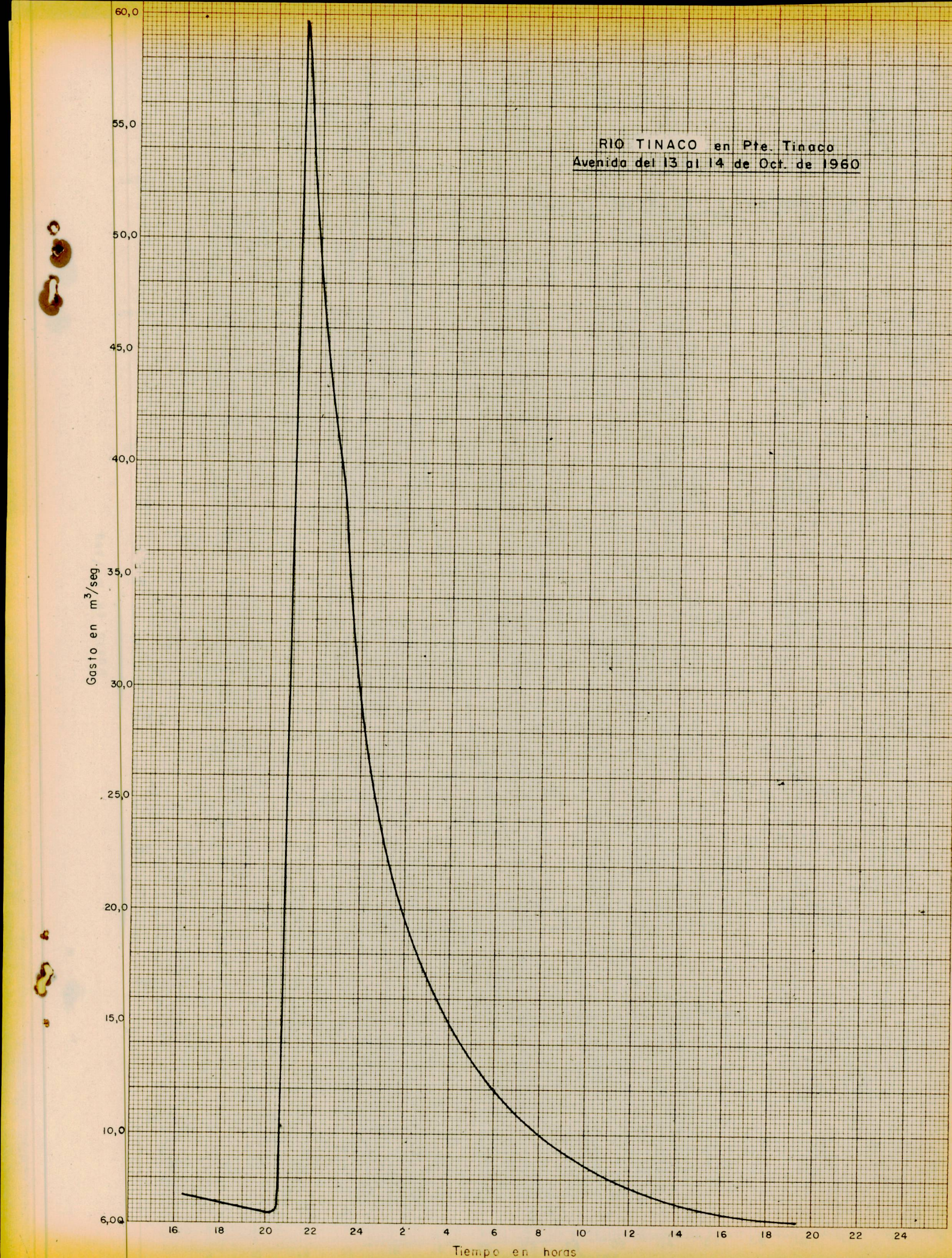
Avenida del 25 al 27 de Agosto de 1959




RIO SARARE en Agua Blanca
Avenida del 8 al 12 de mayo de 1960
Gasto en m3/seg.
40
35
30
25
20
15
10
5
0
24
12
24
12
24
12
24
Tiempo en horas

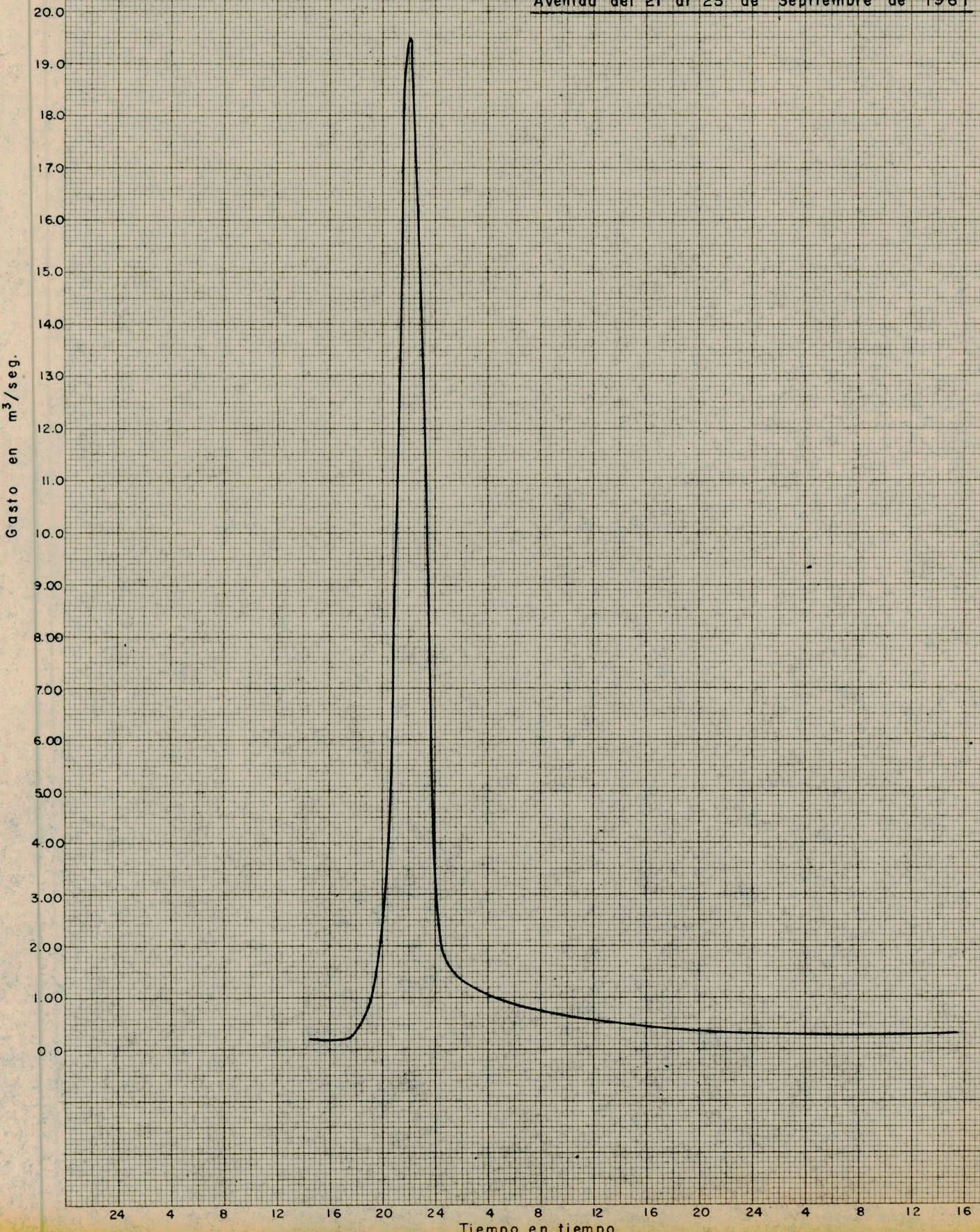

RIO SOCUY en Playa Bonita
Avenida del 24 al 26 de Septiembre de 1961
Gasto en m³/seg.
80
70
60
50
40
30
20
10
0.0
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
Tiempo en horas


RIO TAMANACO en S. Antonio de Tamanaco
Avenida del 17 al 19 de Noviembre de 1961
Gasto en m³/seg.
30
25
20
15
10
5
0
6
9
12
15
18
21
24
03
06
09
12
15
18
21
24
03
06
09
Tiempo en horas


RIO TINACO en Pte. Tinaco
Avenida del 13 al 14 de Oct. de 1960
Gasto en m³/seg.
60,0
55,0
50,0
45,0
40,0
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
6,00
16
18
20
22
24
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Tiempo en horas

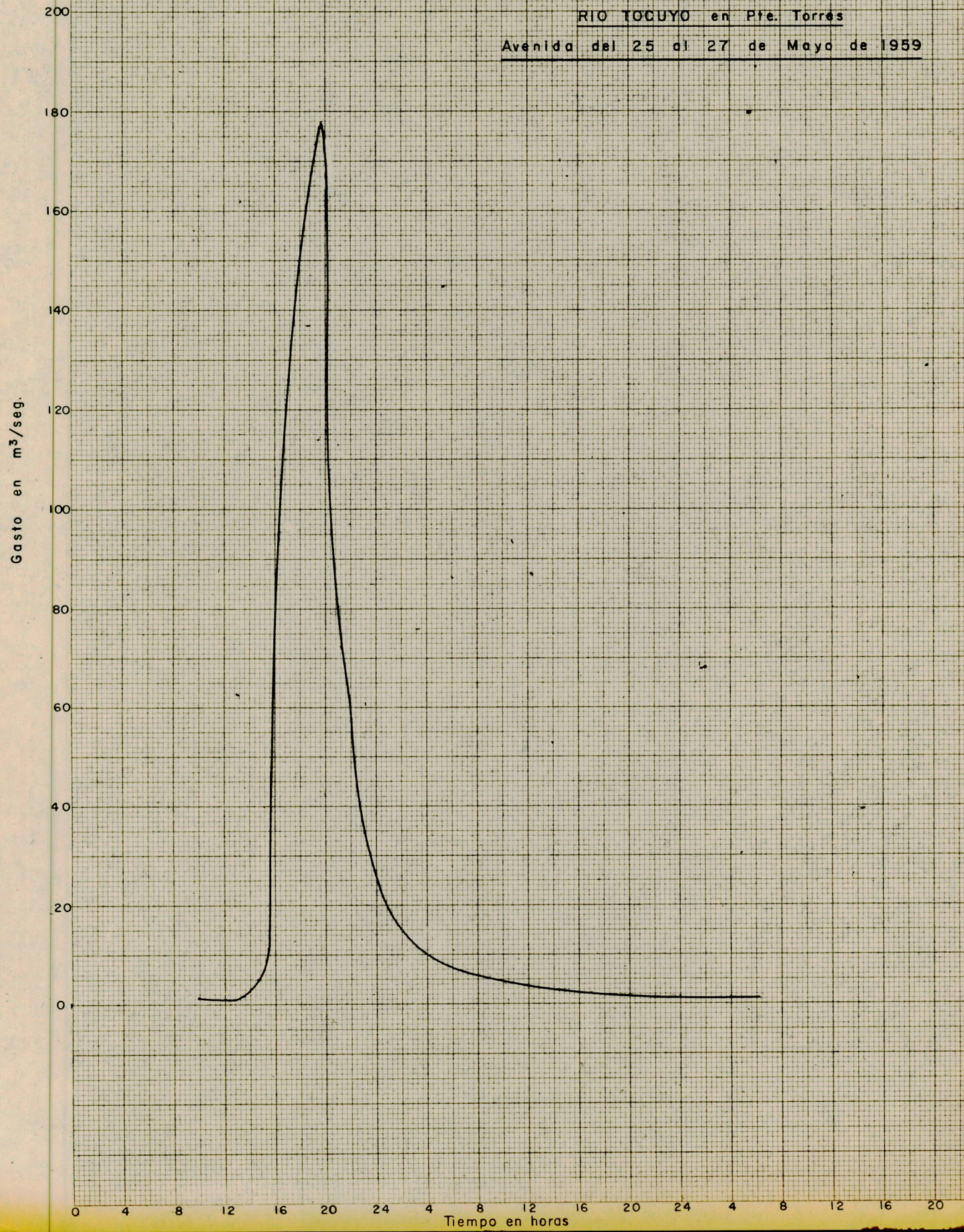
RIO TOCORON en Parcela Chavero

Avenida del 21 al 23 de Septiembre de 1961



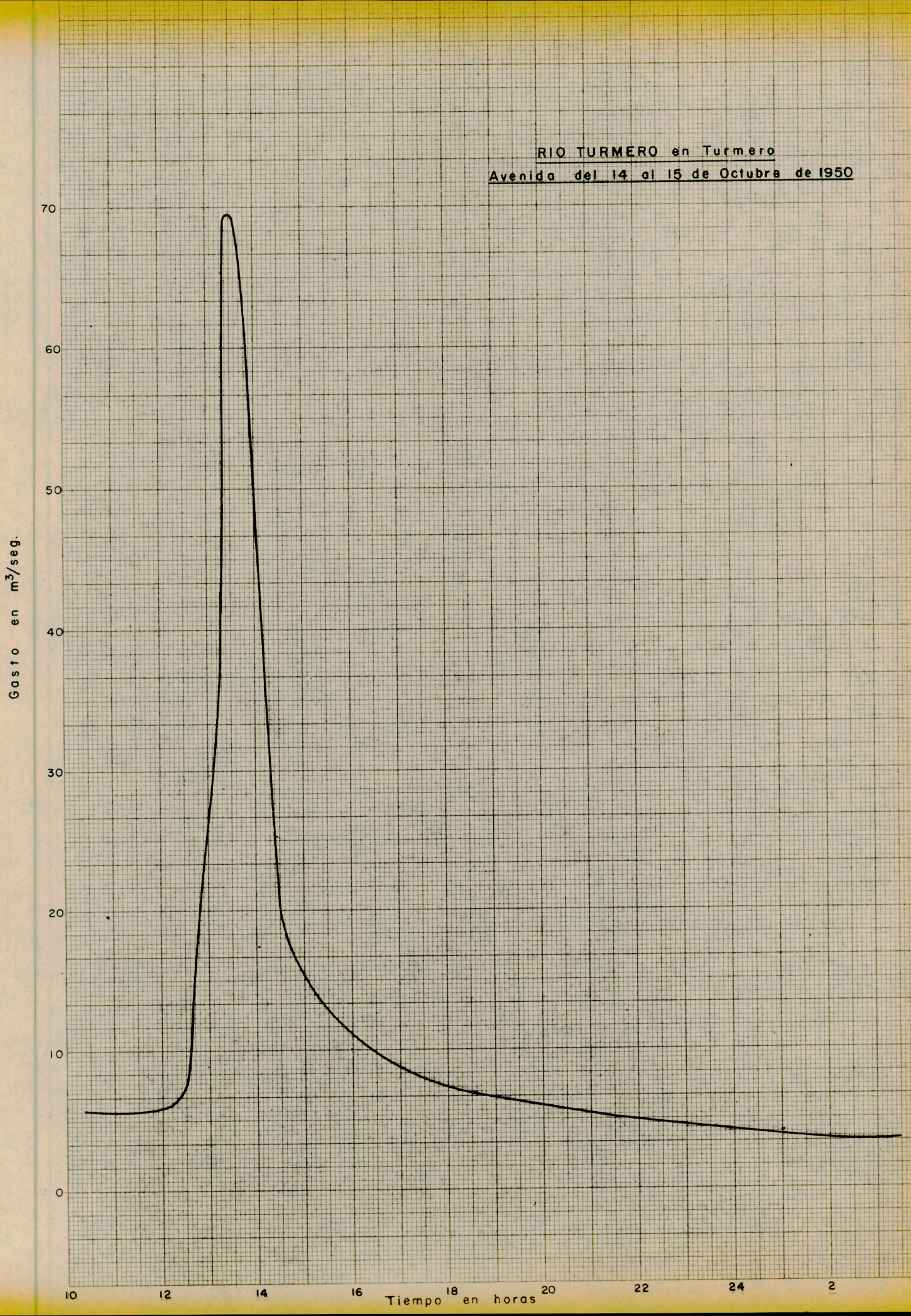
RIO TOCUYO en Pte. Torres

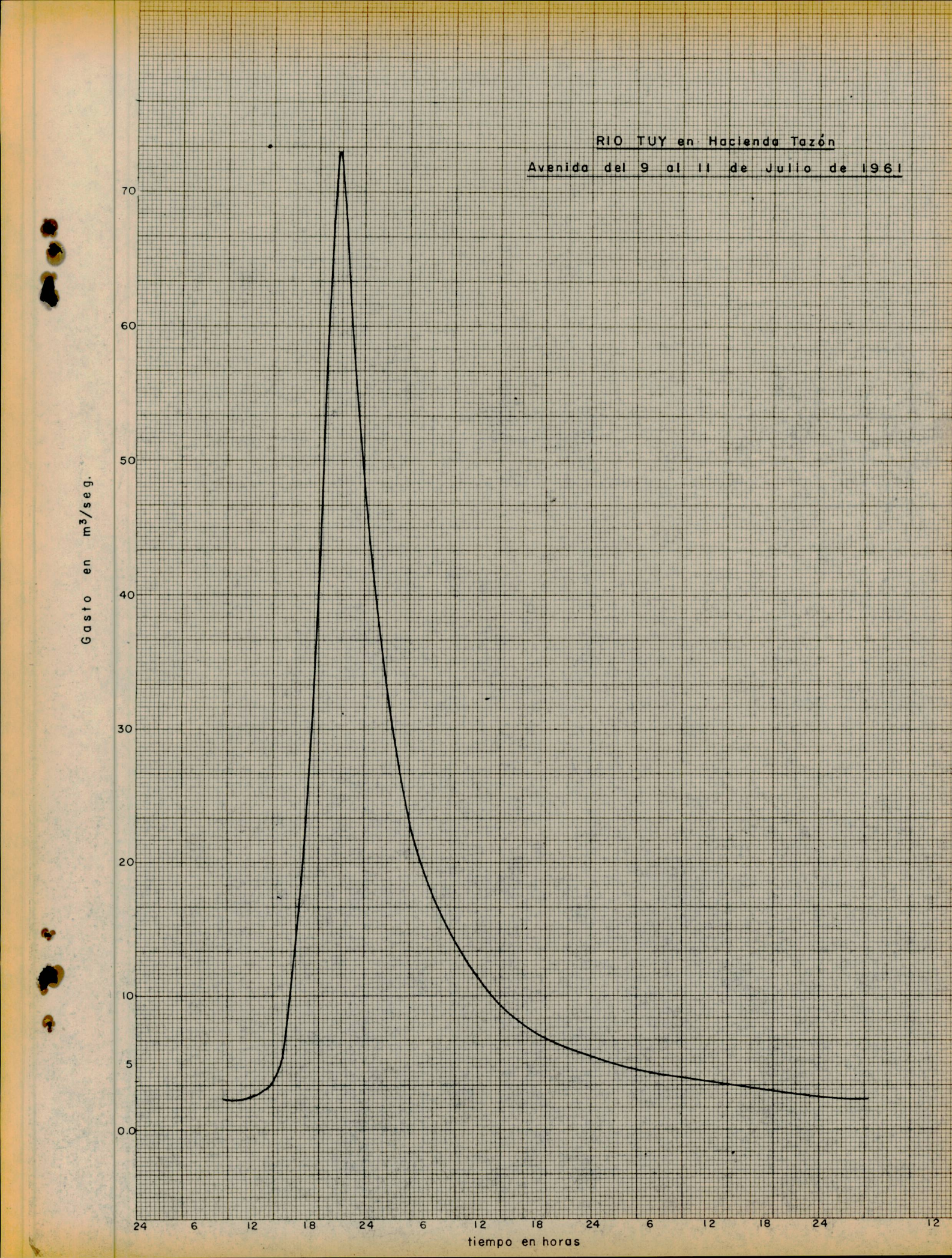
Avenida del 25 al 27 de Mayo de 1959

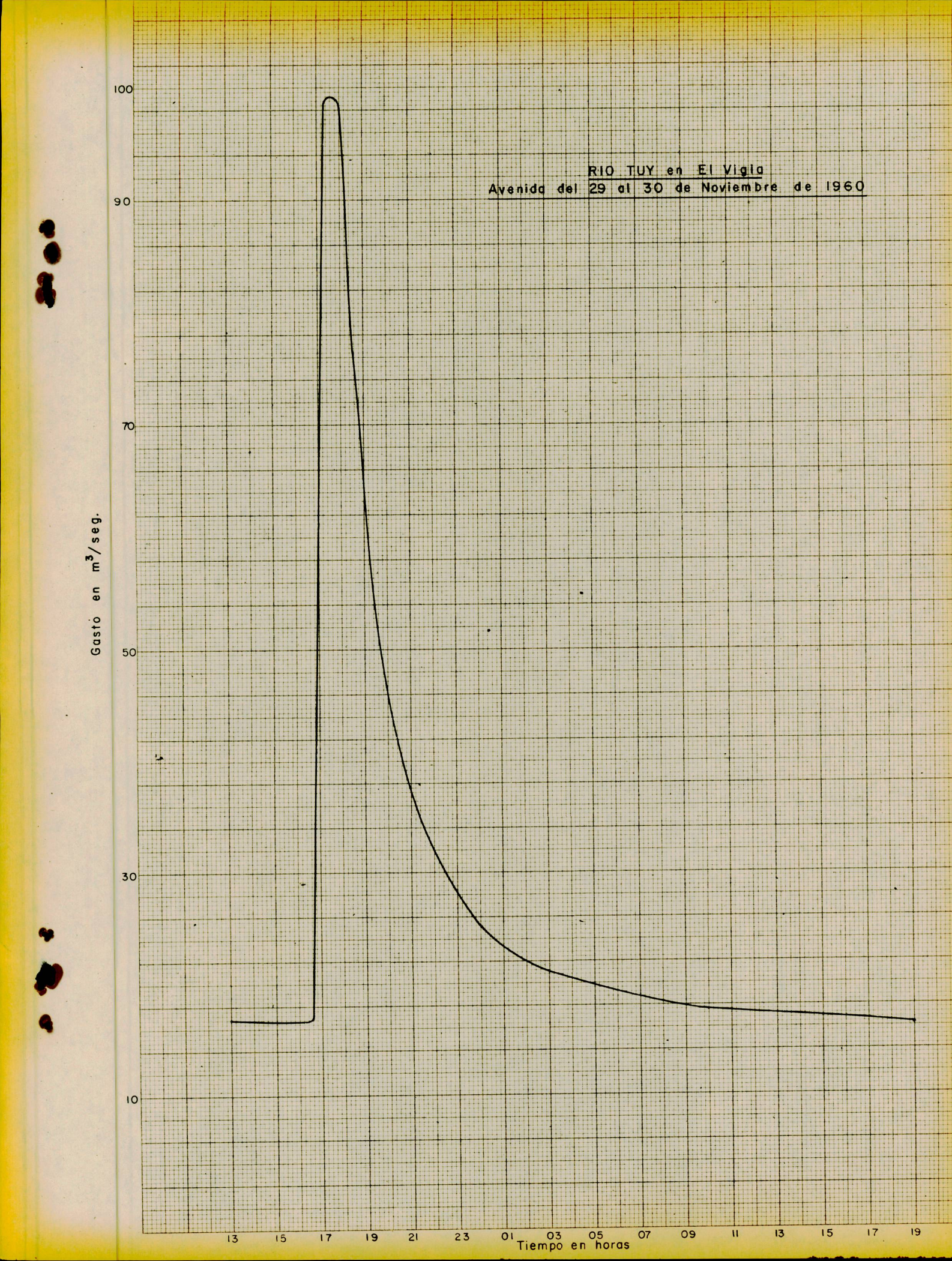


RIO TURMERO en Turmero

Avenida del 14 al 15 de Octubre de 1950

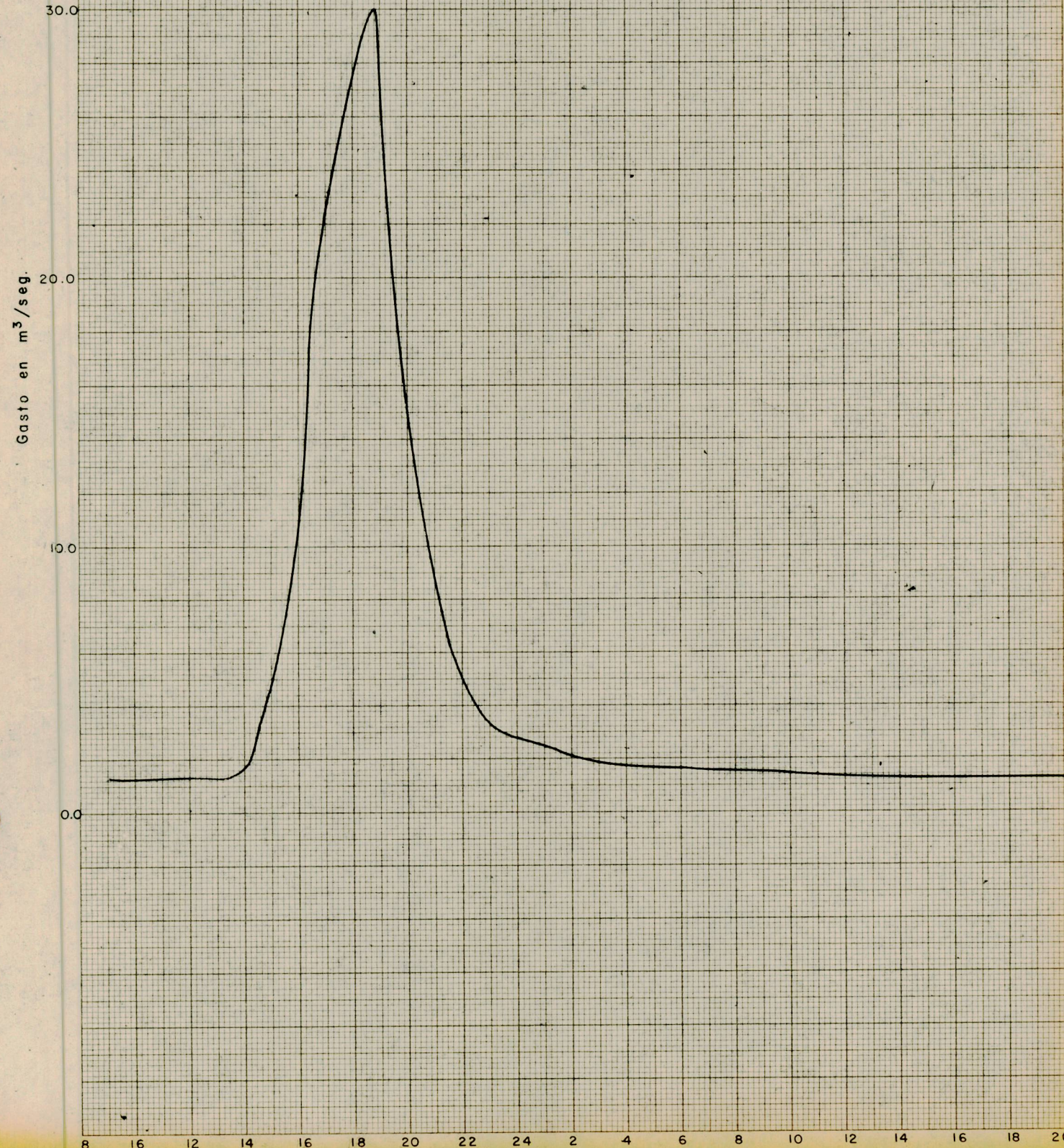


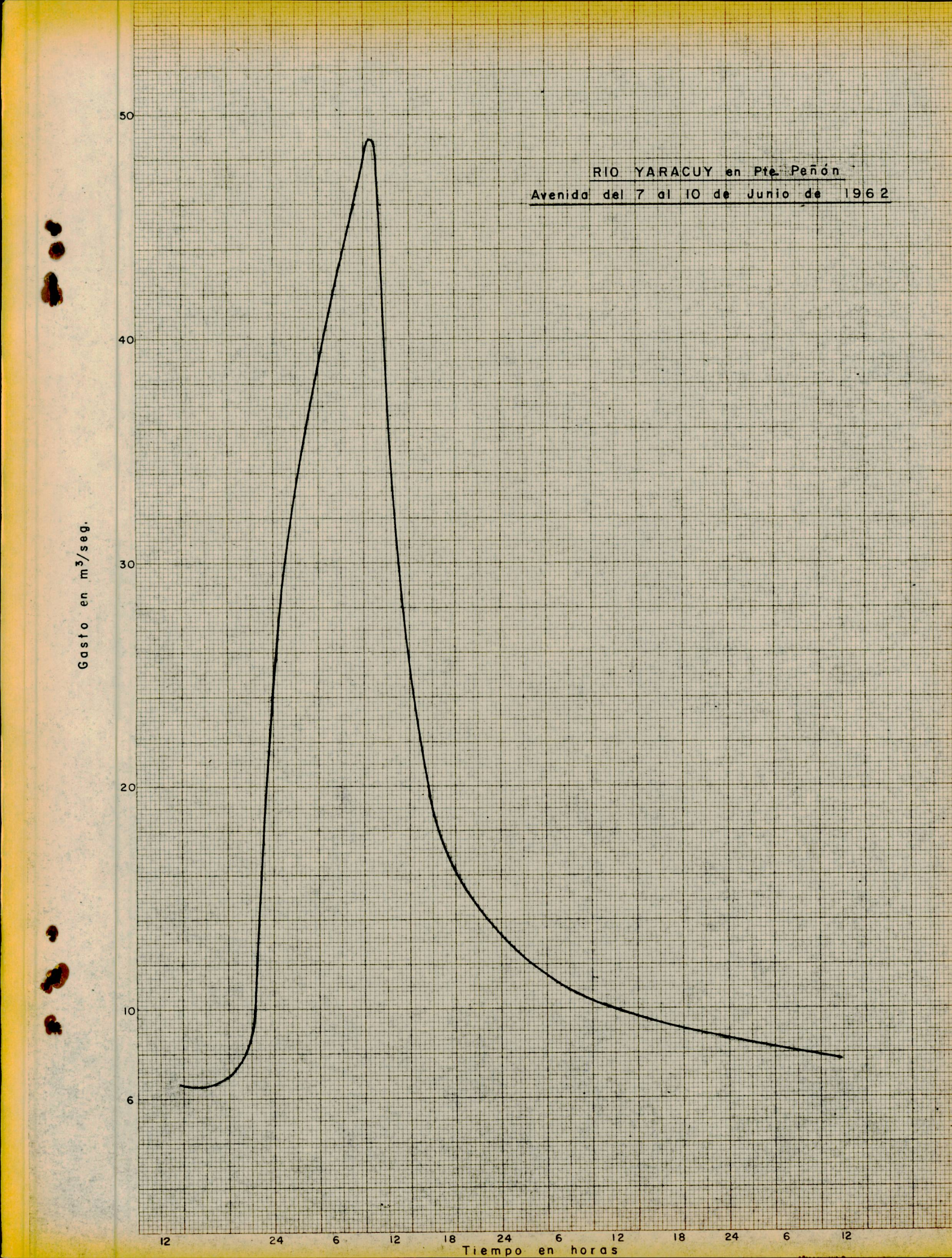

RIO TUY en Hacienda Tazón
Avenida del 9 al 11 de Julio de 1961
Gasto en m³/seg.
70
60
50
40
30
20
10
5
0.0
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
18
24
12
tiempo en horas


RIO TUY en El Vigía
Avenida del 29 al 30 de Noviembre de 1960
Gasto en m³/seg.
100
90
70
50
30
10
13
15
17
19
21
23
01
03
05
07
09
11
13
15
17
19
Tiempo en horas

RIO YARACUY en Pte. Cumaripa

Avenida del 9 al 10 de Septiembre de 1962



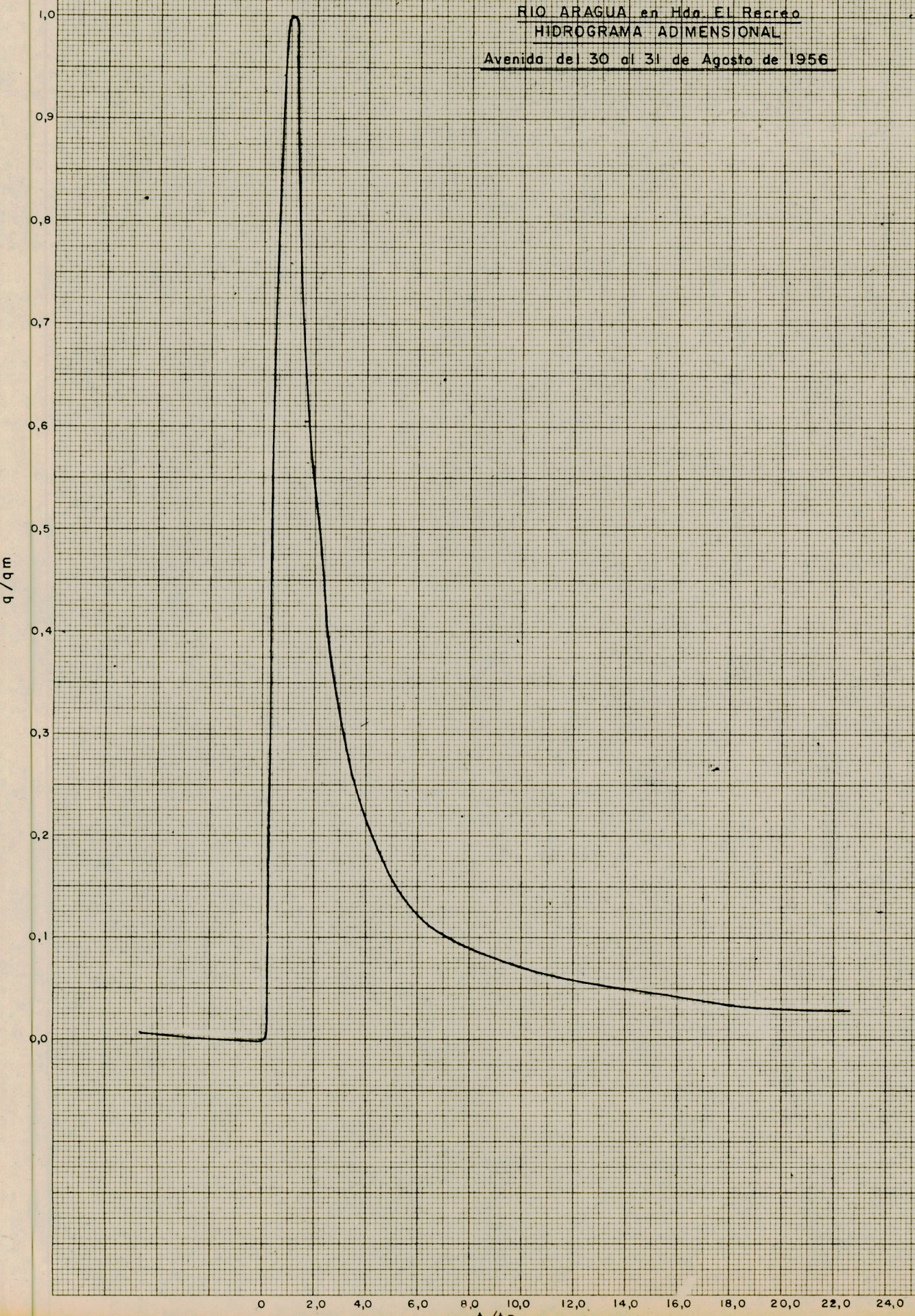

RIO YARACUY en Pte. Peñón
Avenida del 7 al 10 de Junio de 1962
Gasto en m³/seg.
50
40
30
20
10
6
12
24
6
12
18
24
6
12
18
24
6
12
Tiempo en horas

H I D R O G R A M A S A D I M E N S I O N A L E S

RIO ARAGUA en Hda. El Recreo

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

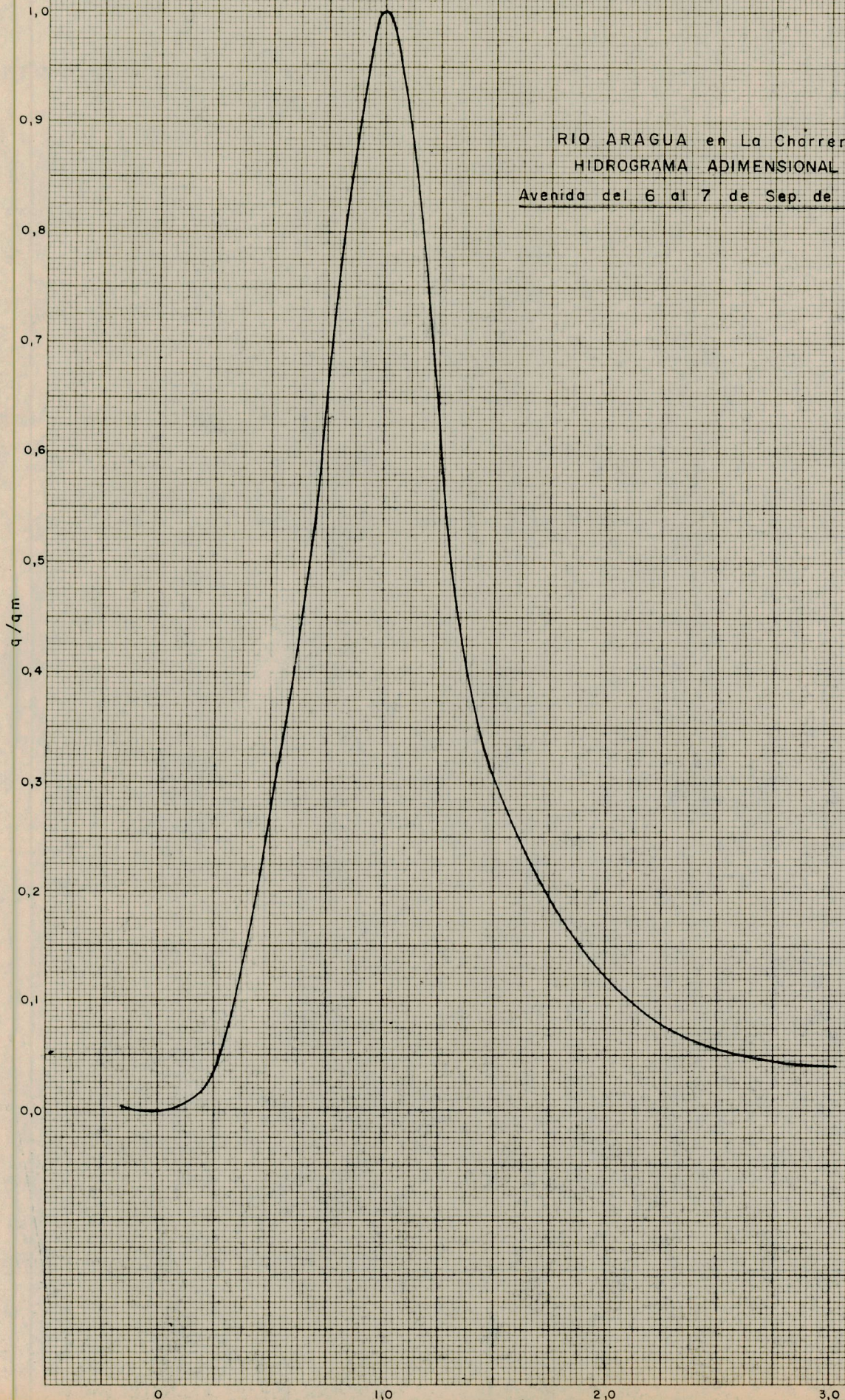
Avenida del 30 al 31 de Agosto de 1956



RIO ARAGUA en La Charrera

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

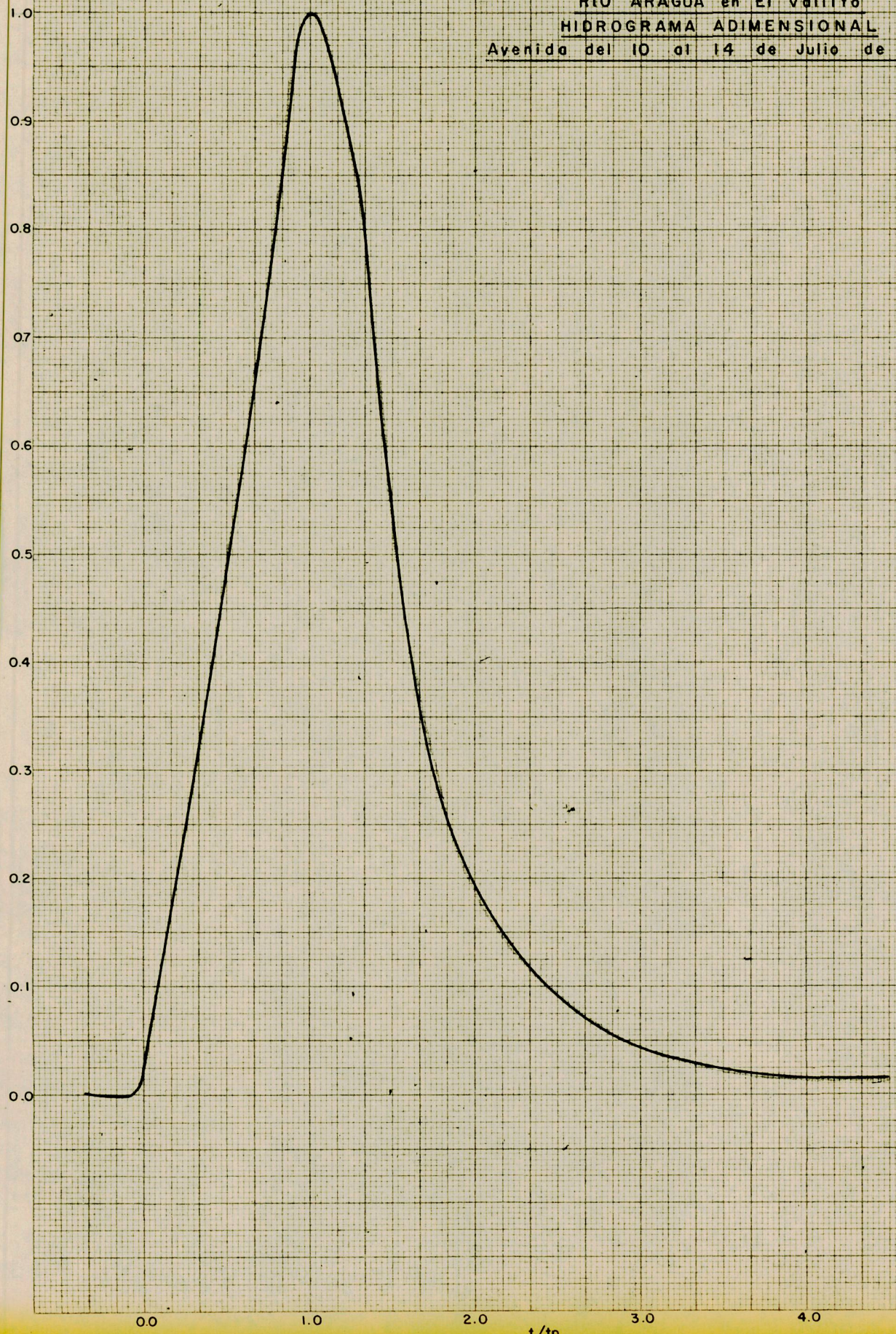
Avenida del 6 al 7 de Sep. de 1960



RIO ARAGUA en El Vallito

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

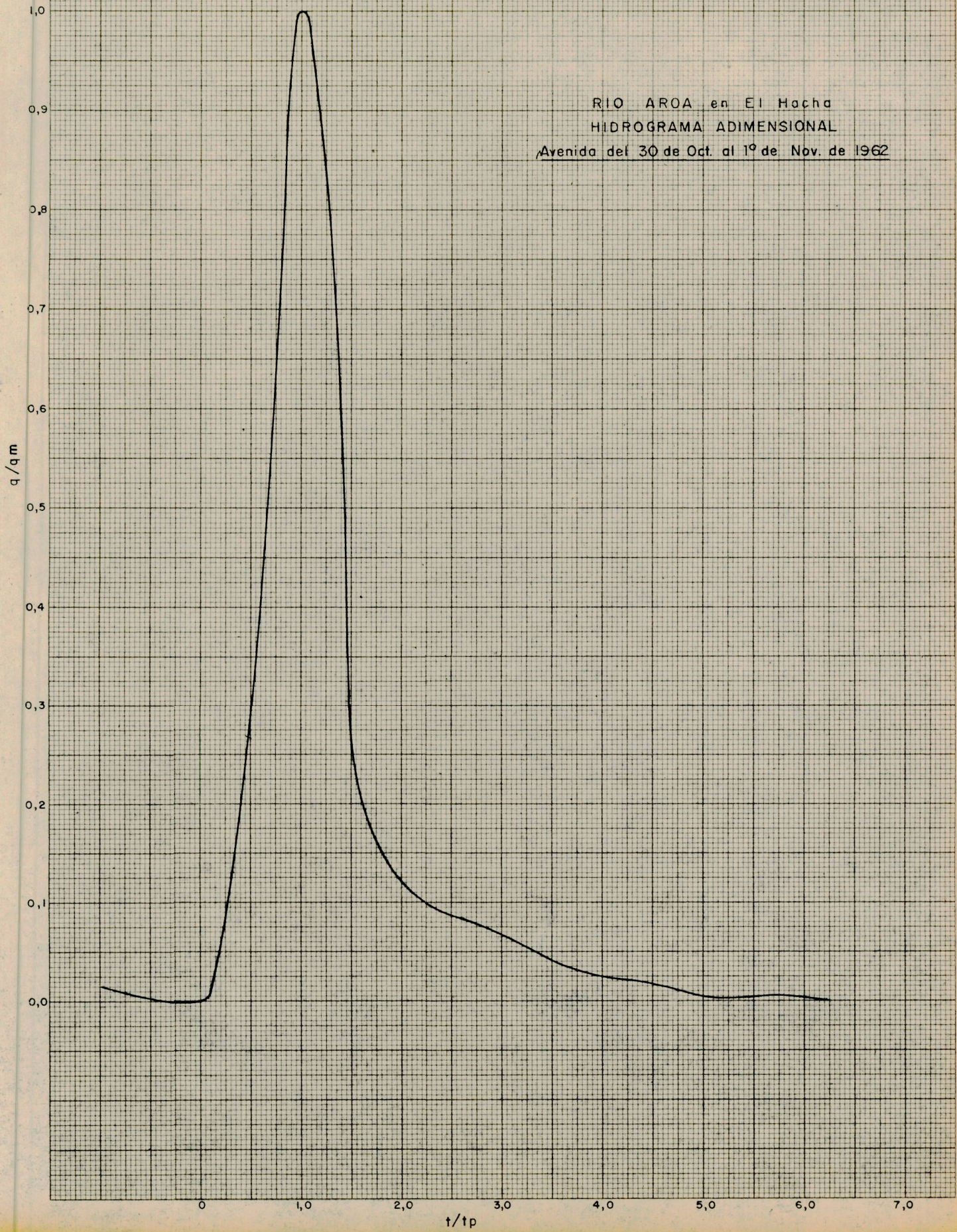
Avenida del 10 al 14 de Julio de 1961



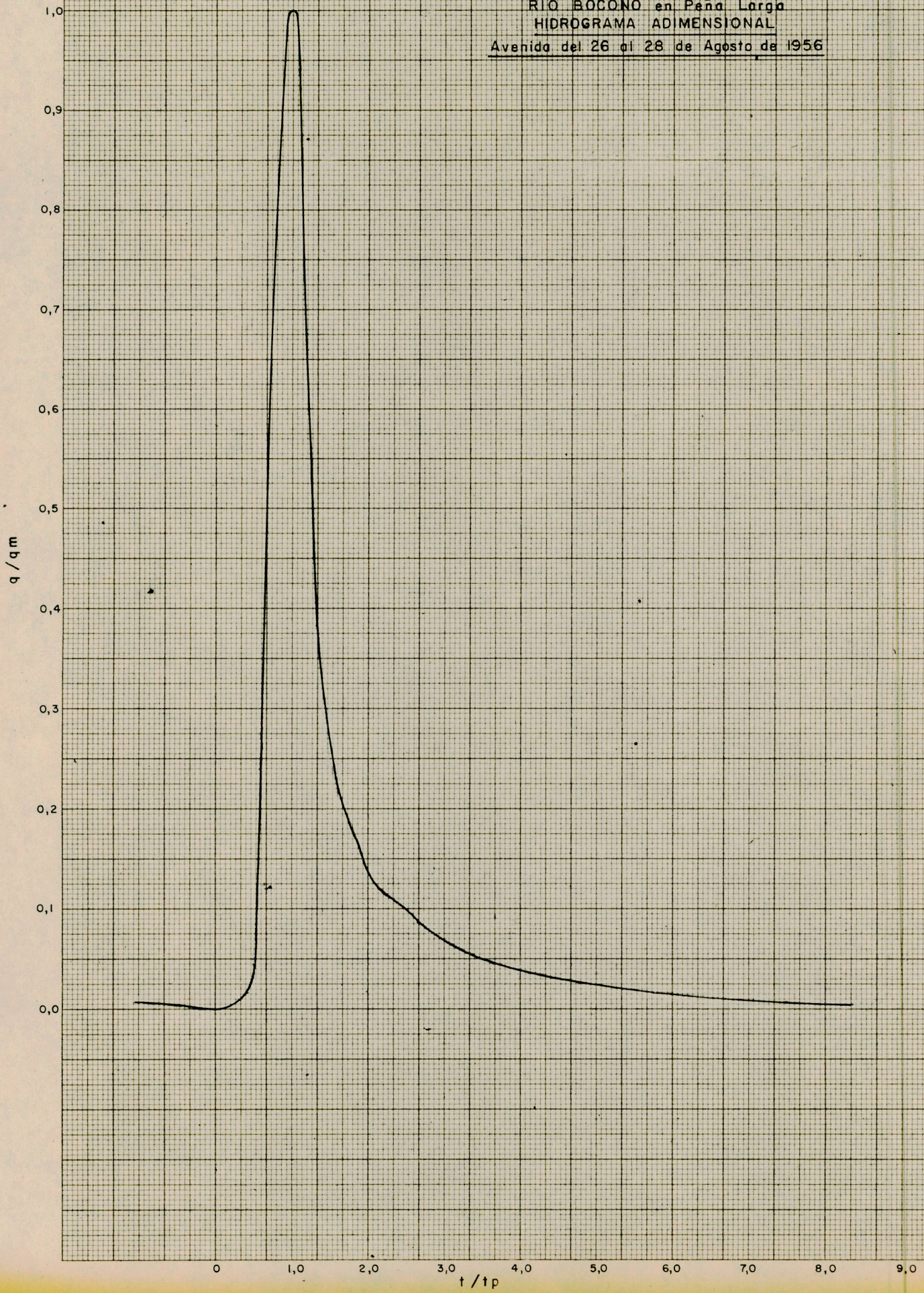
RIO AROA en El Hacha

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

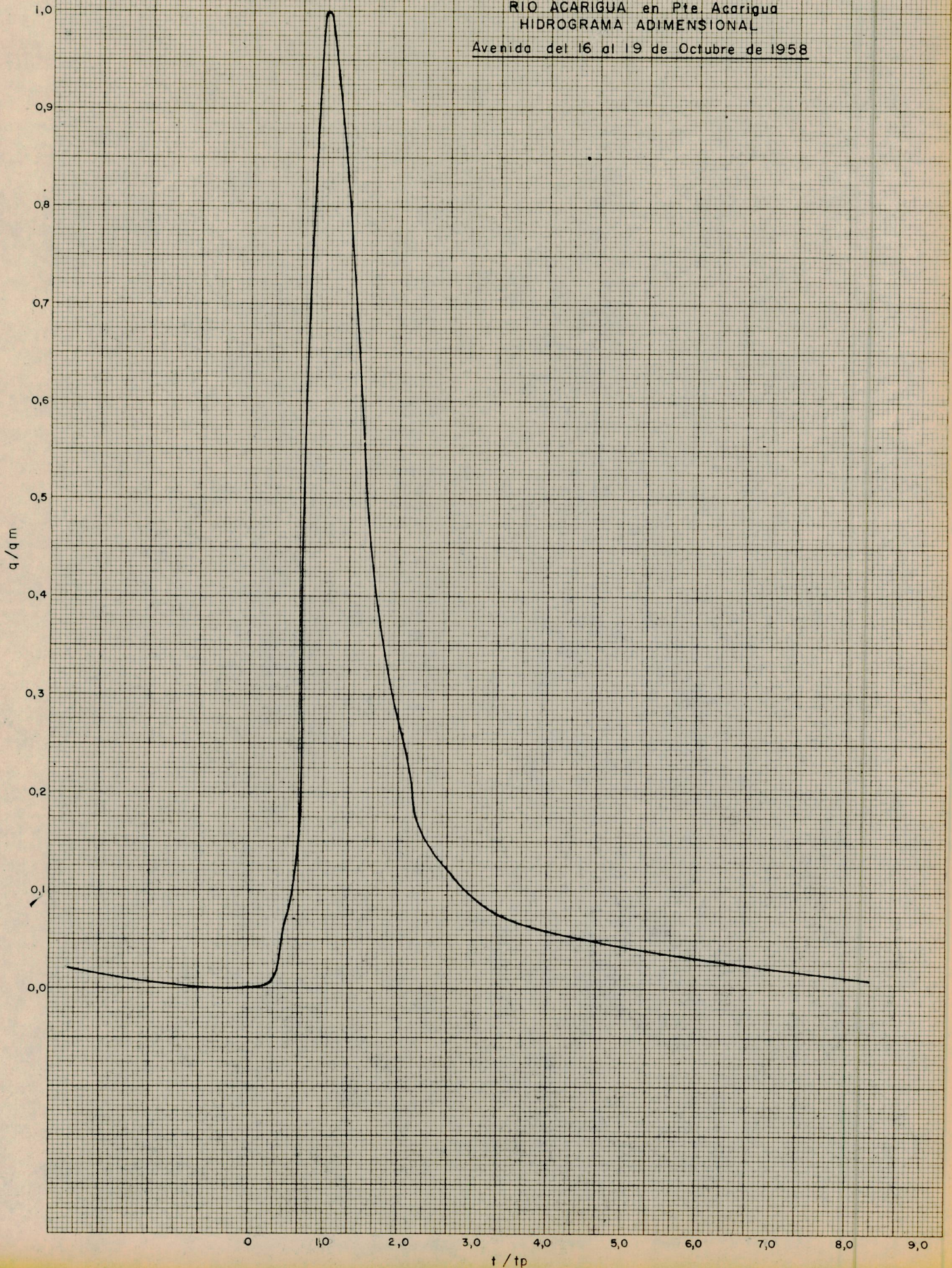
Avenida del 30 de Oct. al 1º de Nov. de 1962



RIO BOCONO en Peña Larga
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 26 al 28 de Agosto de 1956



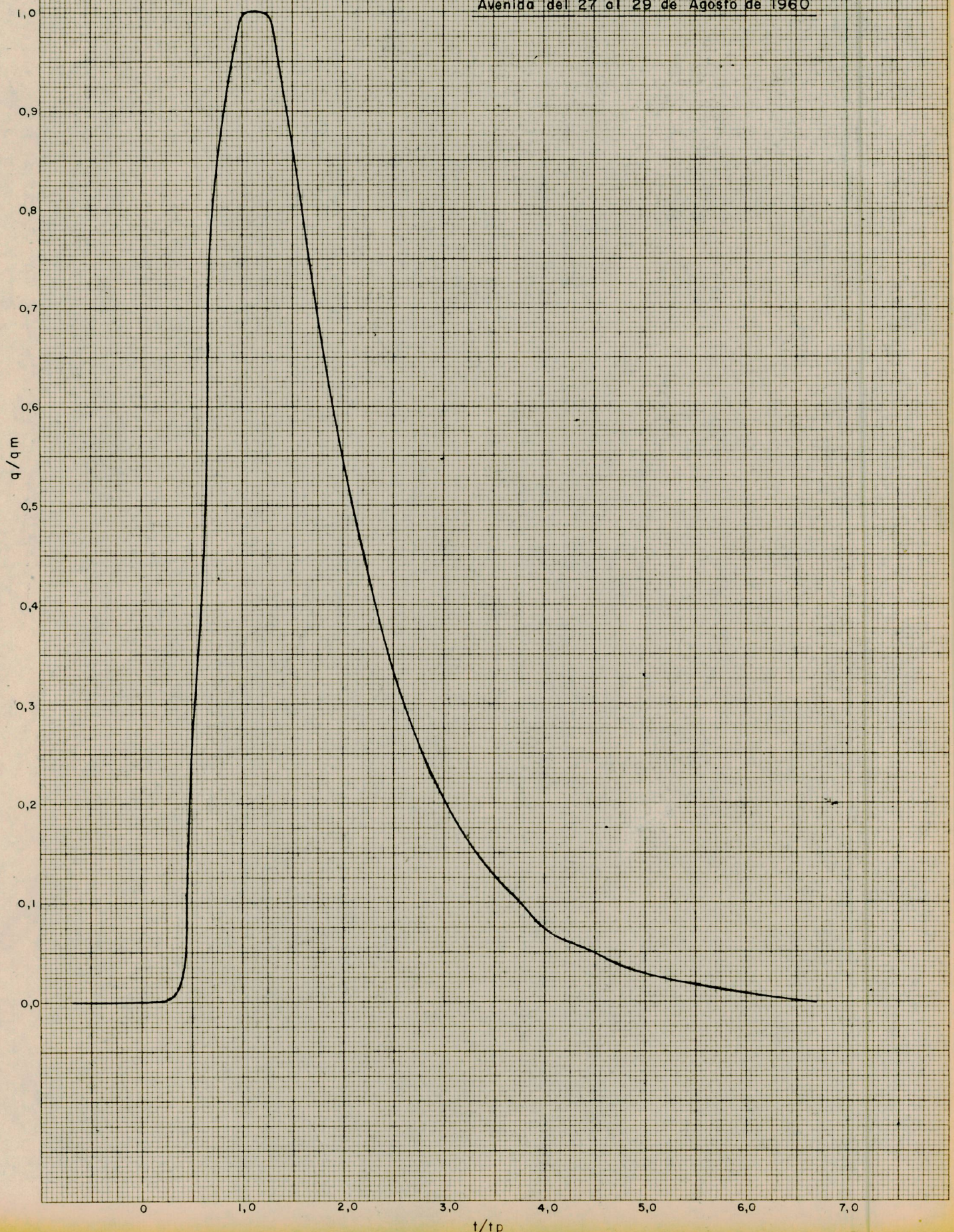
RIO ACARIGUA en Pte. Acarigua
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 16 al 19 de Octubre de 1958



RIO BUCARES en Piedras Negras

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

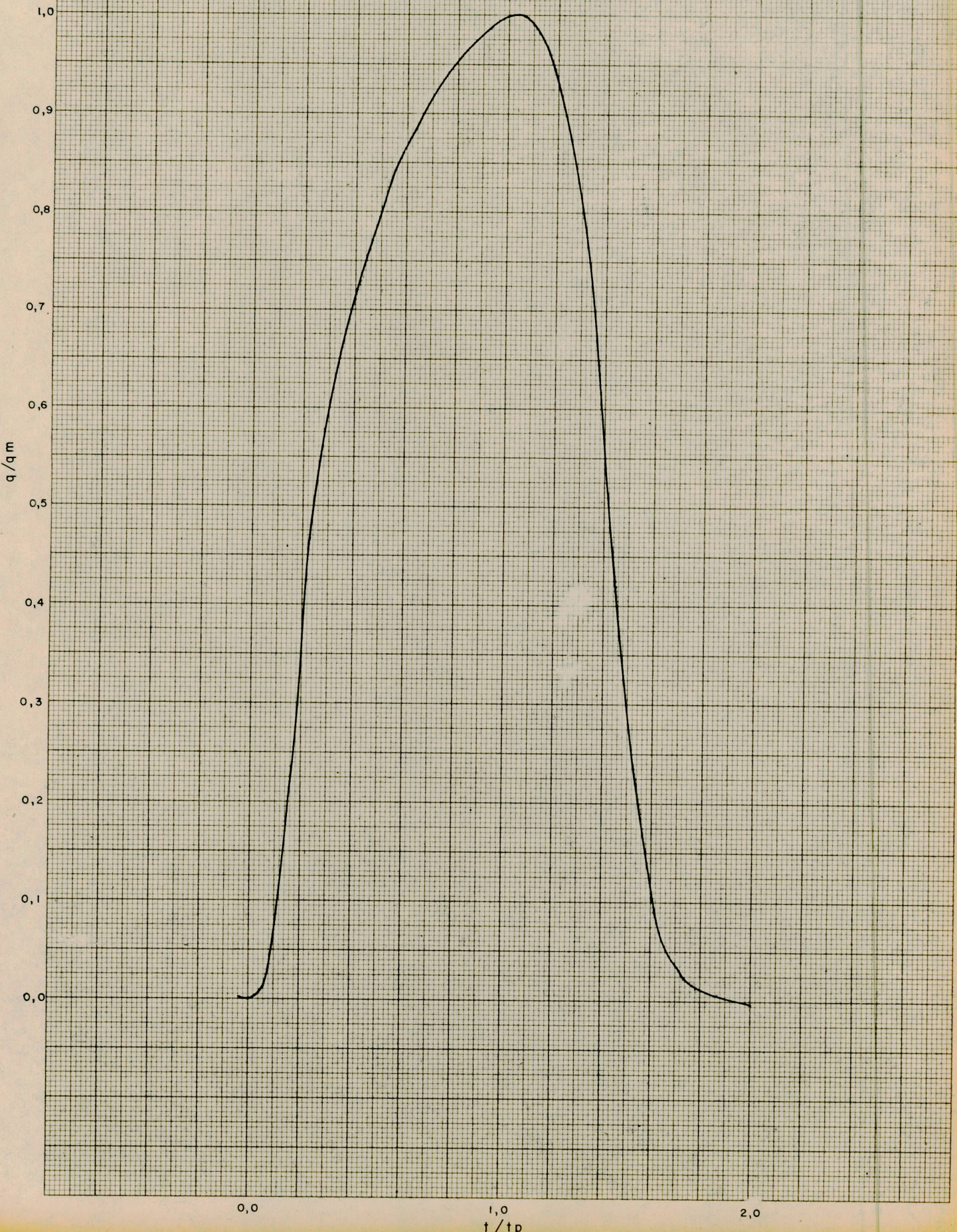
Avenida del 27 al 29 de Agosto de 1960



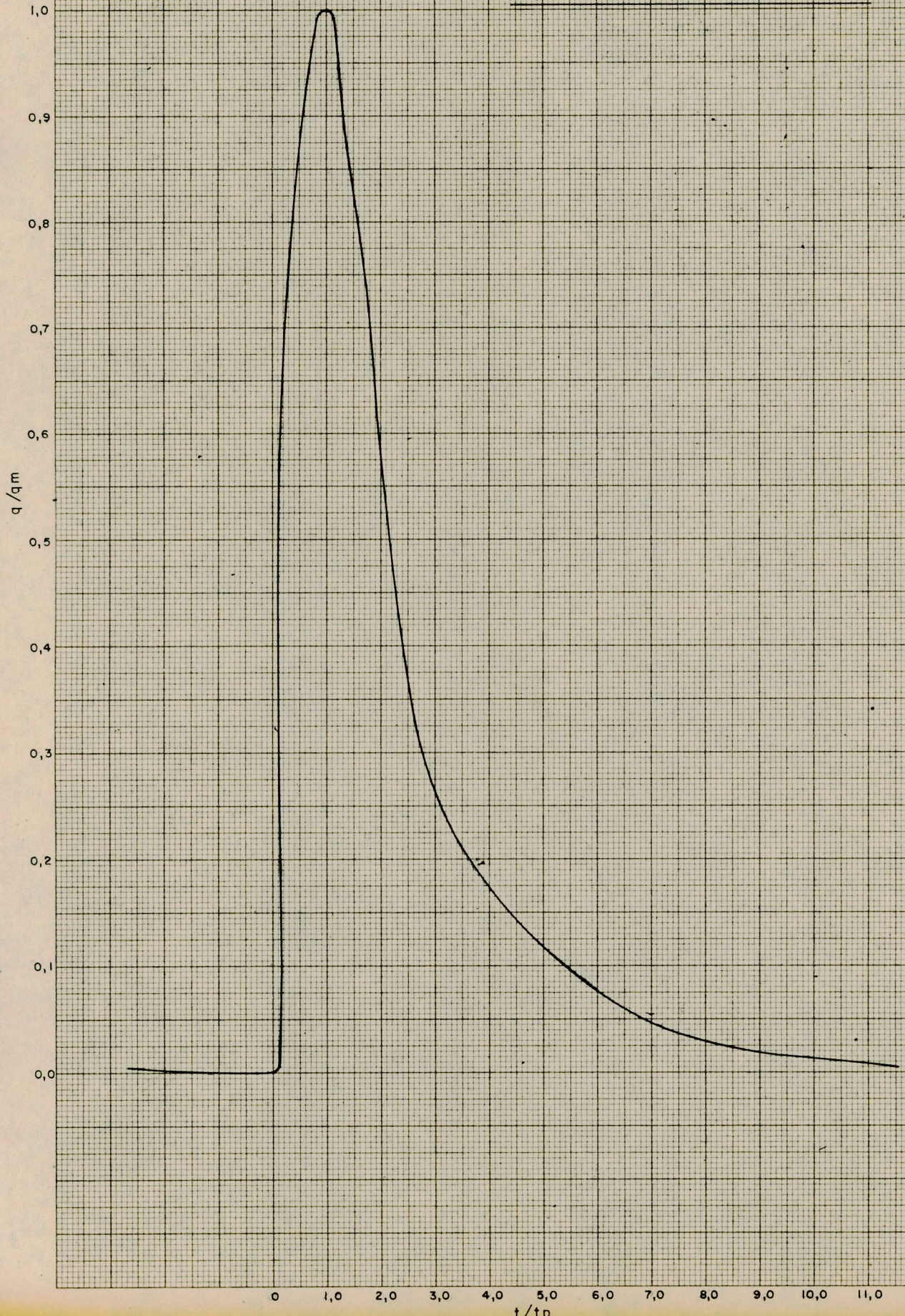
RIO CAMORUCO en Sitio de Presa

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

Avenida del 20 al 23 de Junio de 1960



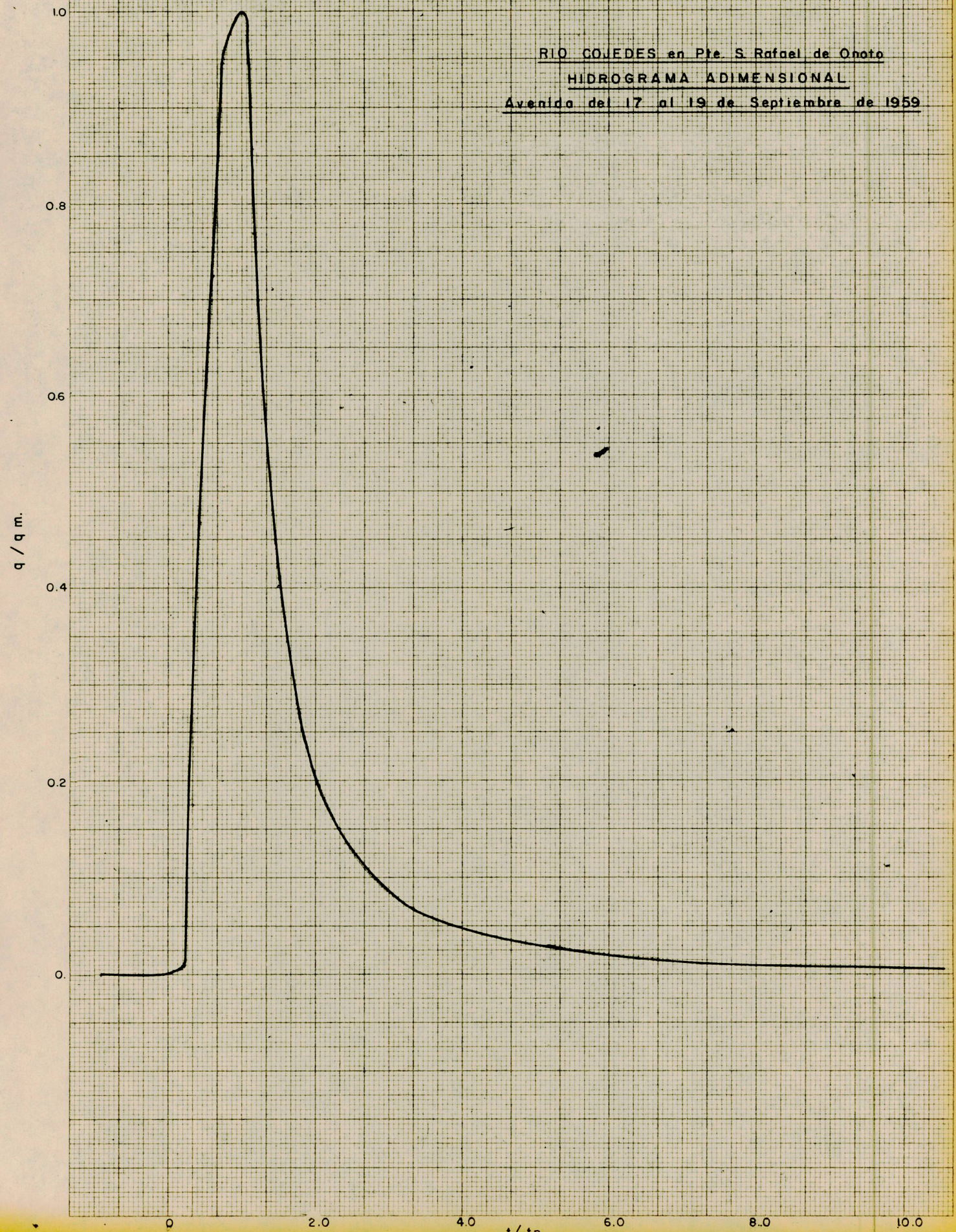
RIO CARINICUAO en El Negro
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 7 al 8 de Octubre de 1961



RIO COJEDES en Pte. S. Rafael de Onoto

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

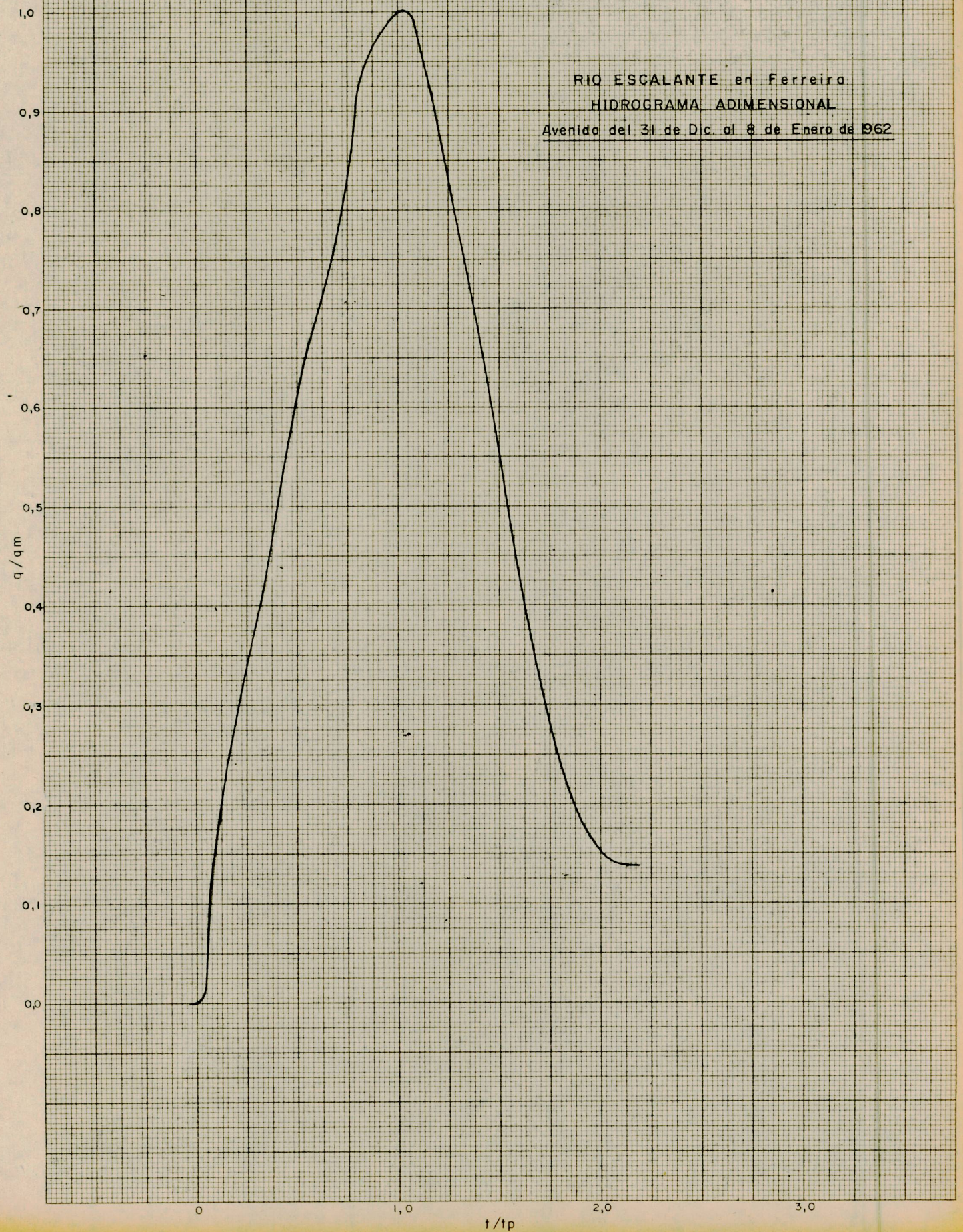
Avenida del 17 al 19 de Septiembre de 1959



RIO ESCALANTE en Ferreira

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

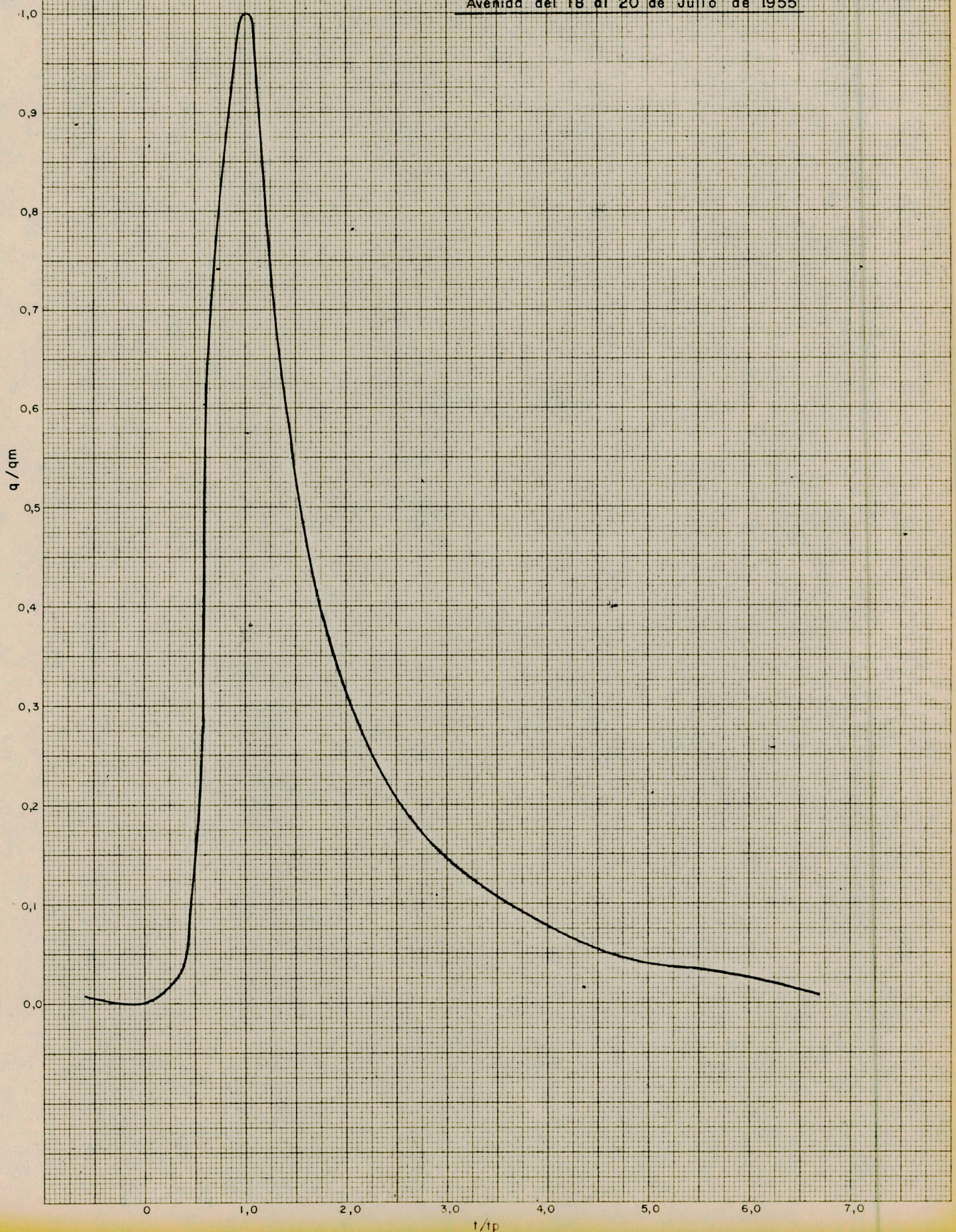
Avenido del 31 de Dic. al 8 de Enero de 1962



RIO GRANDE en Carpintero

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

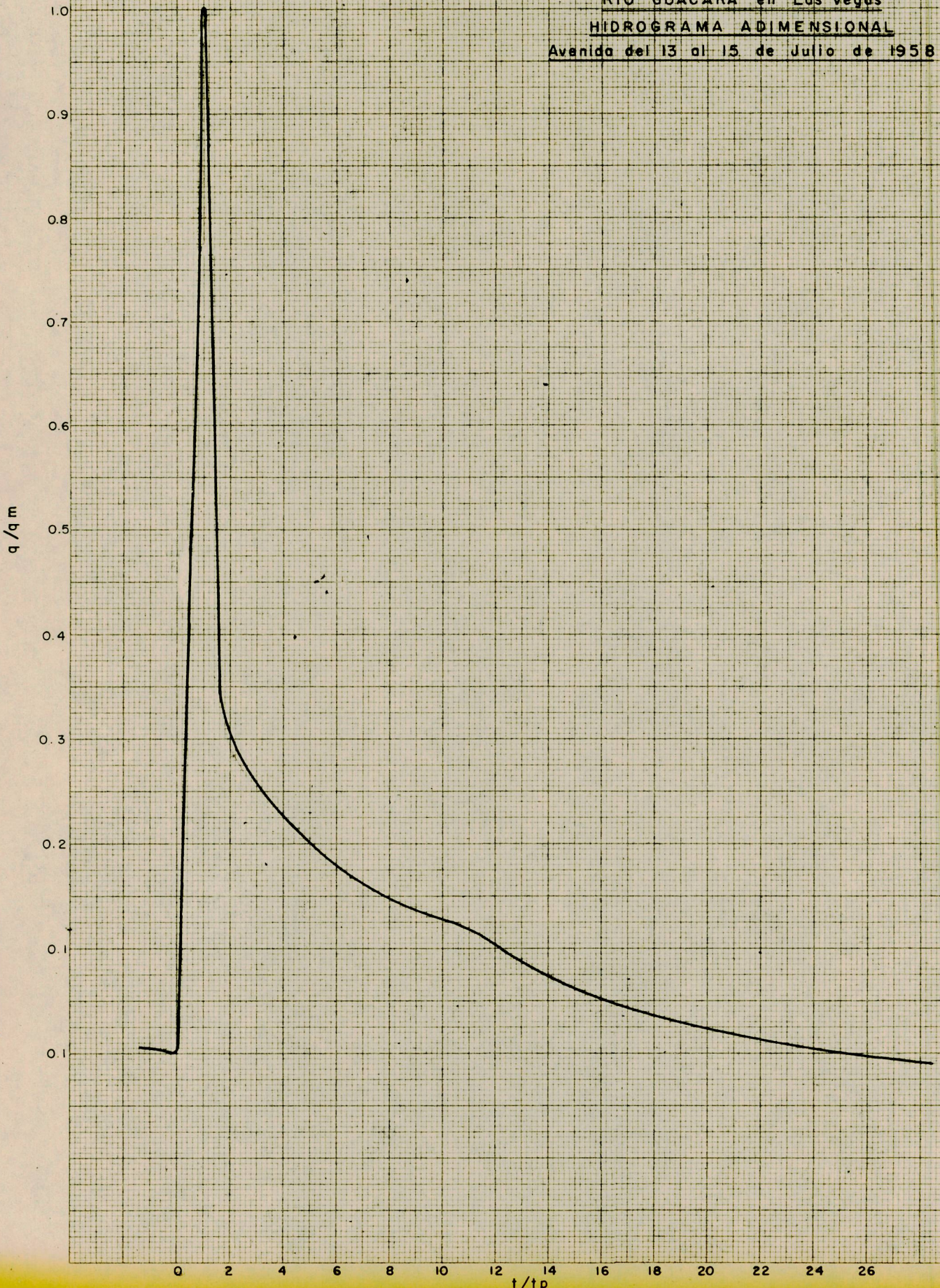
Avenida del 18 al 20 de Julio de 1955



RIO GUACARA en Las Vegas

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

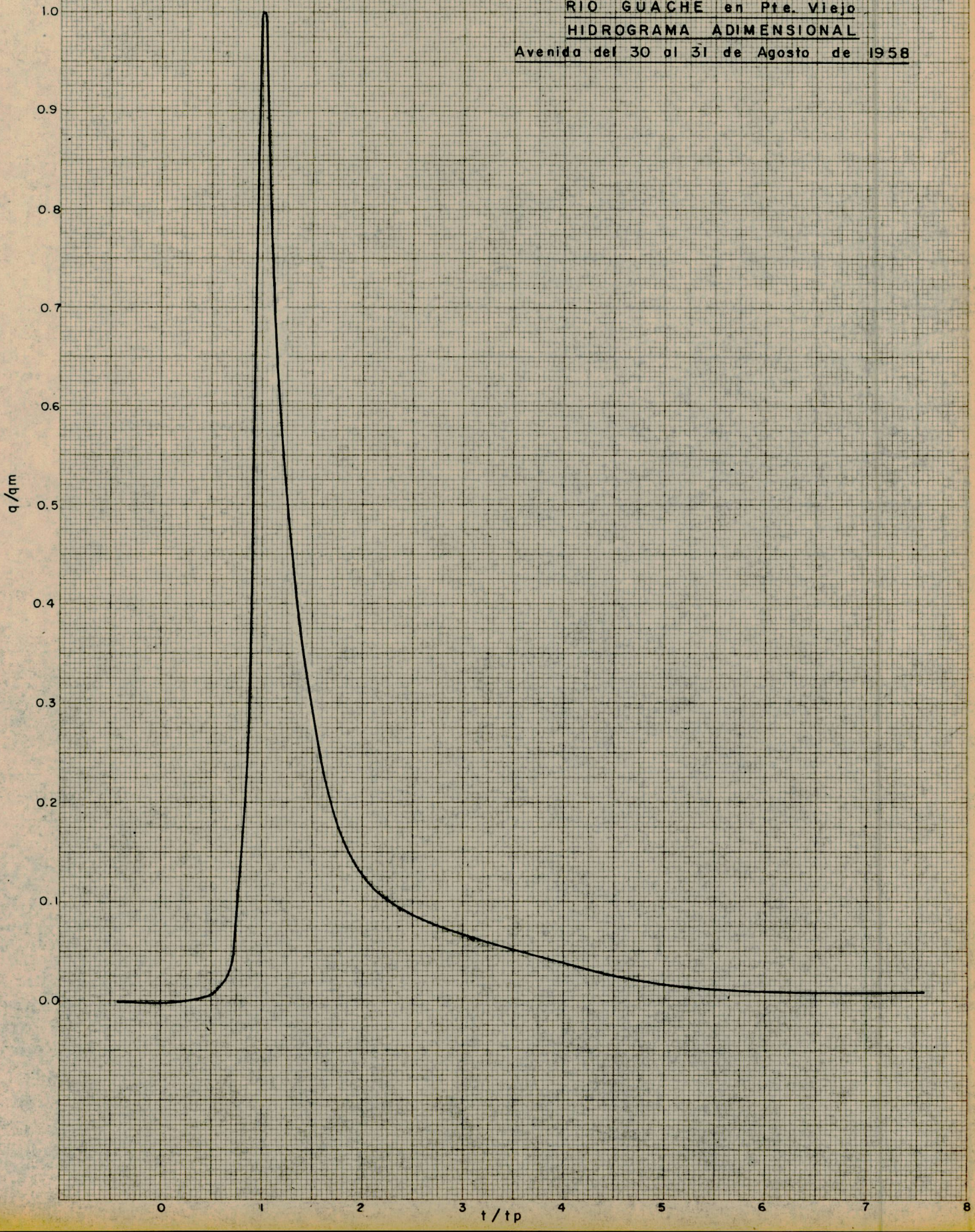
Avenida del 13 al 15 de Julio de 1958

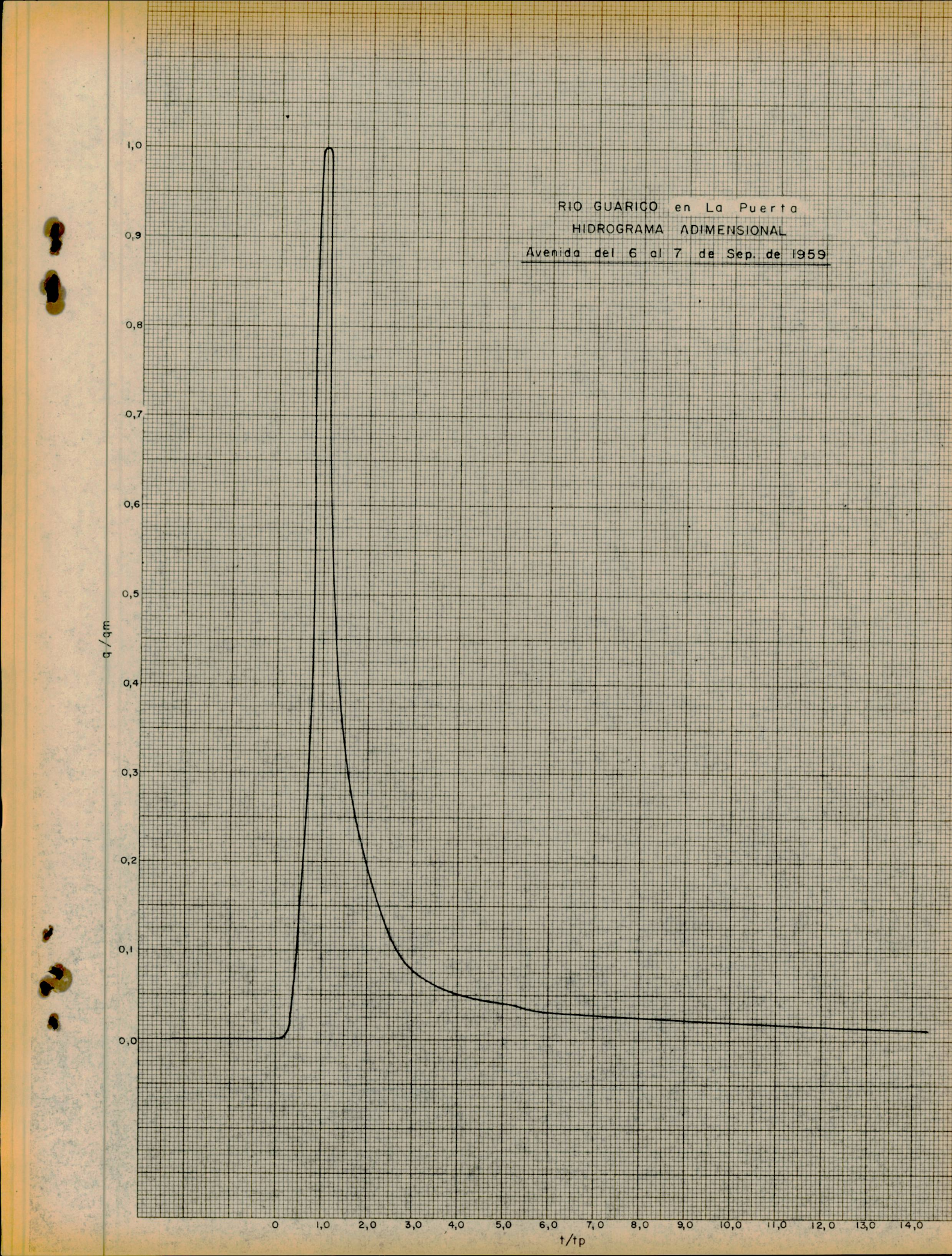


RIO GUACHE en Pte. Viejo

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

Avenida del 30 al 31 de Agosto de 1958

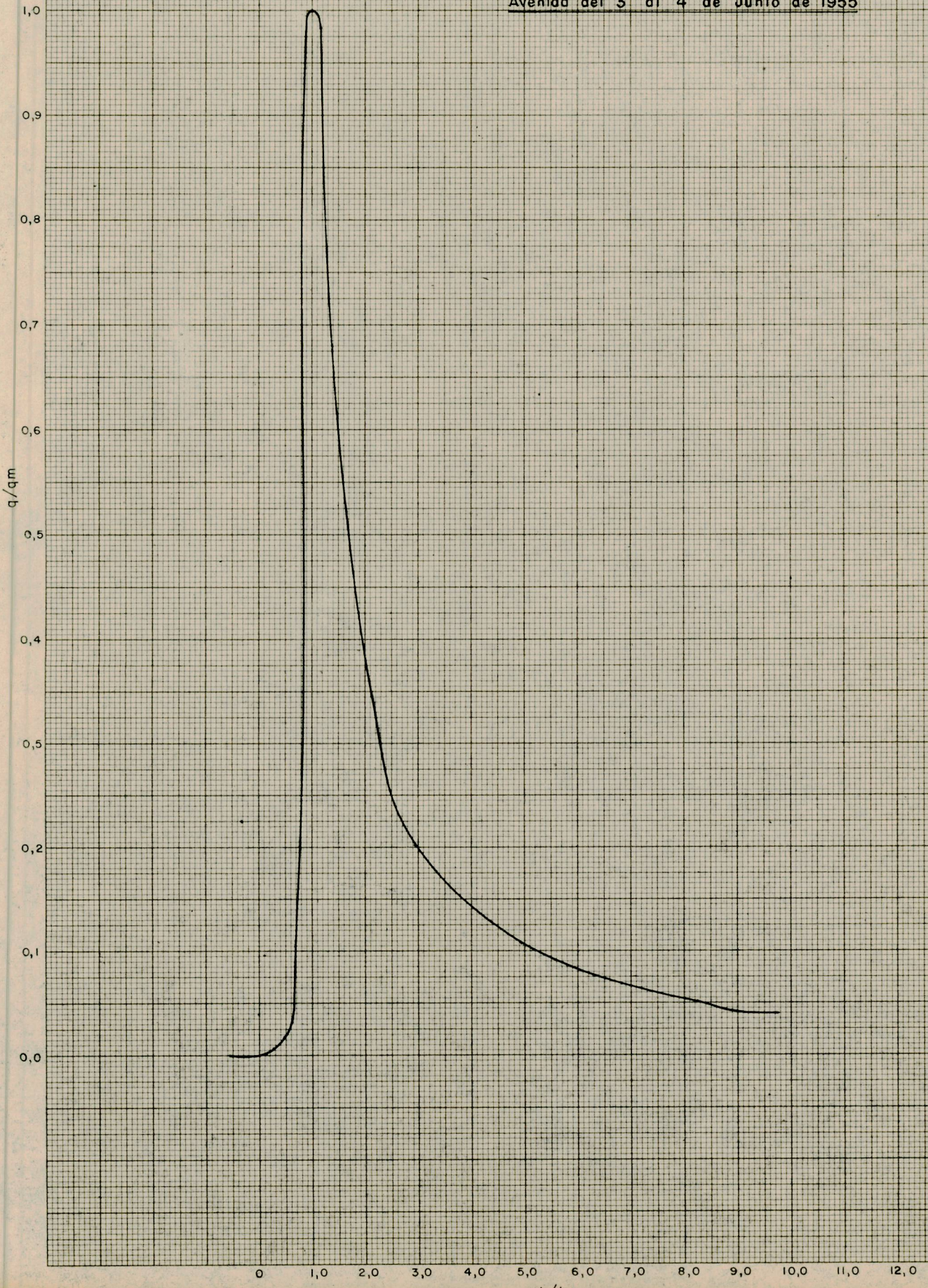



RIO GUARICO en La Puerta
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 6 al 7 de Sep. de 1959
q/qm
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
10,0
11,0
12,0
13,0
14,0
t/tp

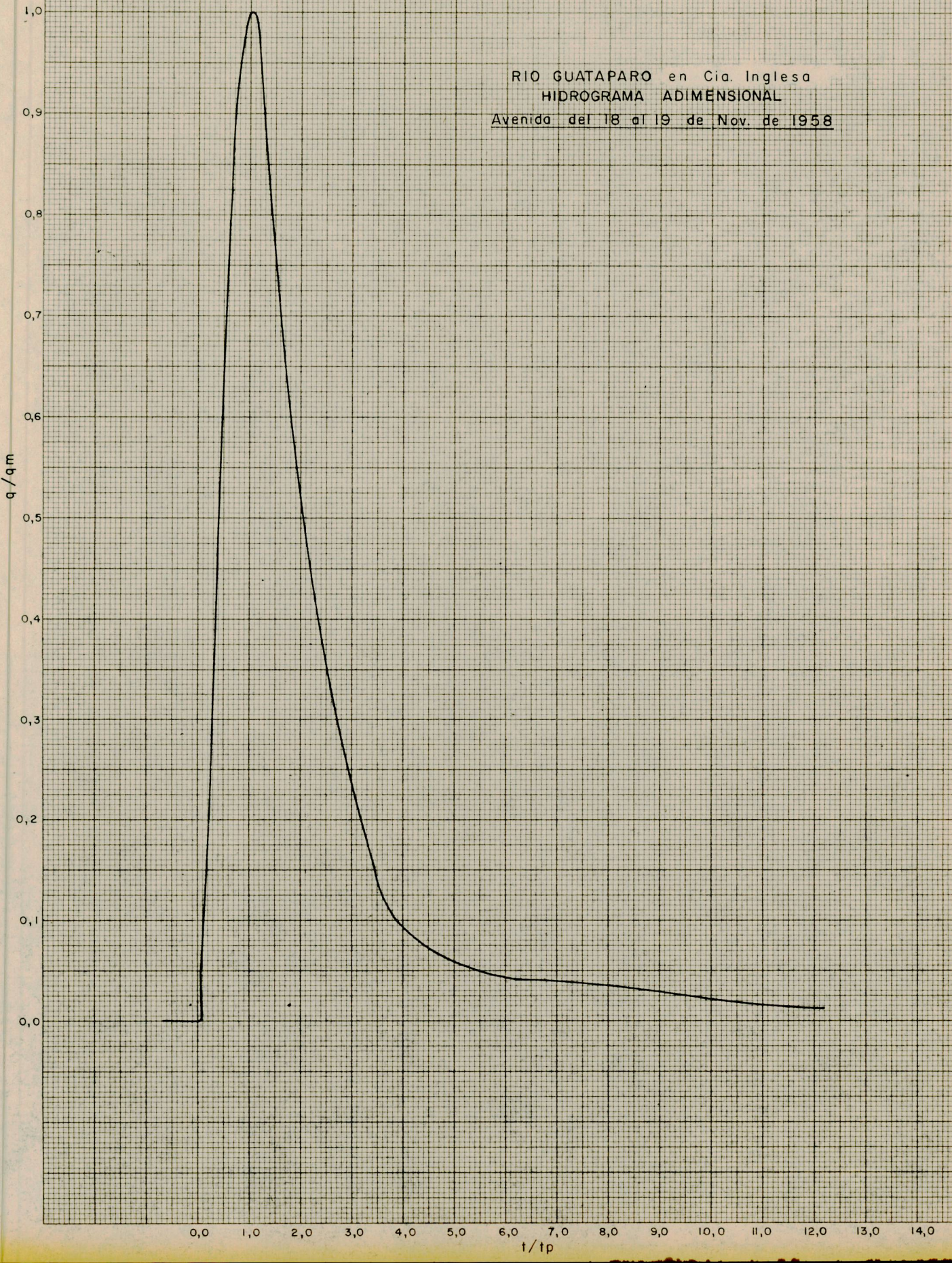
RIO GUARICO en Boca de Cagua

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

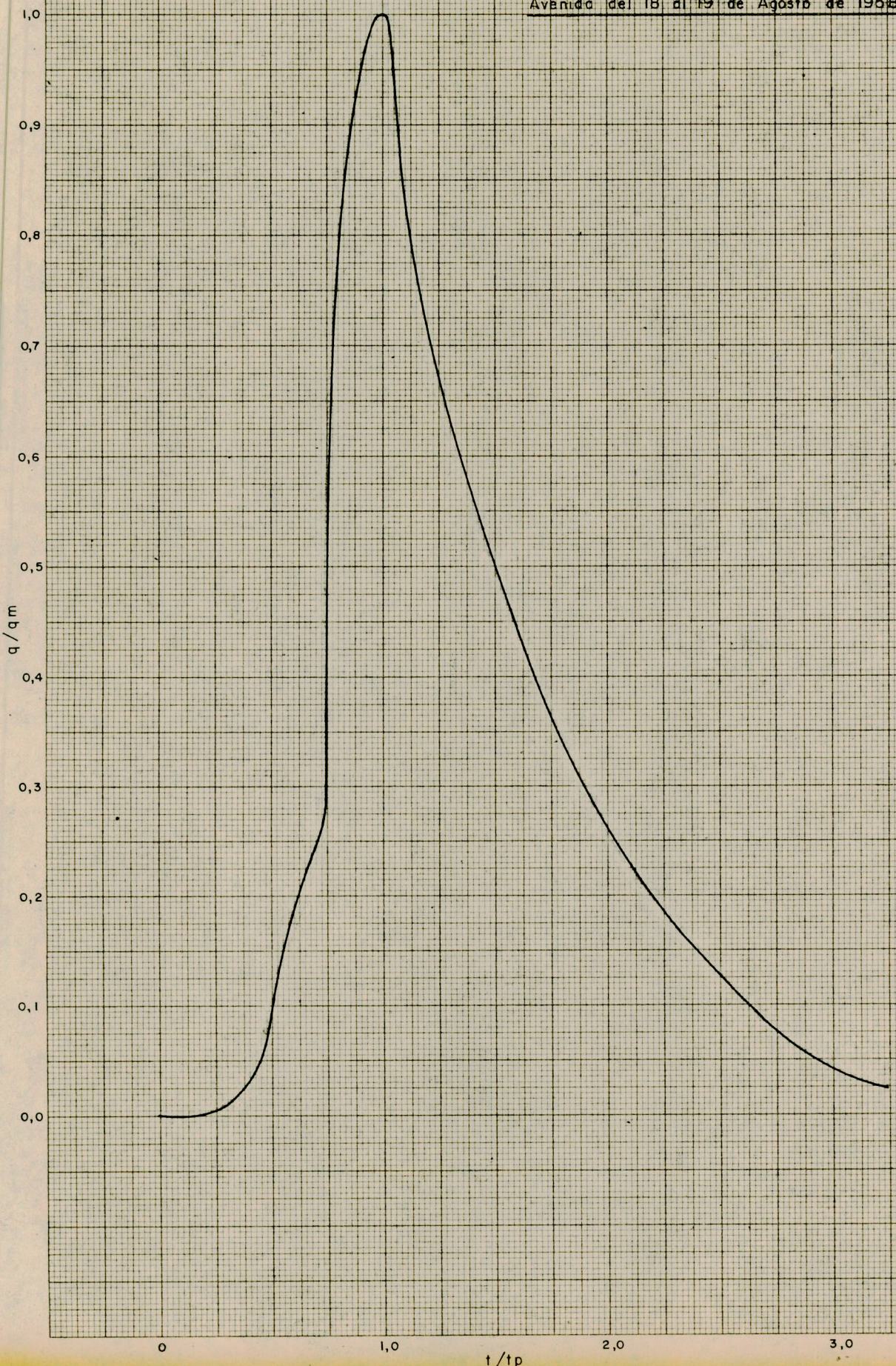
Avenida del 3 al 4 de Junio de 1955



RIO GUATAPARO en Cia. Inglesa
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 18 al 19 de Nov. de 1958



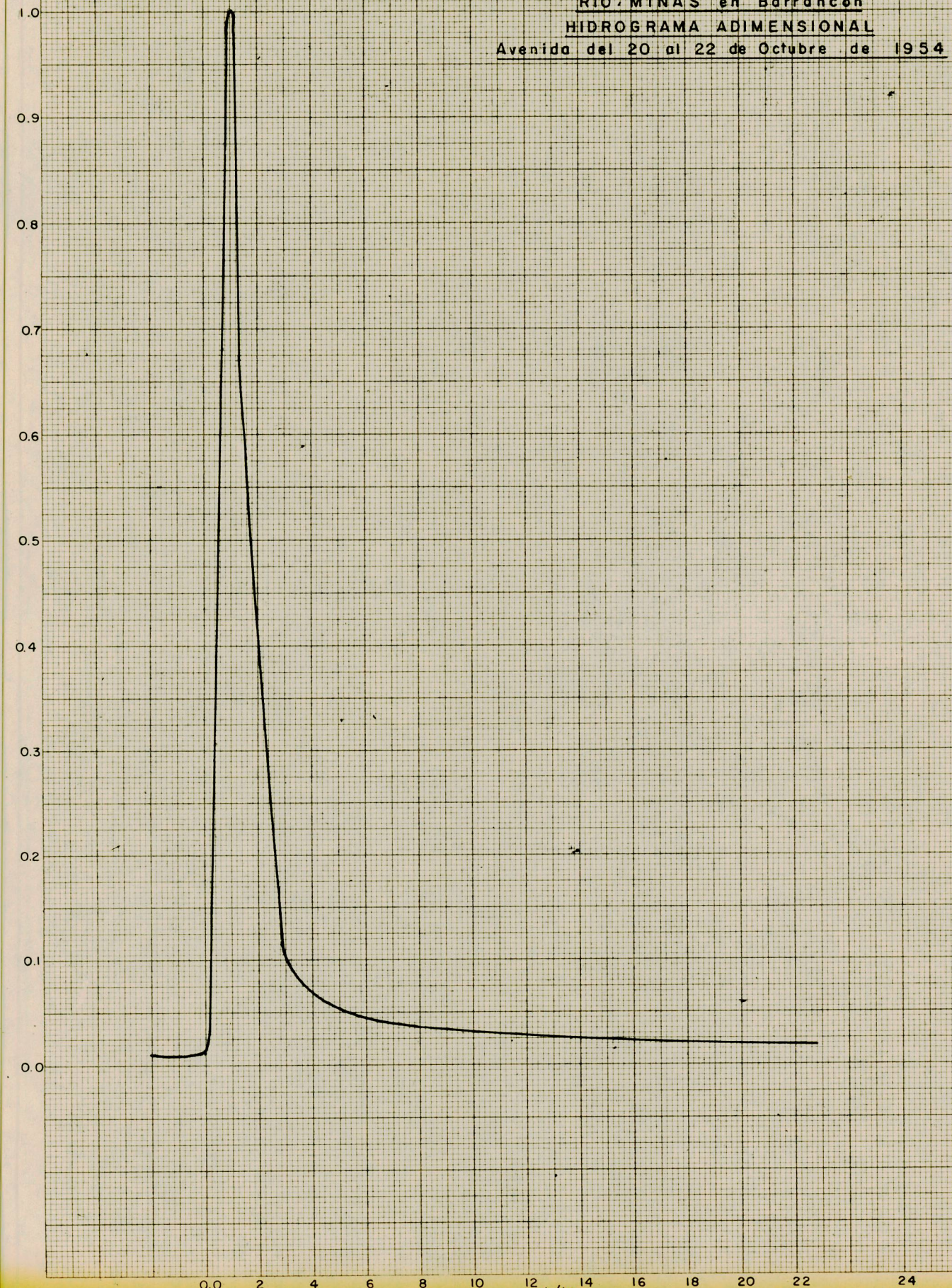
RIO LAS MARIAS en Pte. Las Marias.
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 18 al 19 de Agosto de 1958



RIO . MINAS en Barrancón

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

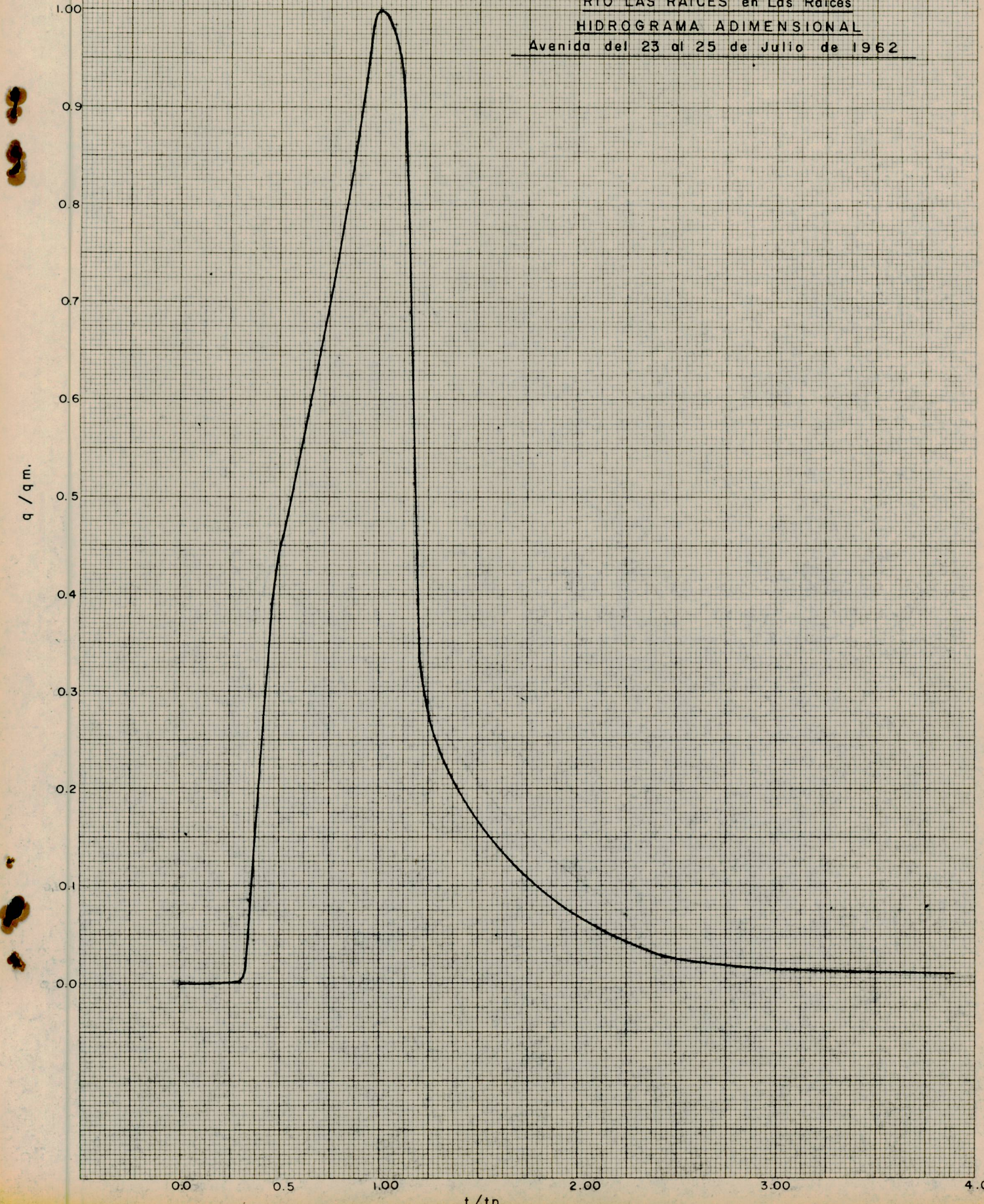
Avenida del 20 al 22 de Octubre de 1954



RIO LAS RAICES en Las Raices

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

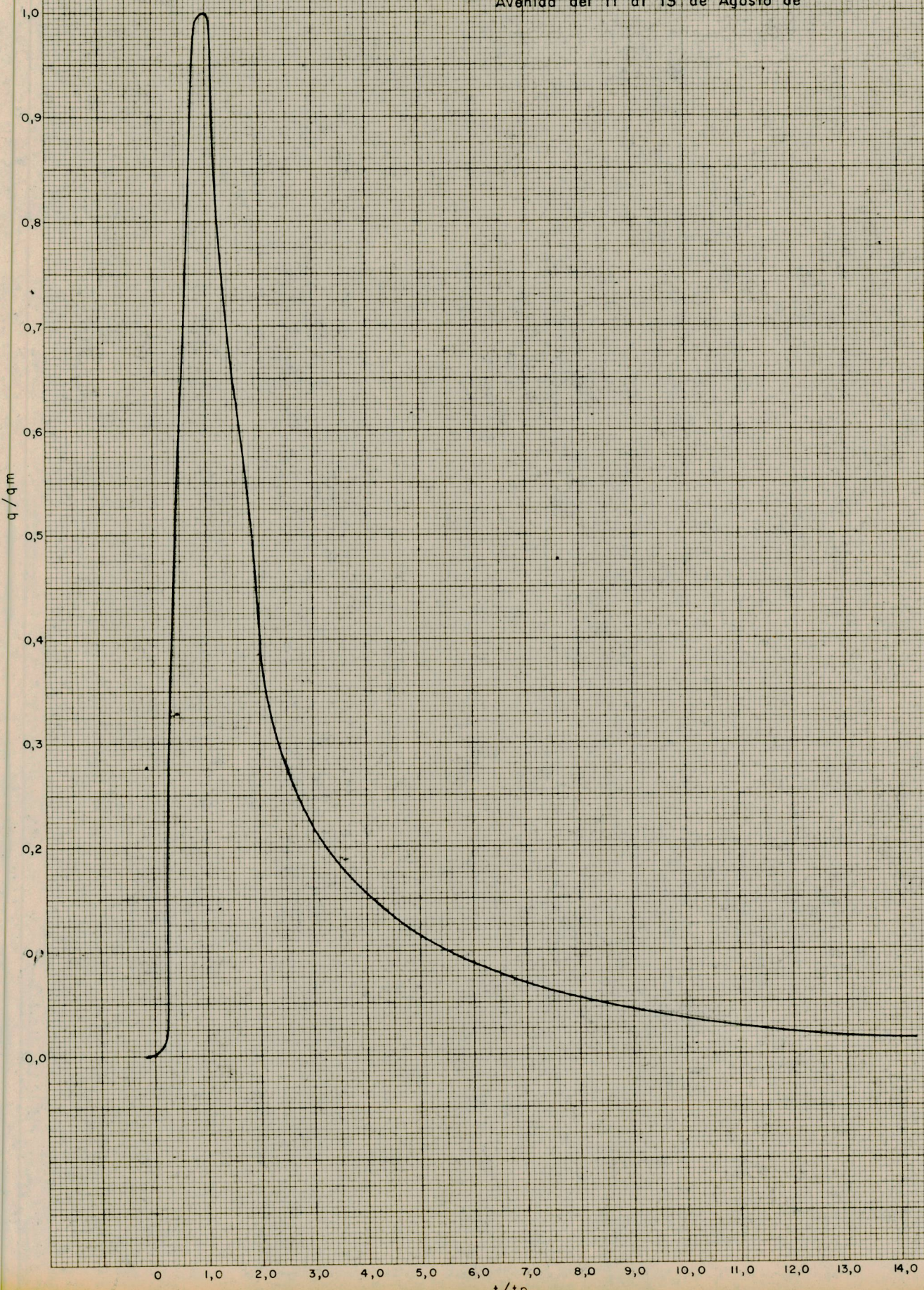
Avenida del 23 al 25 de Julio de 1962



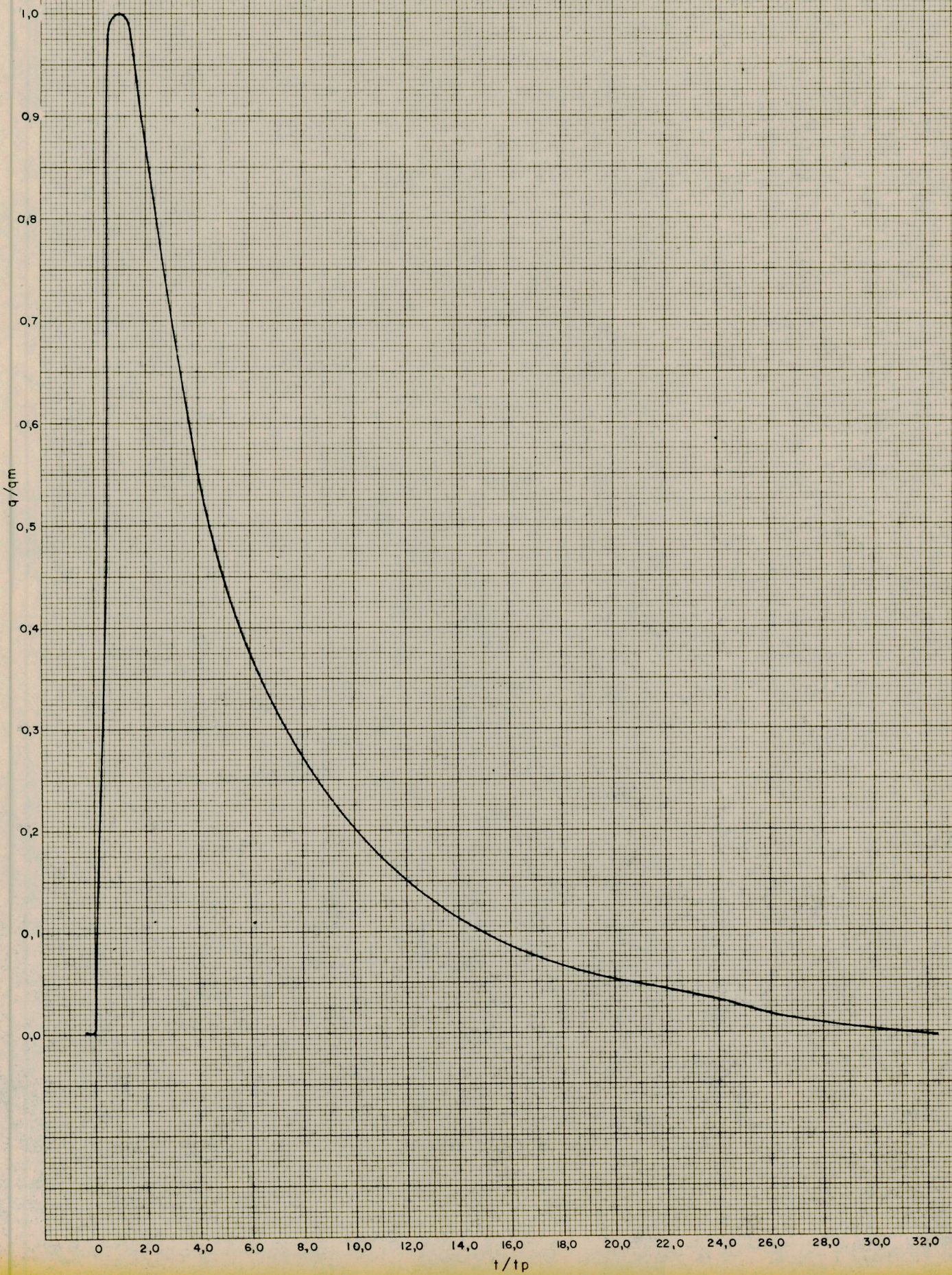
RIO LOS GUAYOS en Pte. Los Guayos

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

Avenida del 11 al 13 de Agosto de



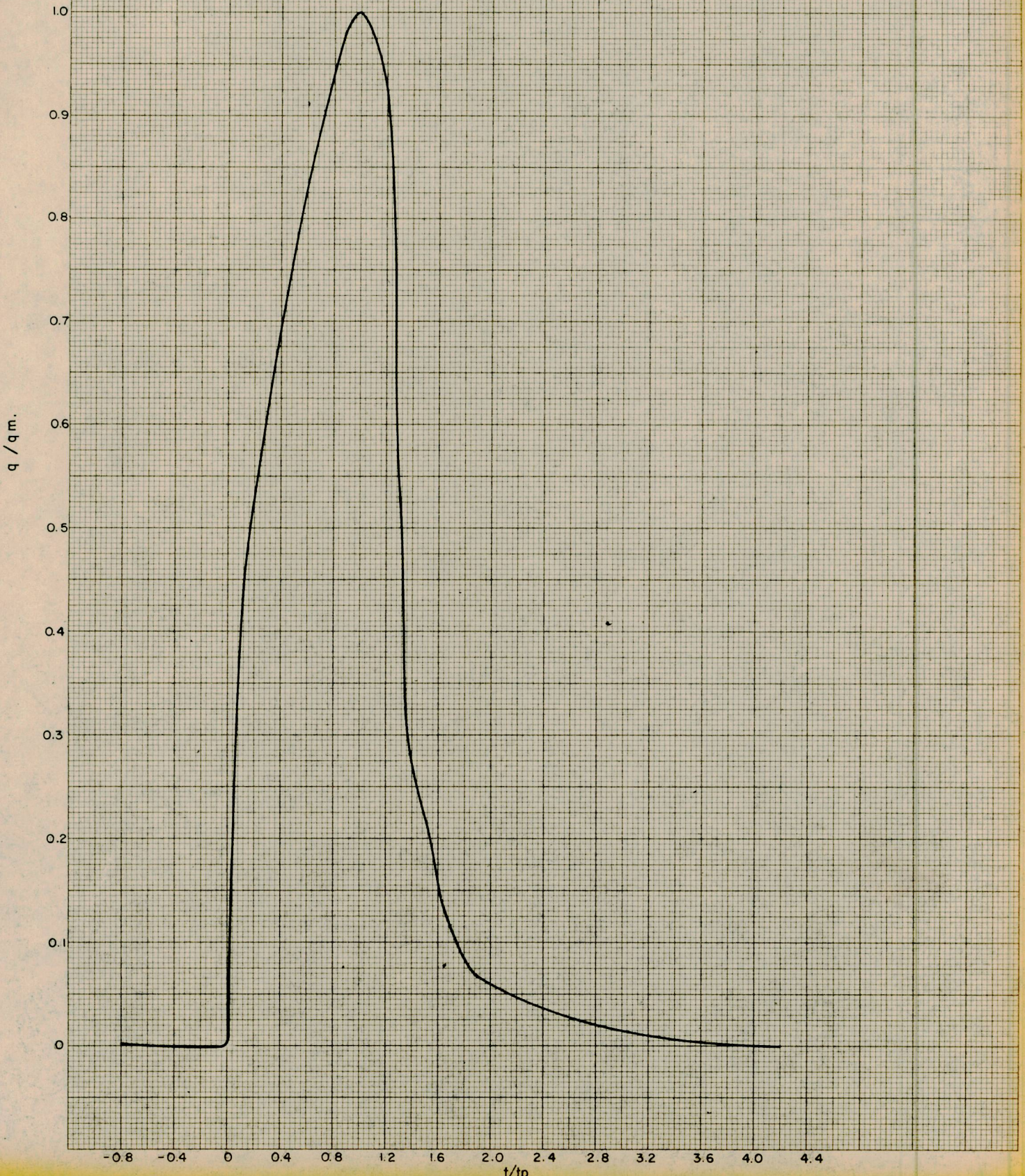
RIO MASPARRO en Pte. Masparro
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 9 al 10 de Feb. de 1957



RIO MATICORA en Don Pancho

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

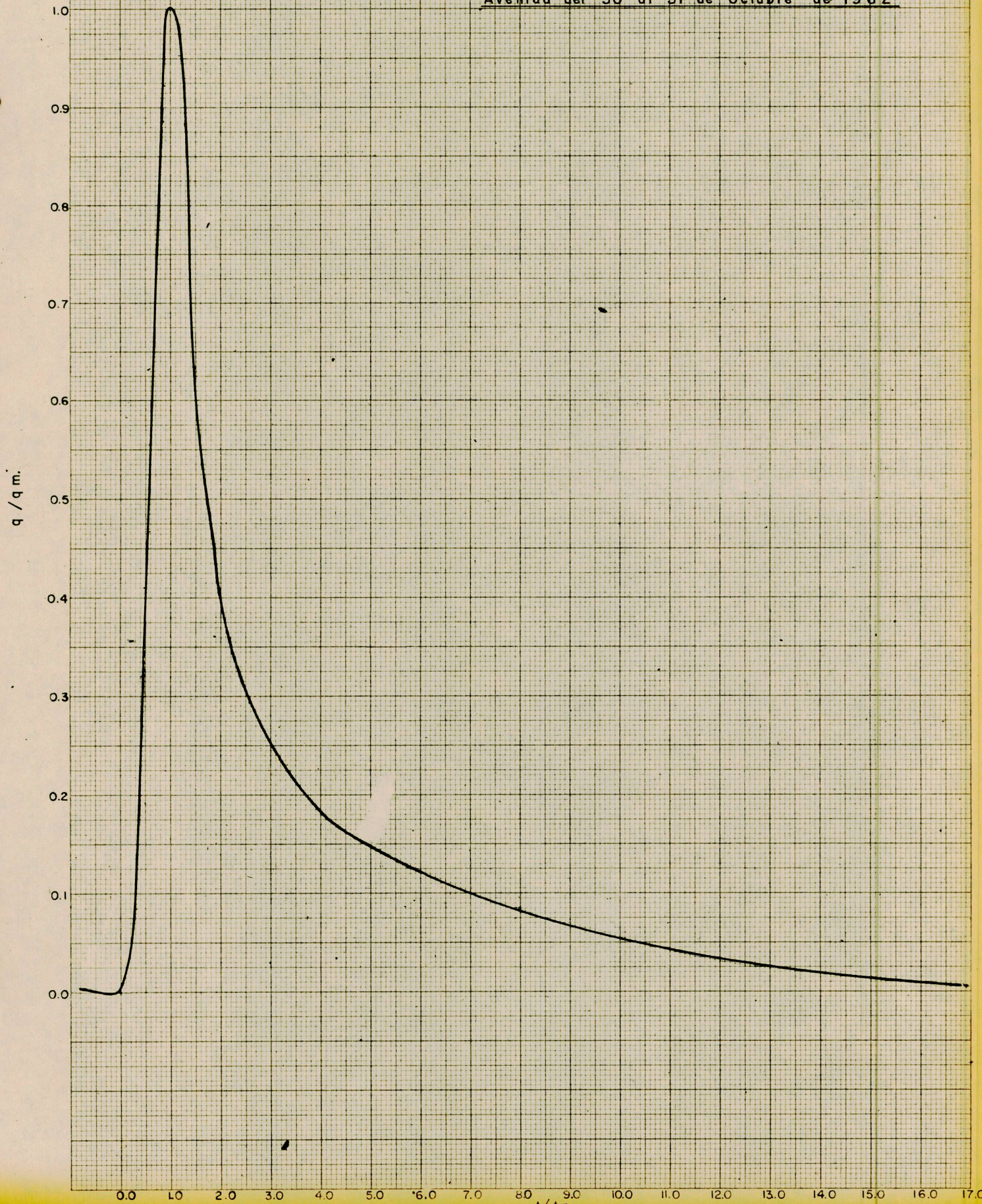
Avenida del 18 al 19 de Noviembre de 1960



RIO MORADOR en Pte. Morador

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

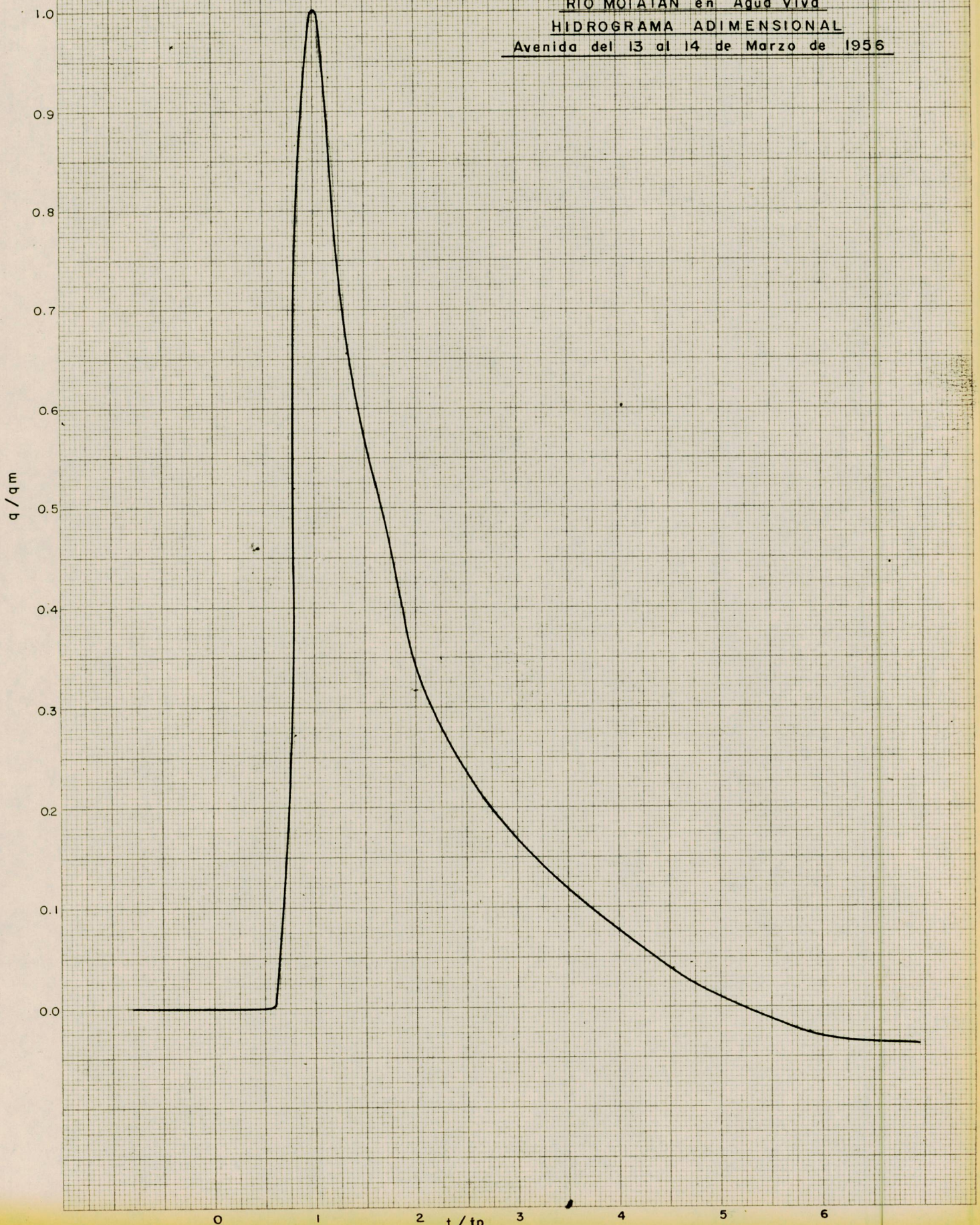
Avenida del 30 al 31 de Octubre de 1962



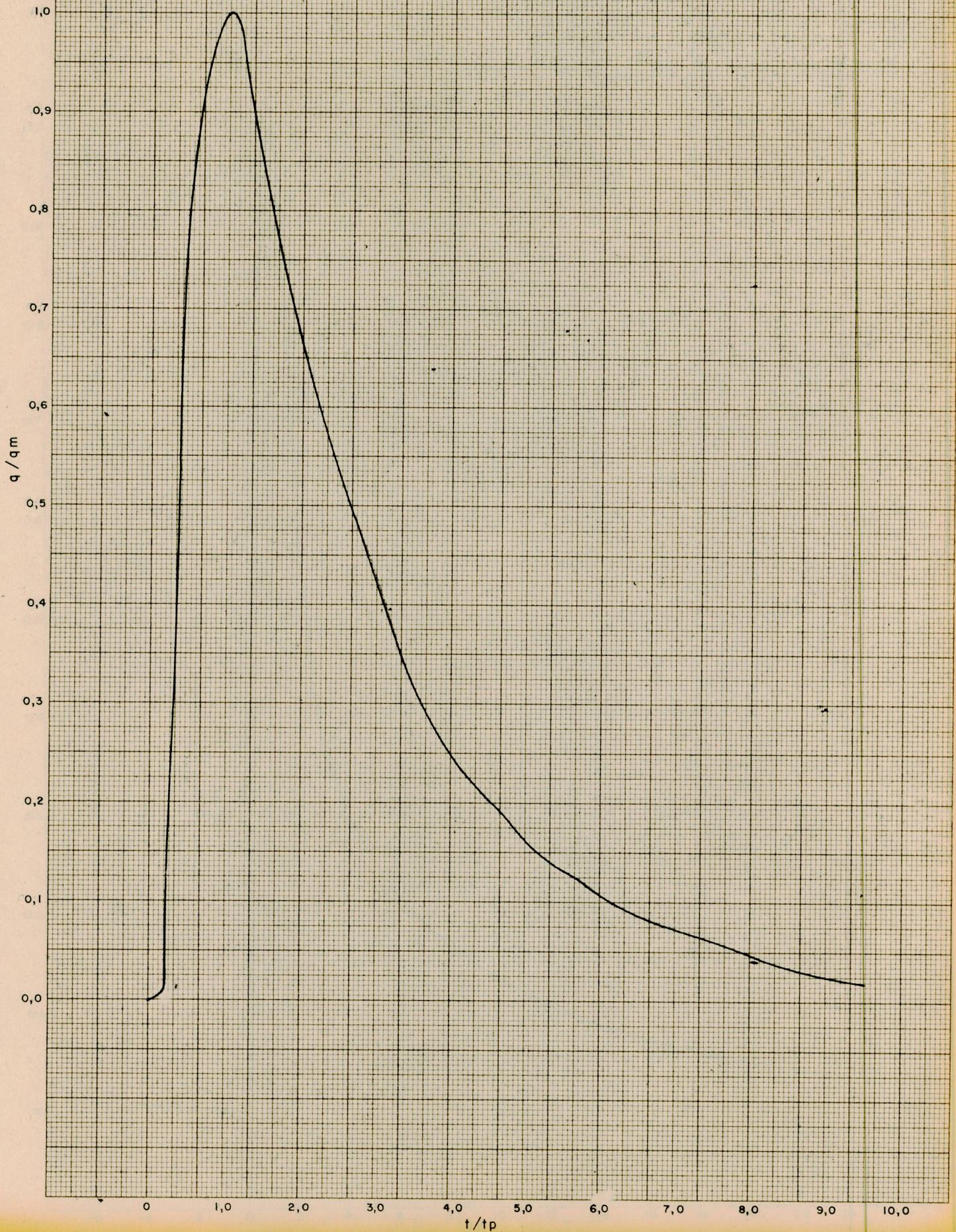
RIO MOTATAN en Agua Viva

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

Avenida del 13 al 14 de Marzo de 1956



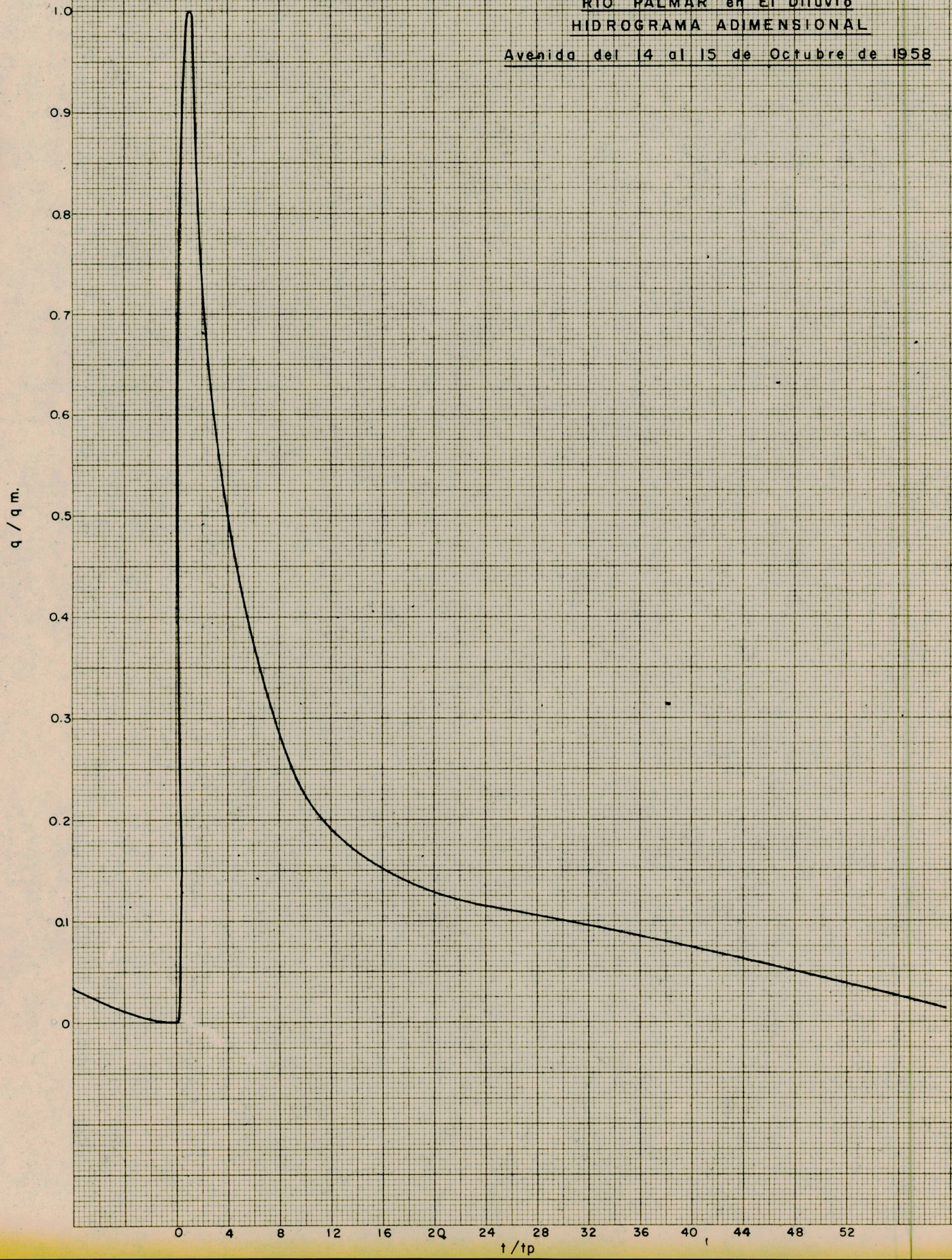
RIO NEVERI en Botalón
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 6 al 8 de Oct. de 1961



RIO PALMAR en El Diluvio

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

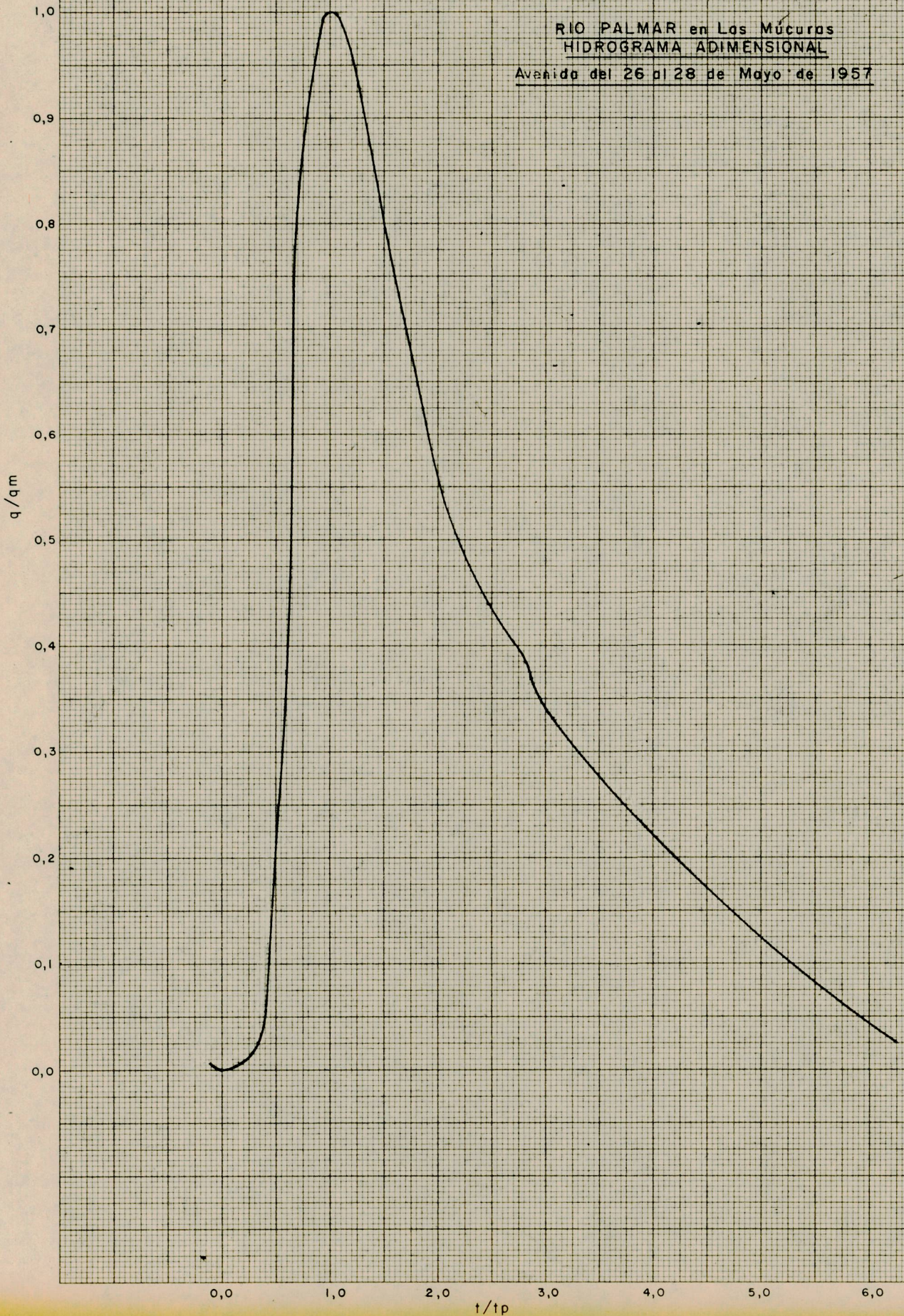
Avenida del 14 al 15 de Octubre de 1958



RIO PALMAR en Los Múcuras

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

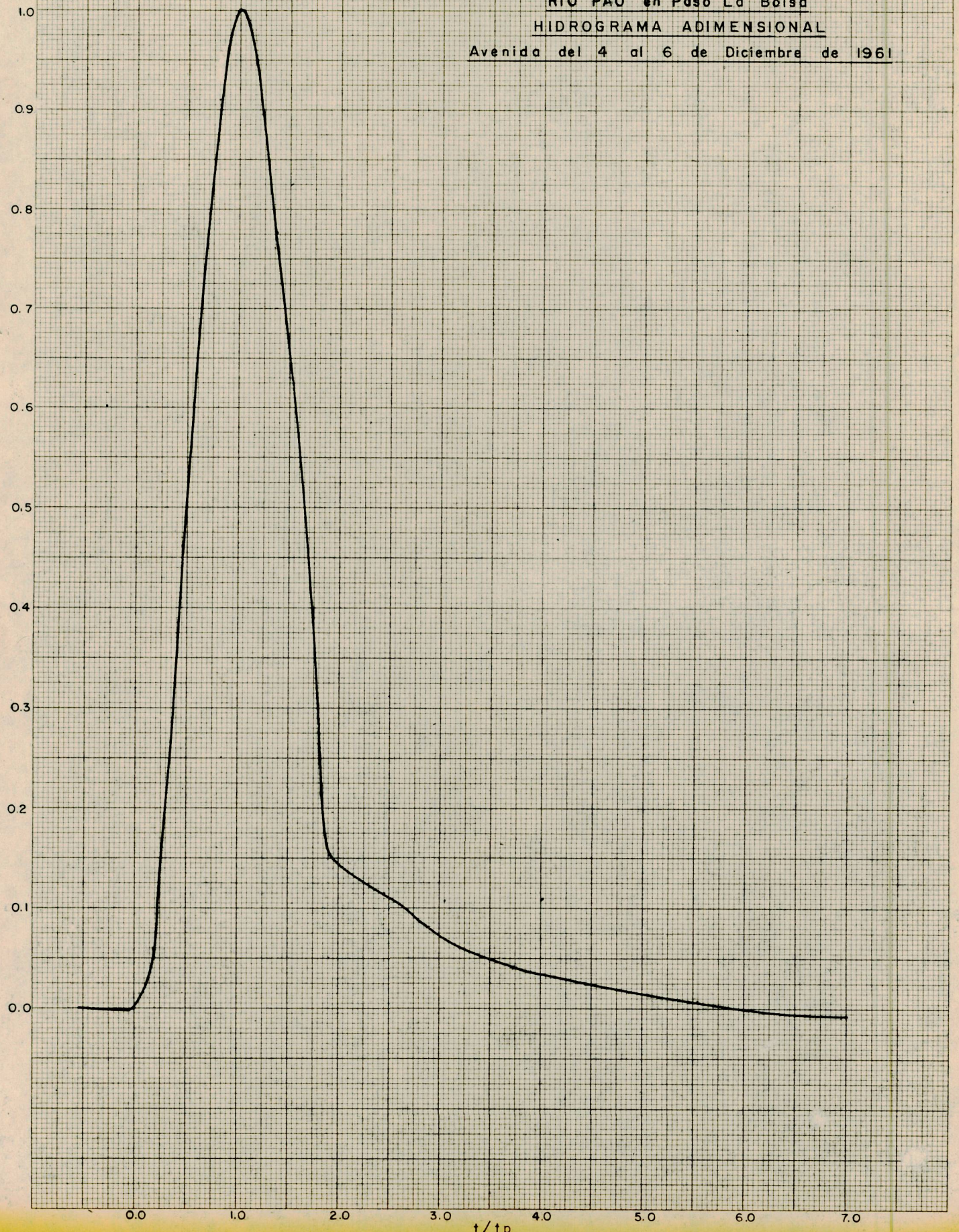
Avenida del 26 al 28 de Mayo de 1957



RIO PAO en Paso La Bolsa

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

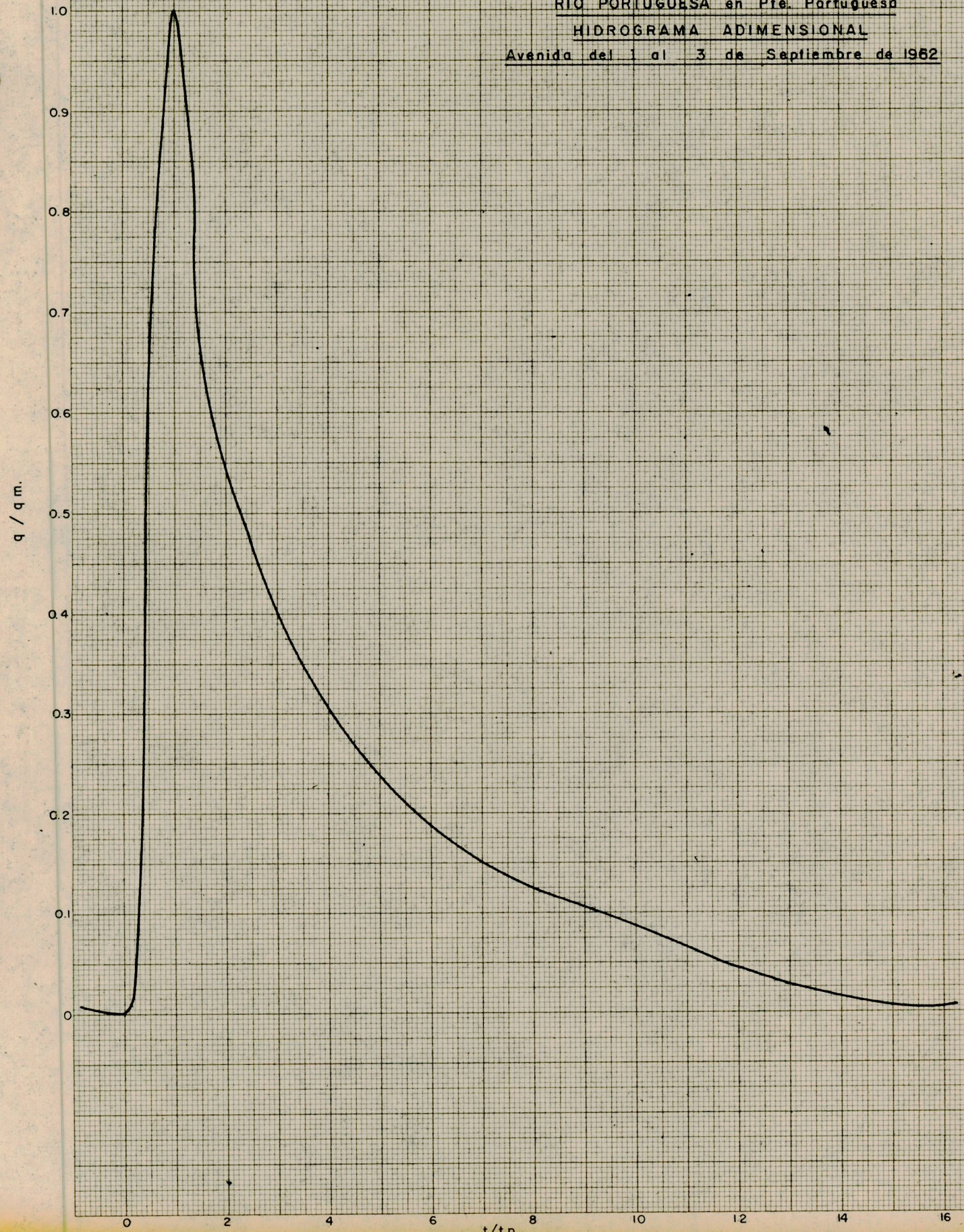
Avenida del 4 al 6 de Diciembre de 1961



RIO PORTUGUESA en Pte. Portuguesa

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

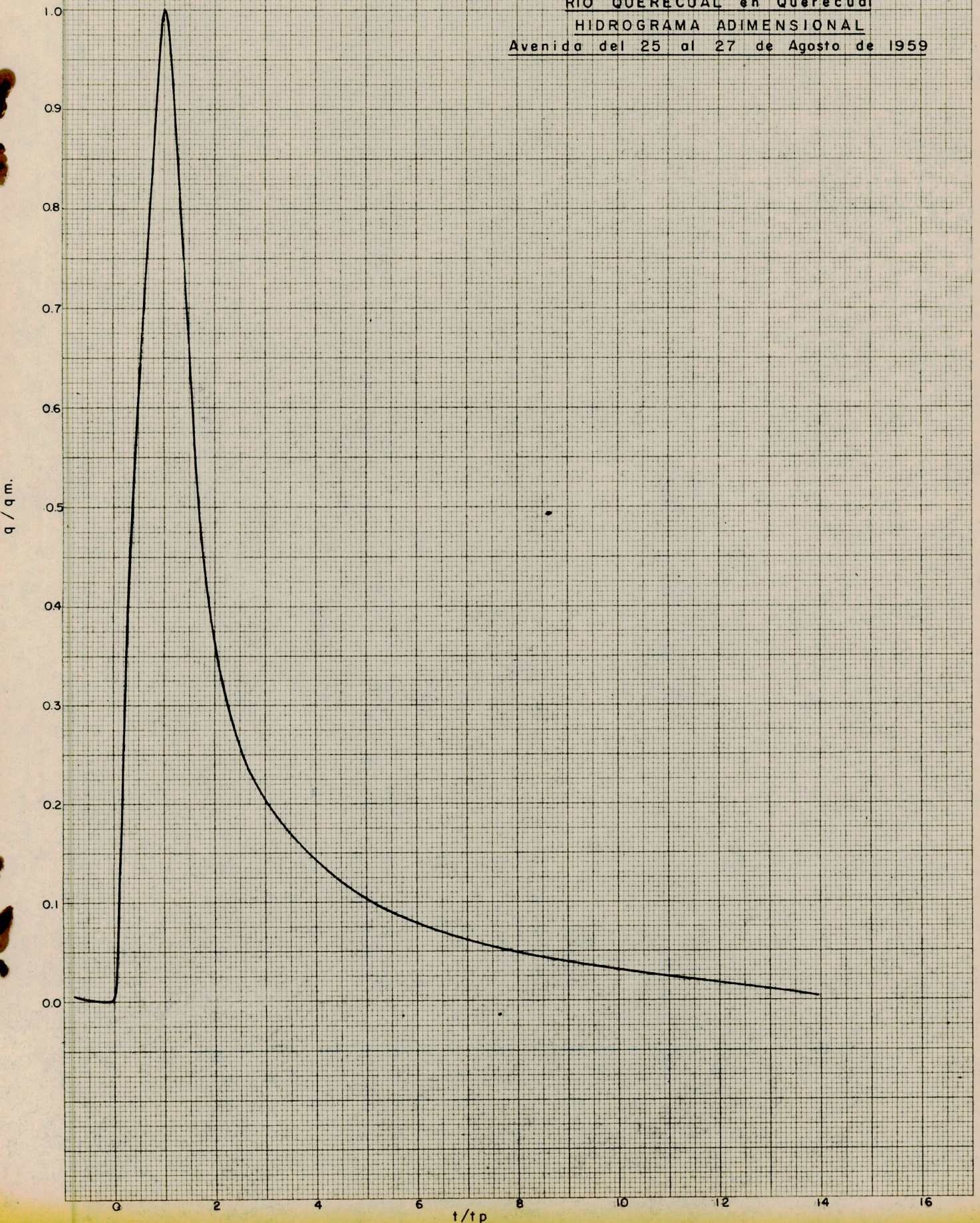
Avenida del 1 al 3 de Septiembre de 1962



RIO QUERECUAL en Querecual

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

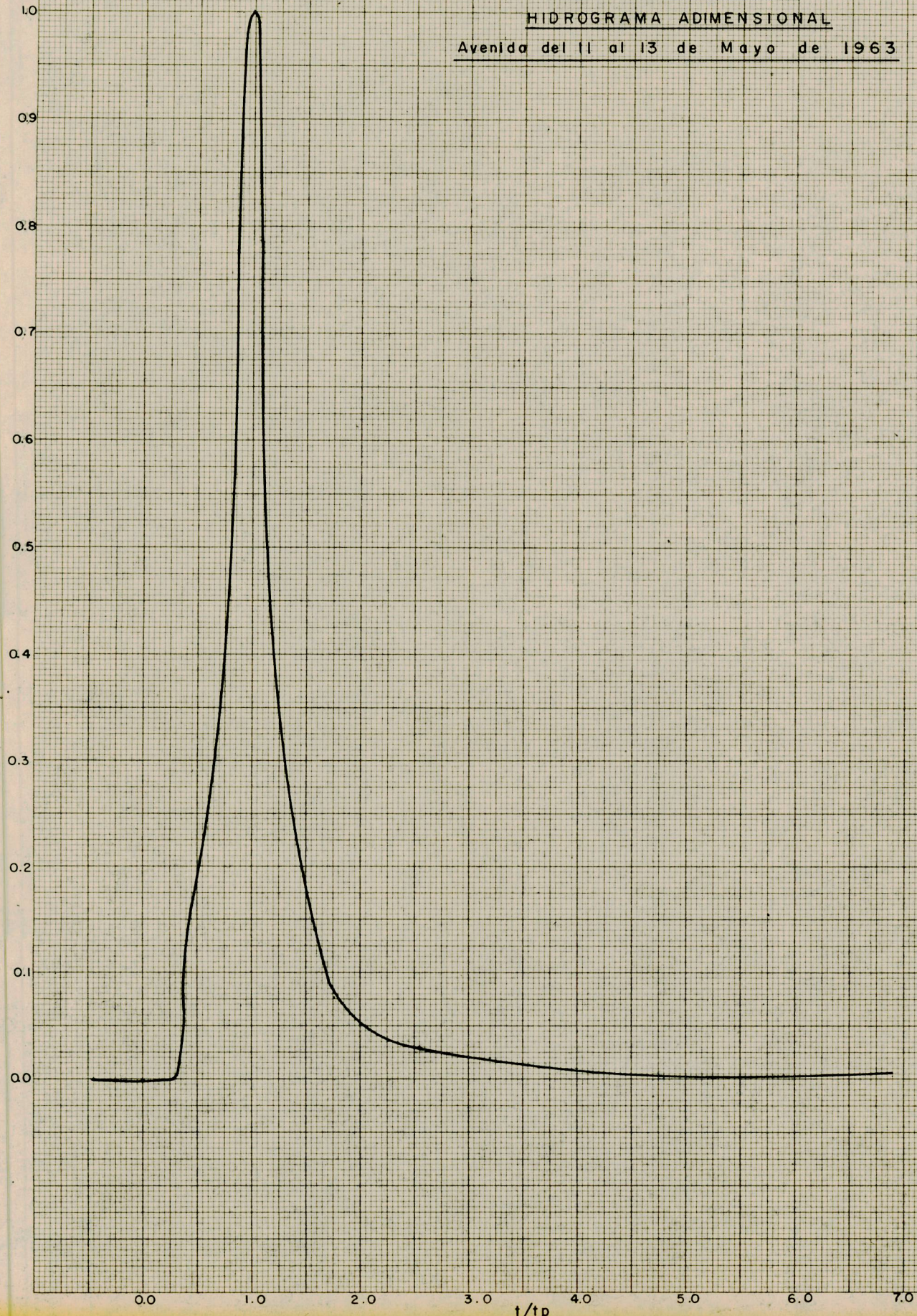
Avenida del 25 al 27 de Agosto de 1959



RIO SARARE en Sarare

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

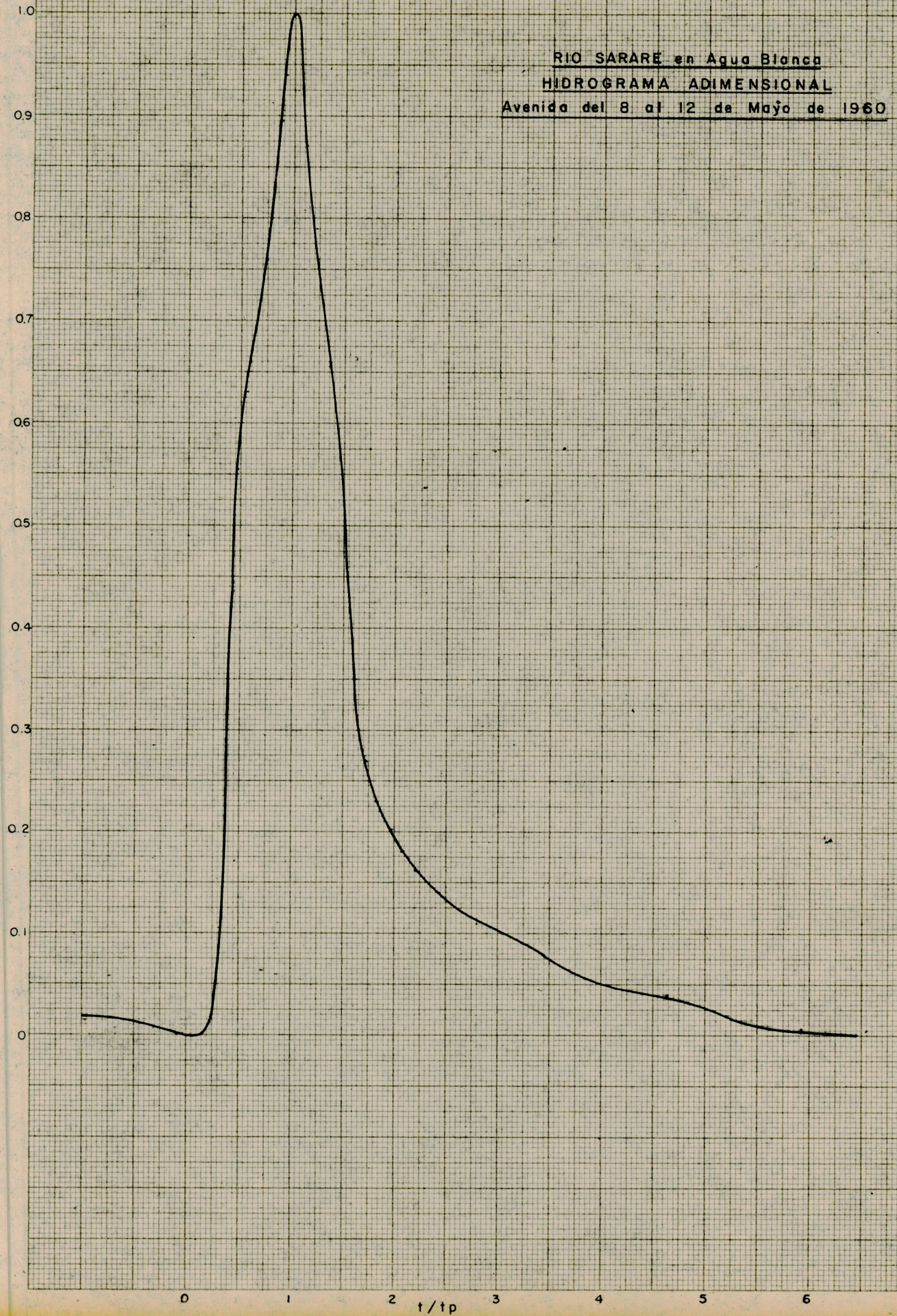
Avenida del 11 al 13 de Mayo de 1963



RIO SARARE en Agua Blanca

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

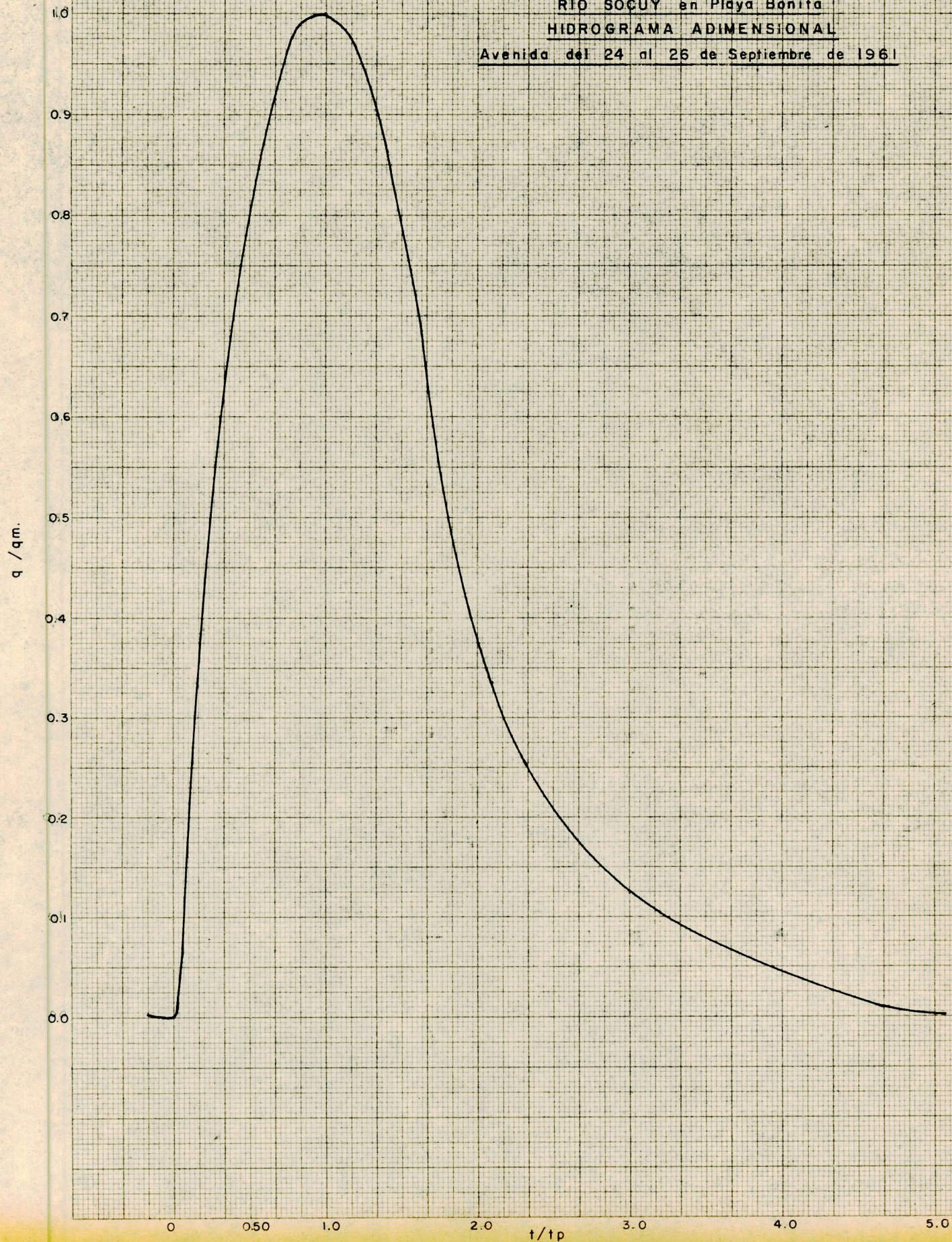
Avenida del 8 al 12 de Mayo de 1960



RIO SOCUY en Playa Bonita

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

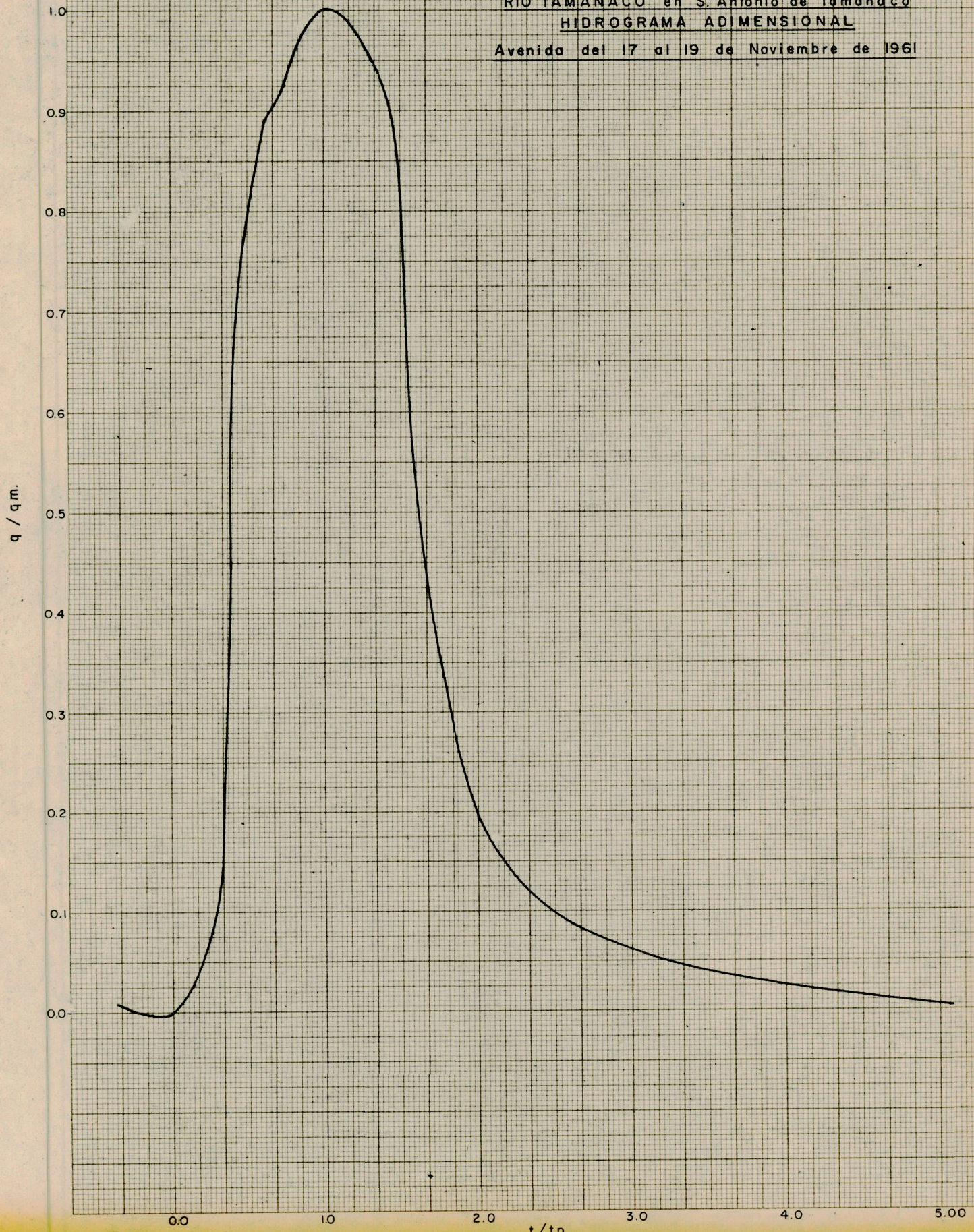
Avenida del 24 al 26 de Septiembre de 1961



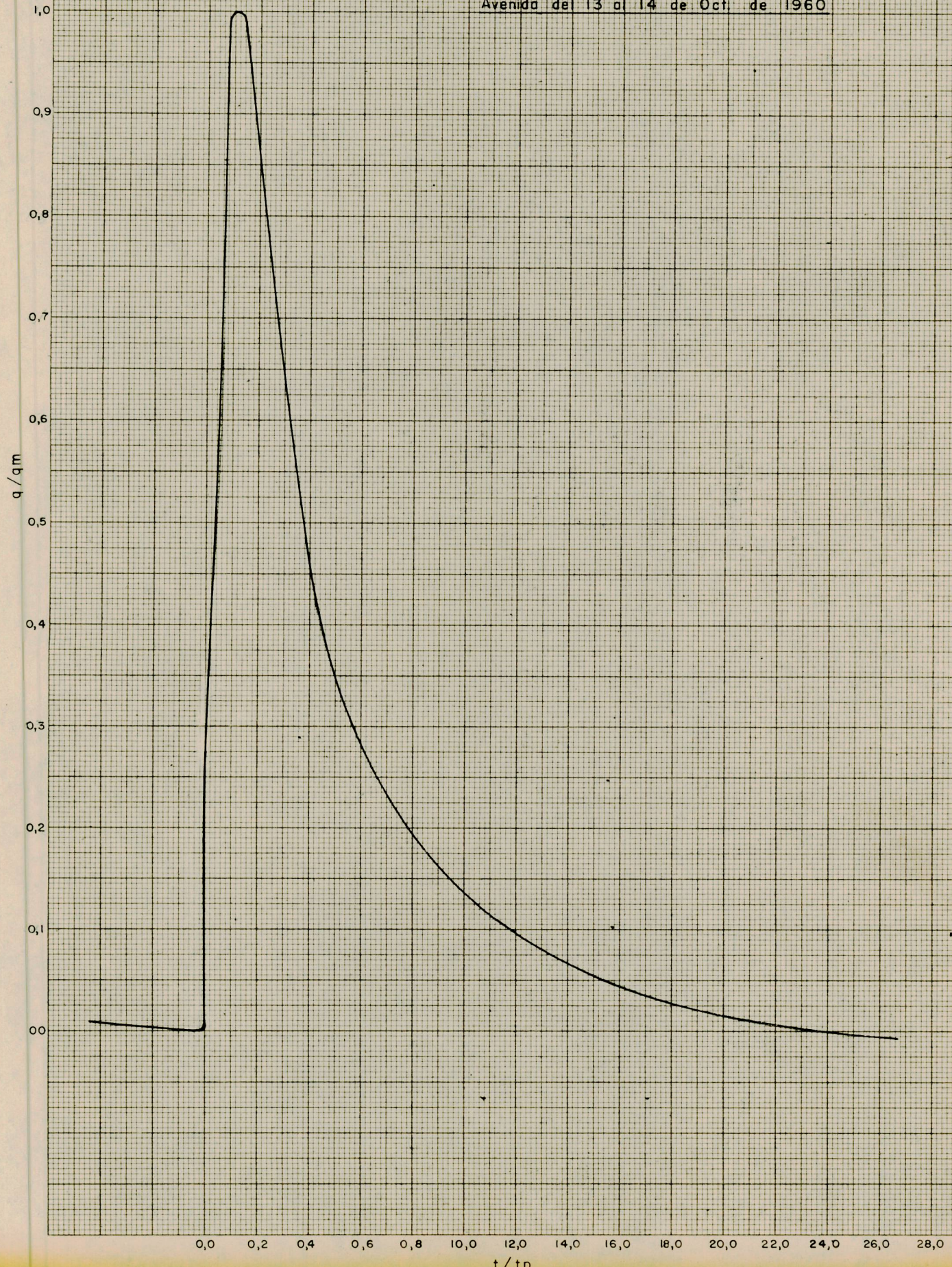
RIO TAMANACO en S. Antonio de Tamanaco

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

Avenida del 17 al 19 de Noviembre de 1961



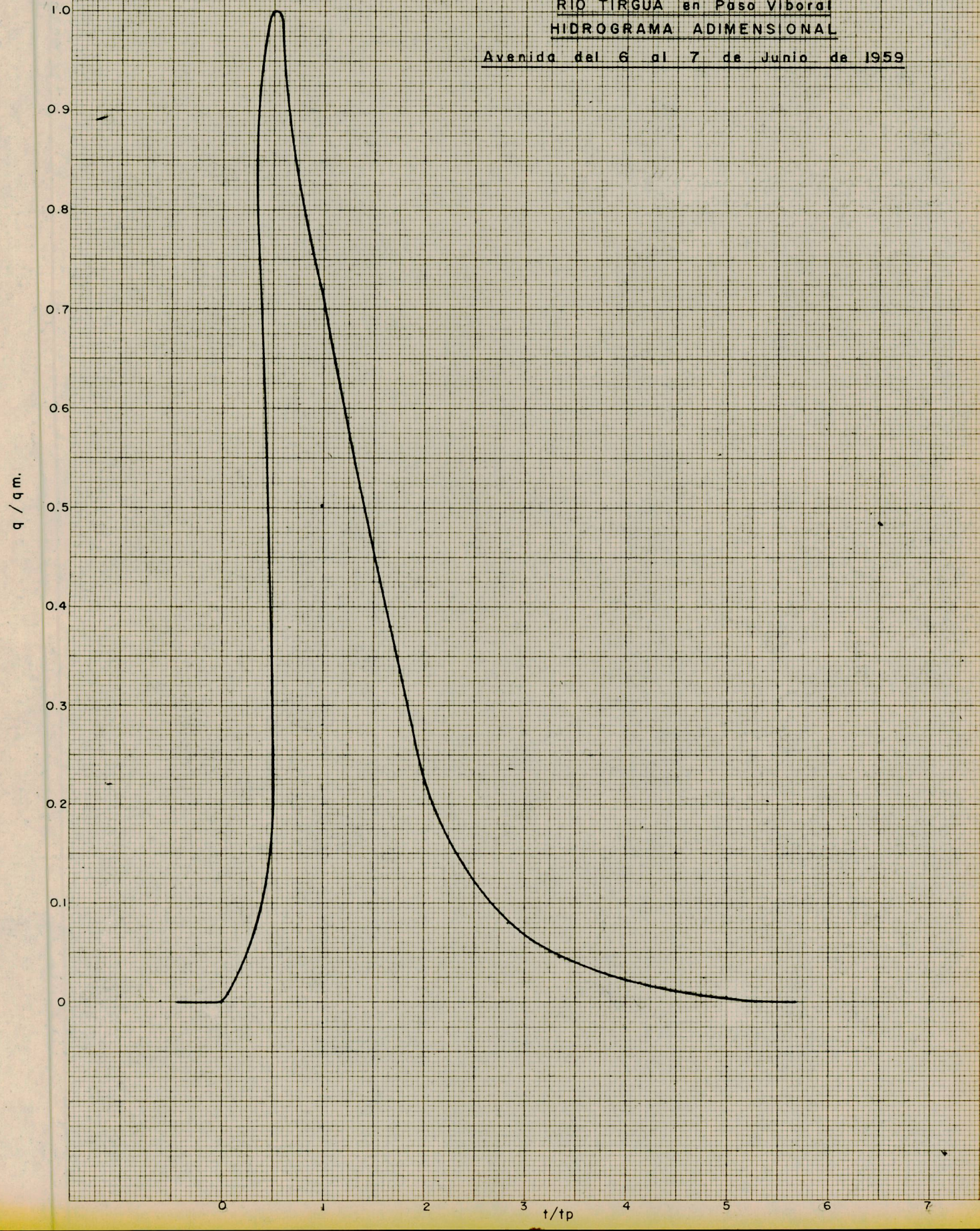
RIO TINACO en Pte. Tinaco
HIDROGRAMA ADIMENSIONAL
Avenida del 13 al 14 de Oct de 1960



RIO TIRGUA en Paso Viboral

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

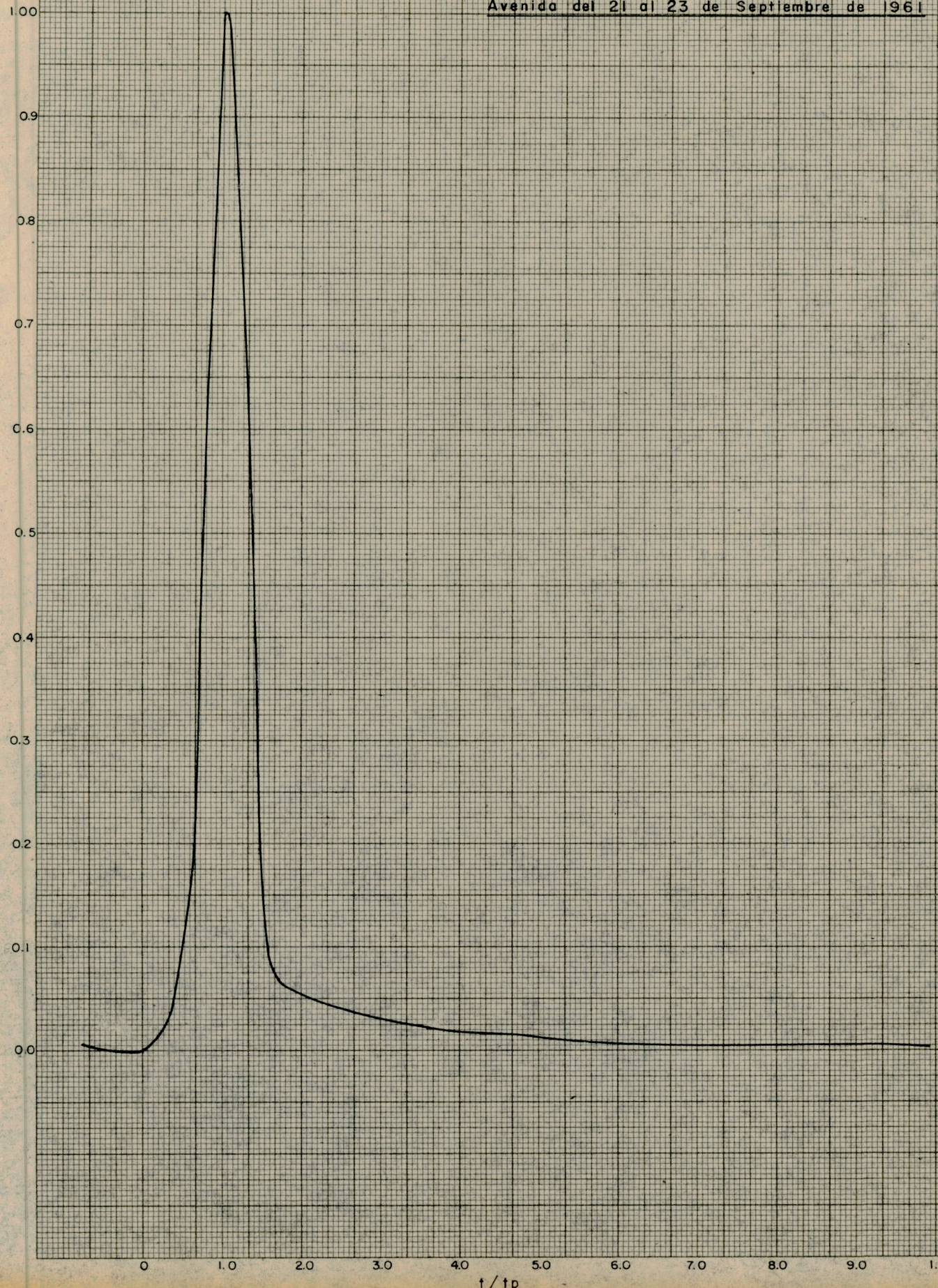
Avenida del 6 al 7 de Junio de 1959



RIO TOCORON en Parcela Chavera

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

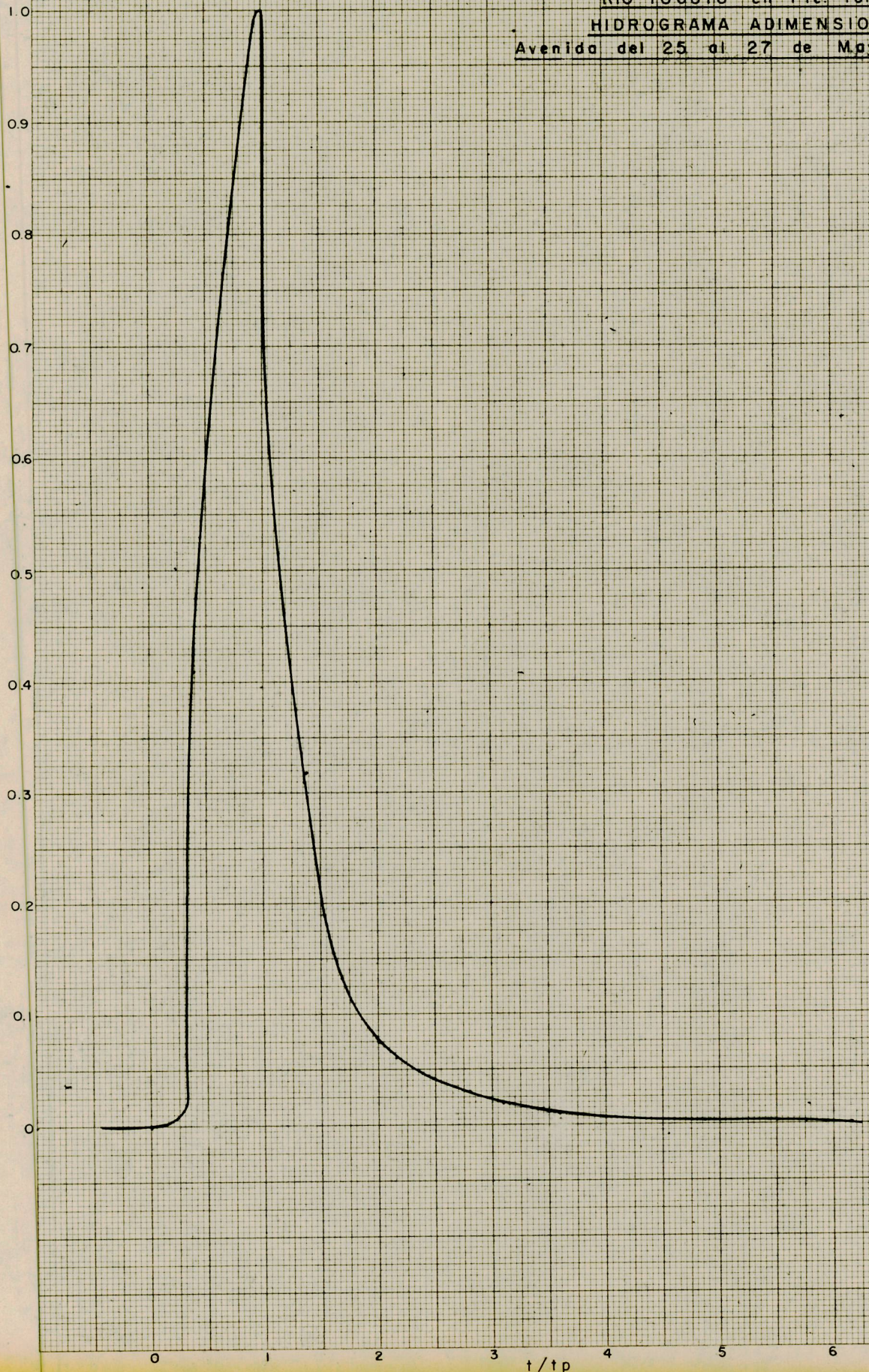
Avenida del 21 al 23 de Septiembre de 1961



RIO TOCUYO en Pte. Torres

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

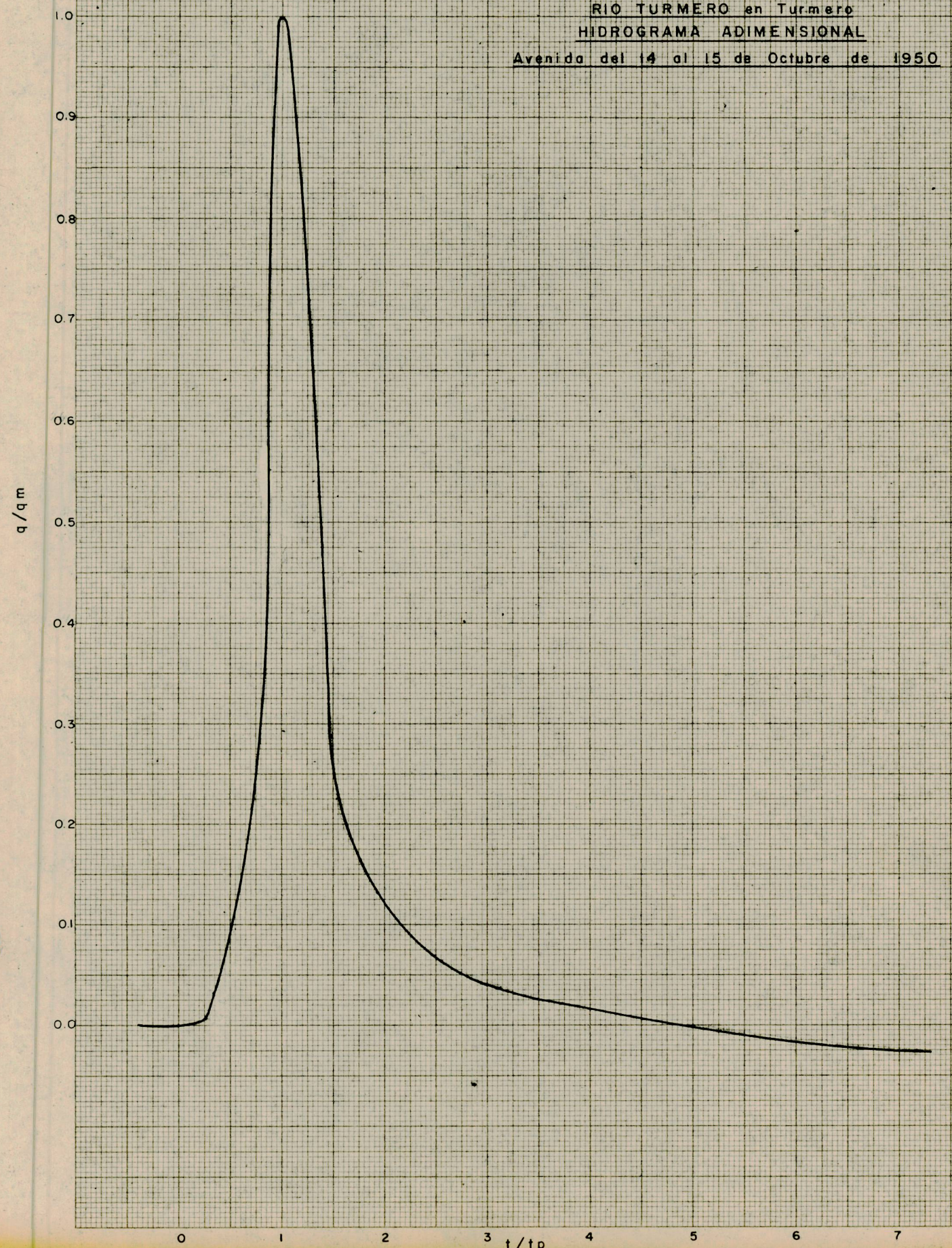
Avenida del 25 al 27 de Mayo de 1959



RIO TURMERO en Turmero

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

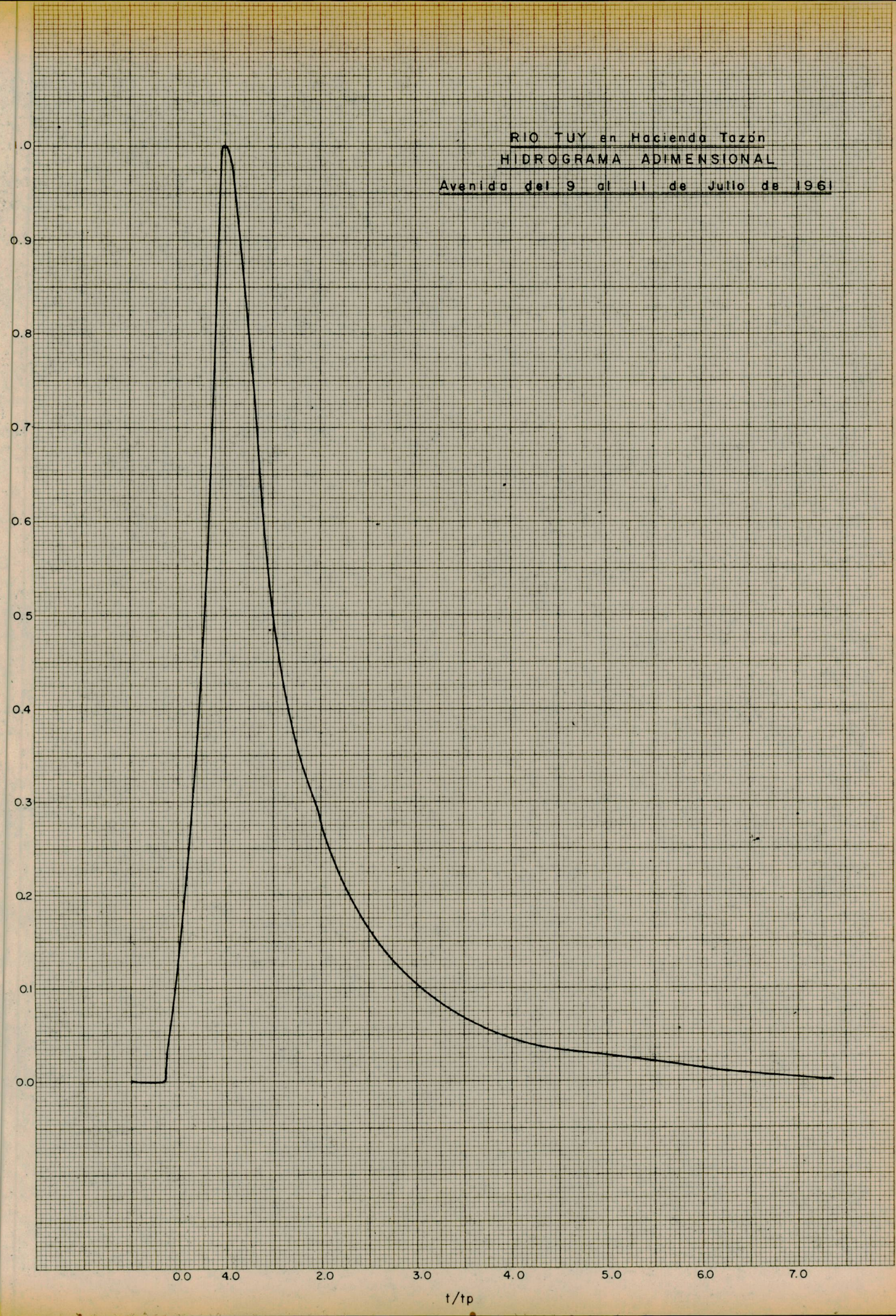
Avenida del 14 al 15 de Octubre de 1950



RIO TUY en Hacienda Tazón

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

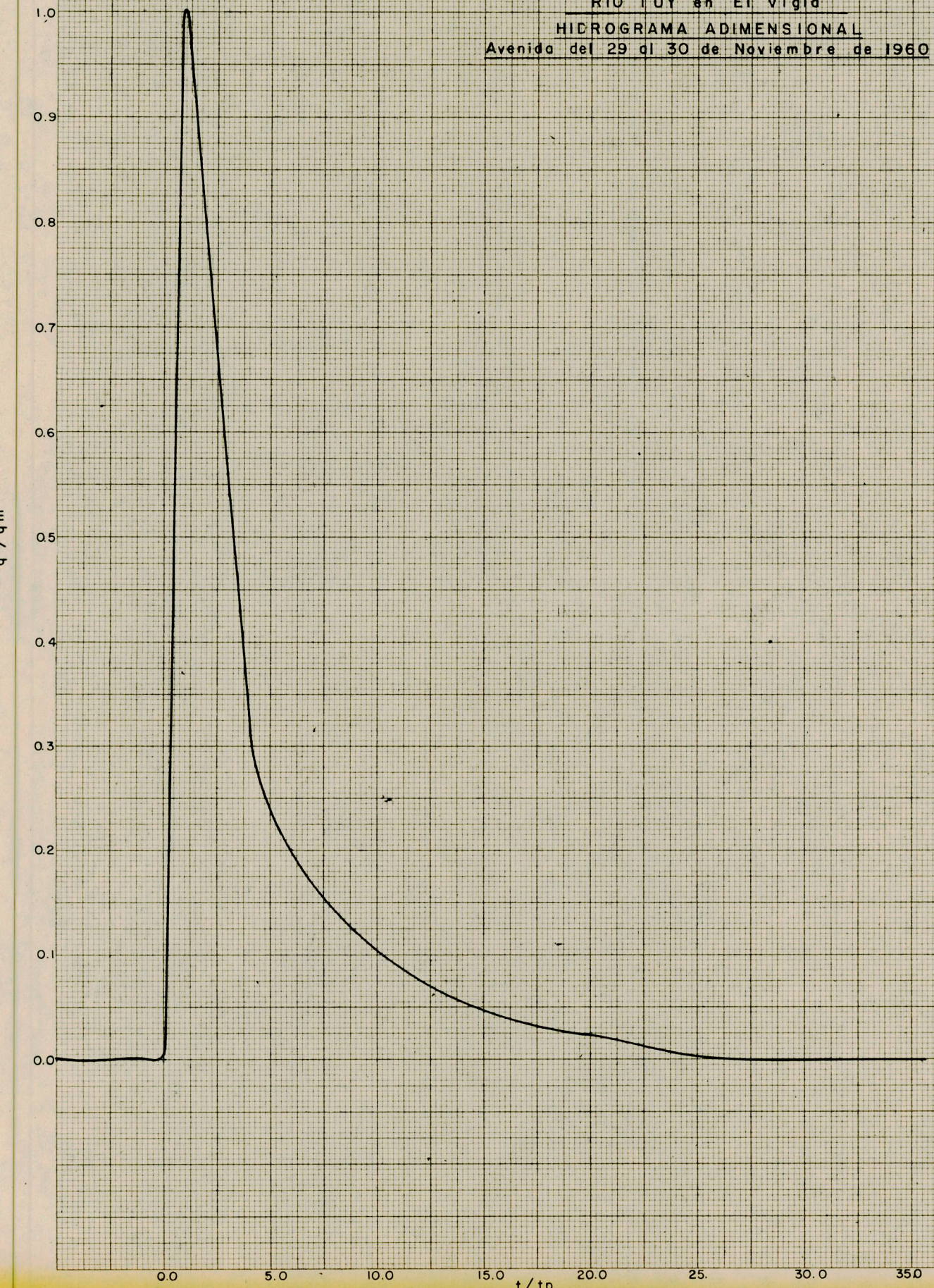
Avenida del 9 al 11 de Julio de 1961



RIO TUY en El Vigia

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

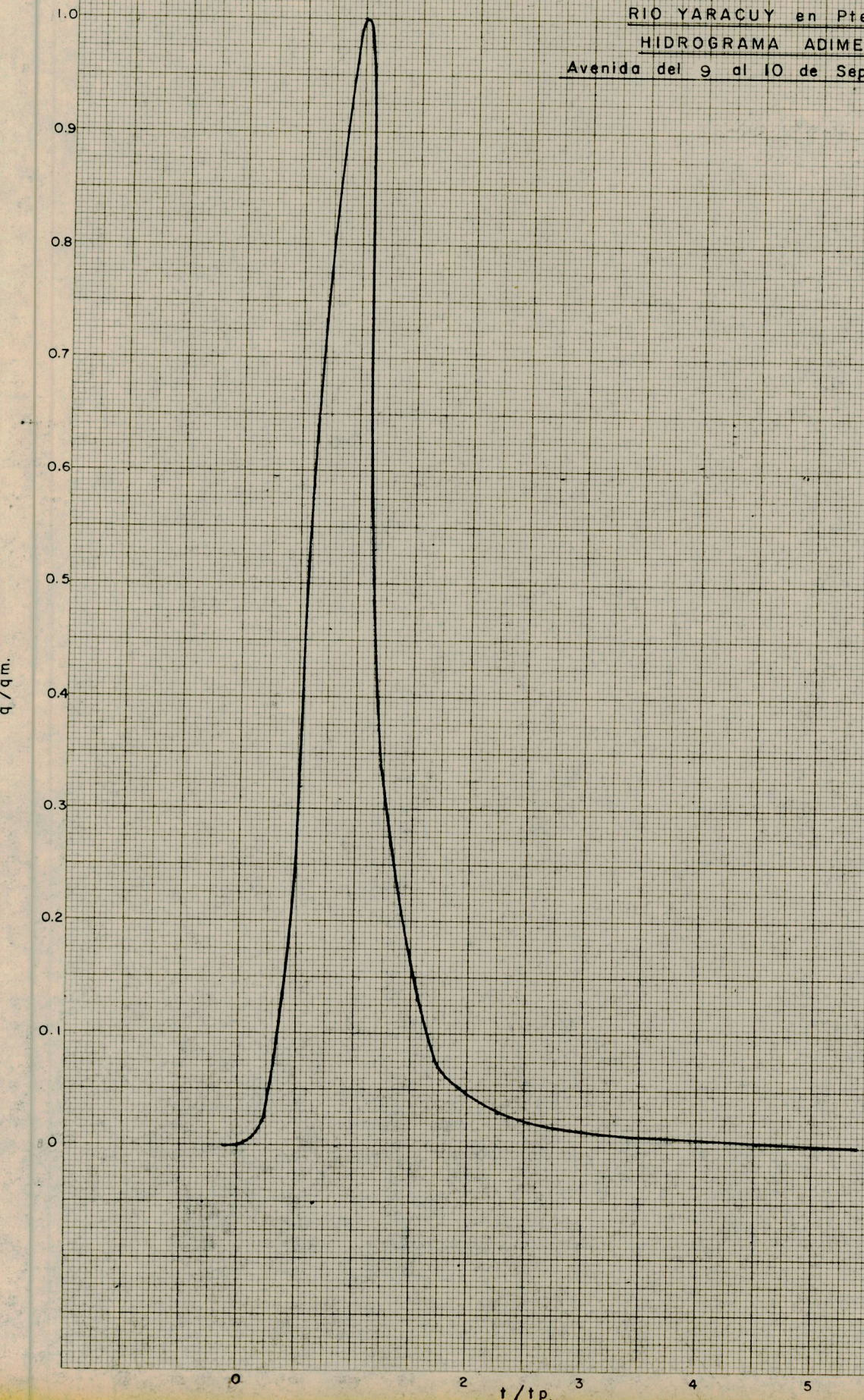
Avenida del 29 al 30 de Noviembre de 1960



RIO YARACUY en Pte. Cumaripa

HIDROGRAMA ADIMENSIONAL

Avenida del 9 al 10 de Septiembre de 1962

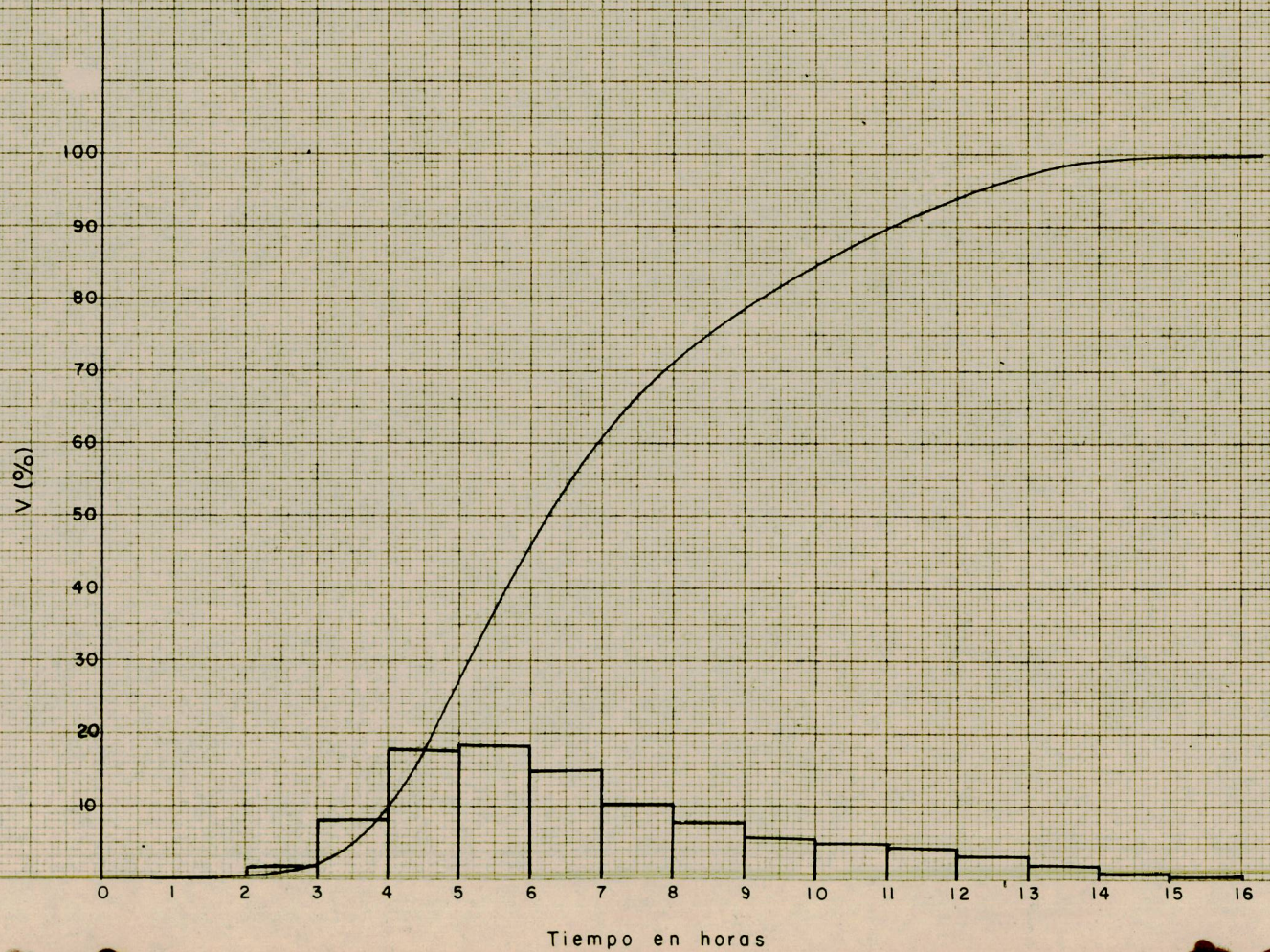


G R A F I C O S D E D I S T R I B U C I O N

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

RIO ACARIGUA en Pte. Acarigua

Gráfico de Distribución



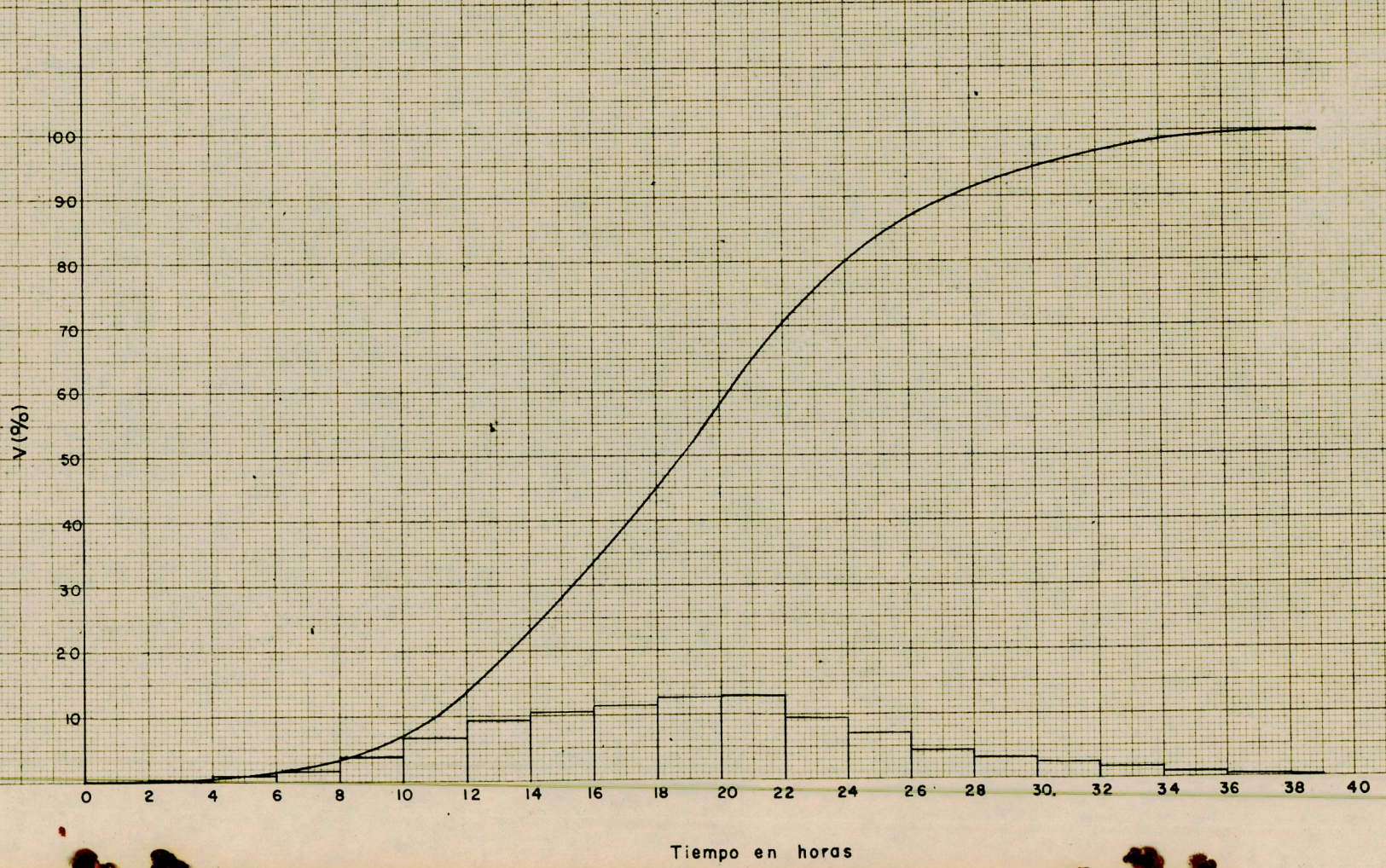
RIO ARAGUA en Hda. El Recreo

Gráfico de Distribución



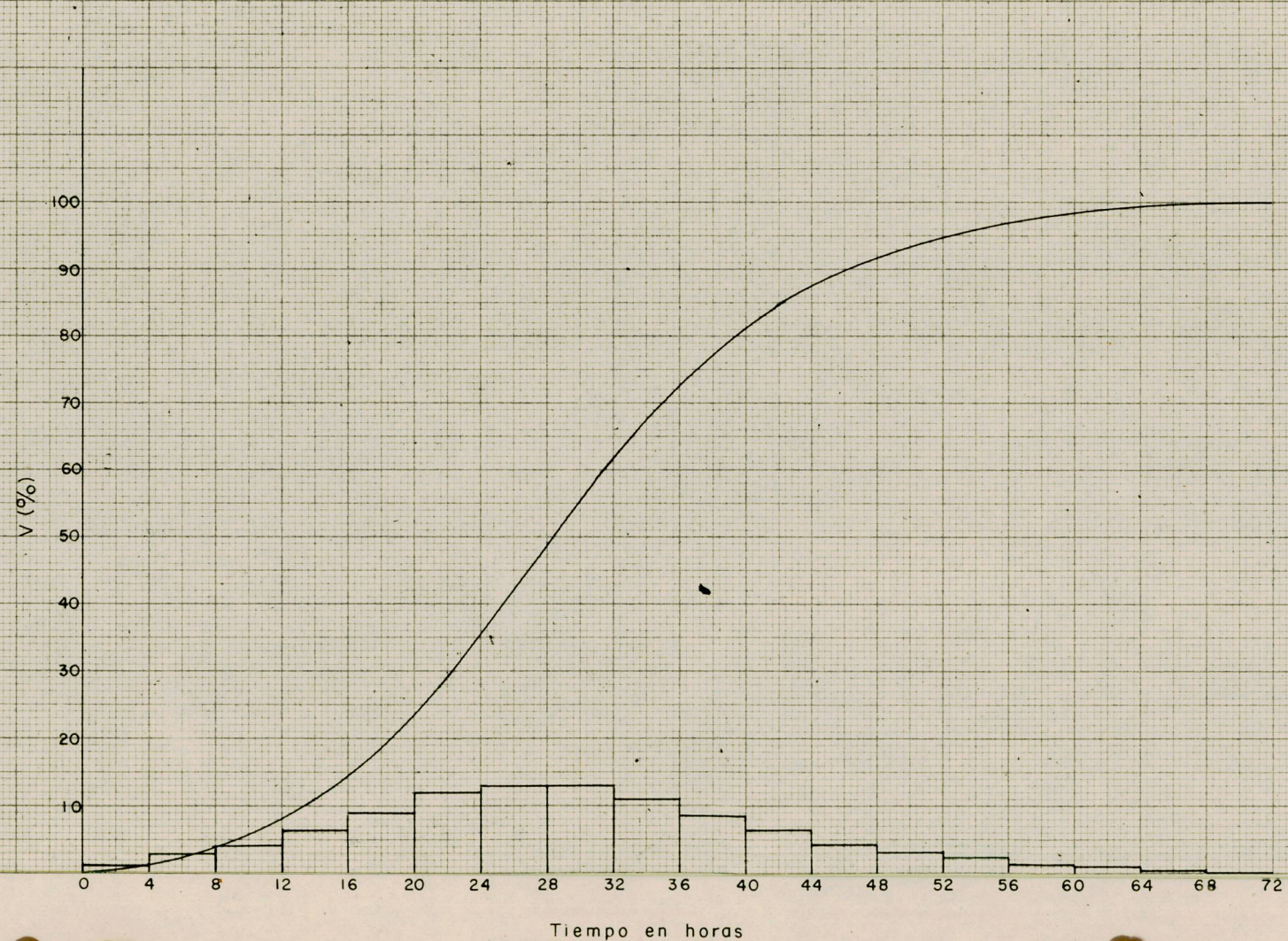
RIO ARAGUA en La Chorrera

Gráfico de Distribución



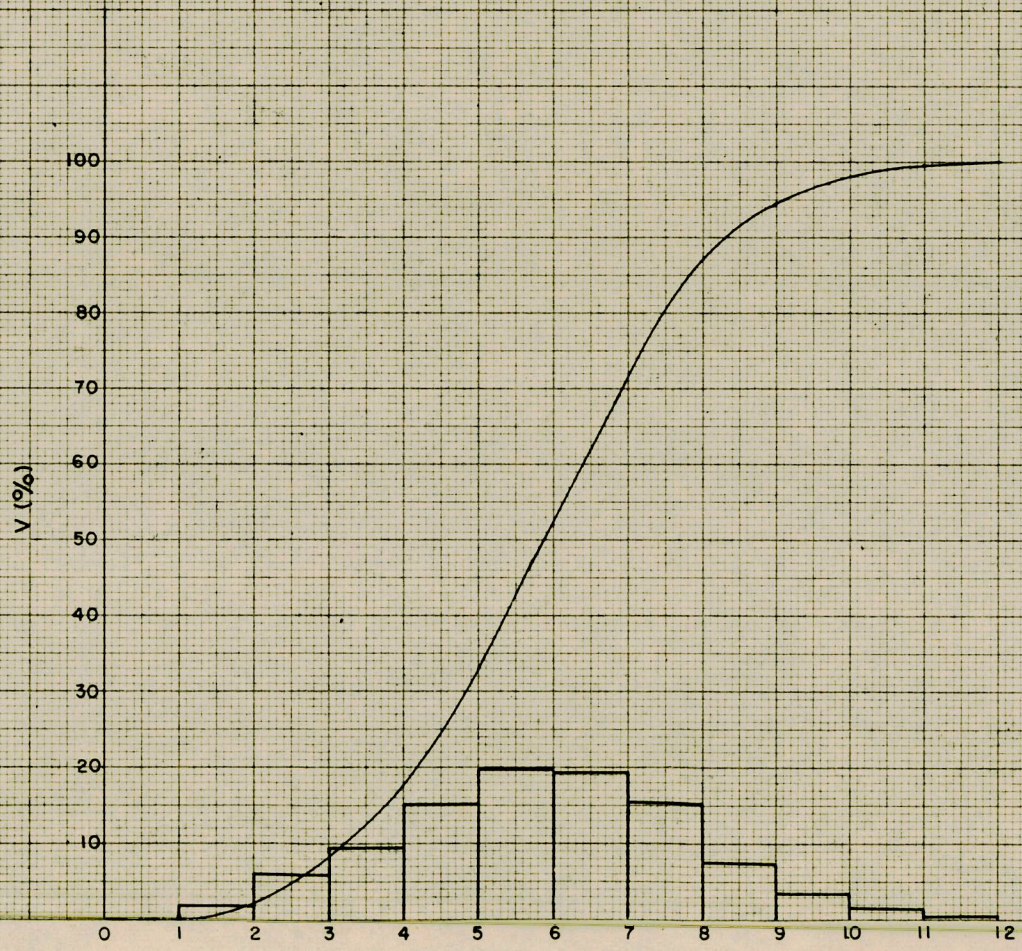
RIO ARAGUA en El Vallito

Gráfico de Distribución



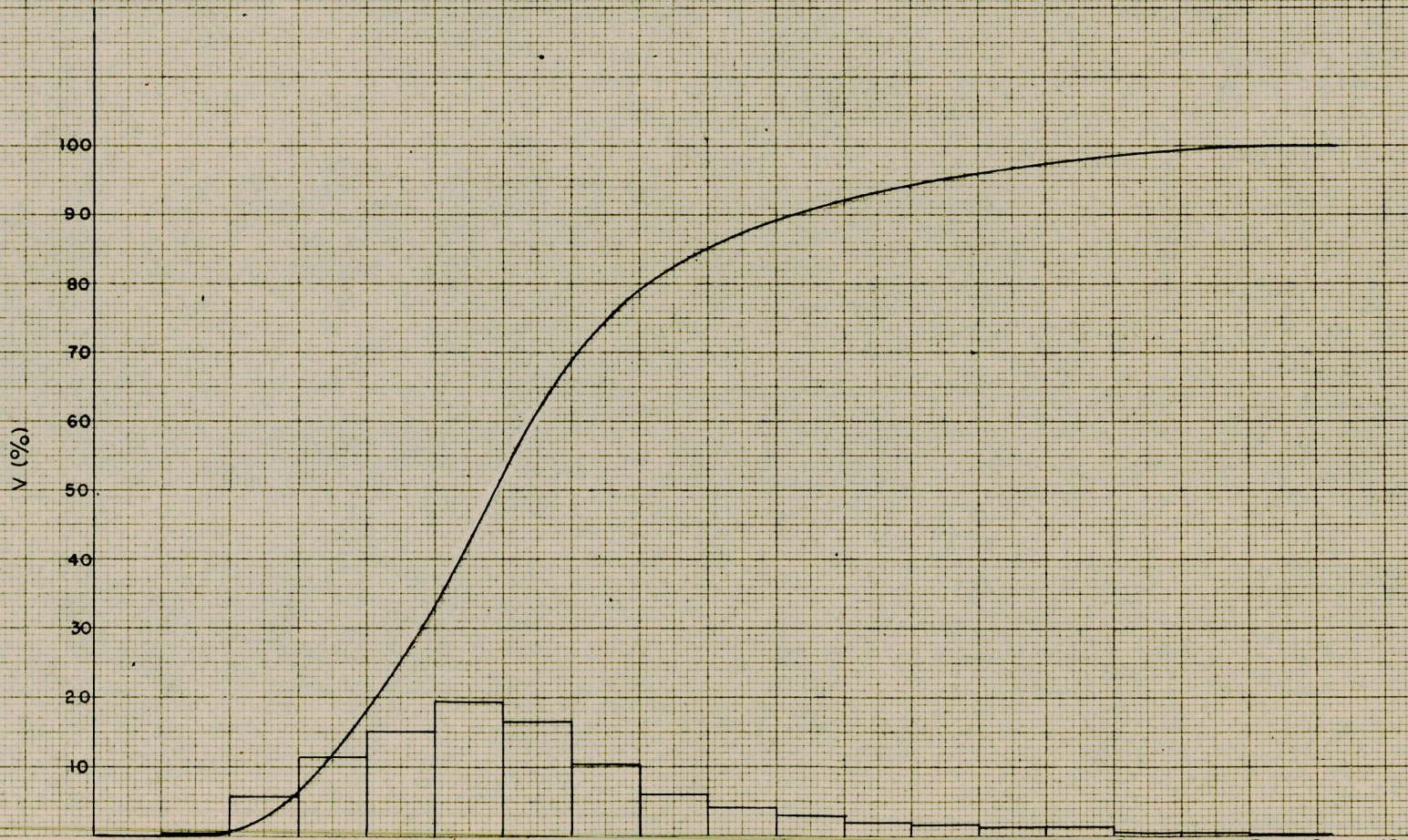
RIO AROA en El Hacha

Gráfico de Distribución



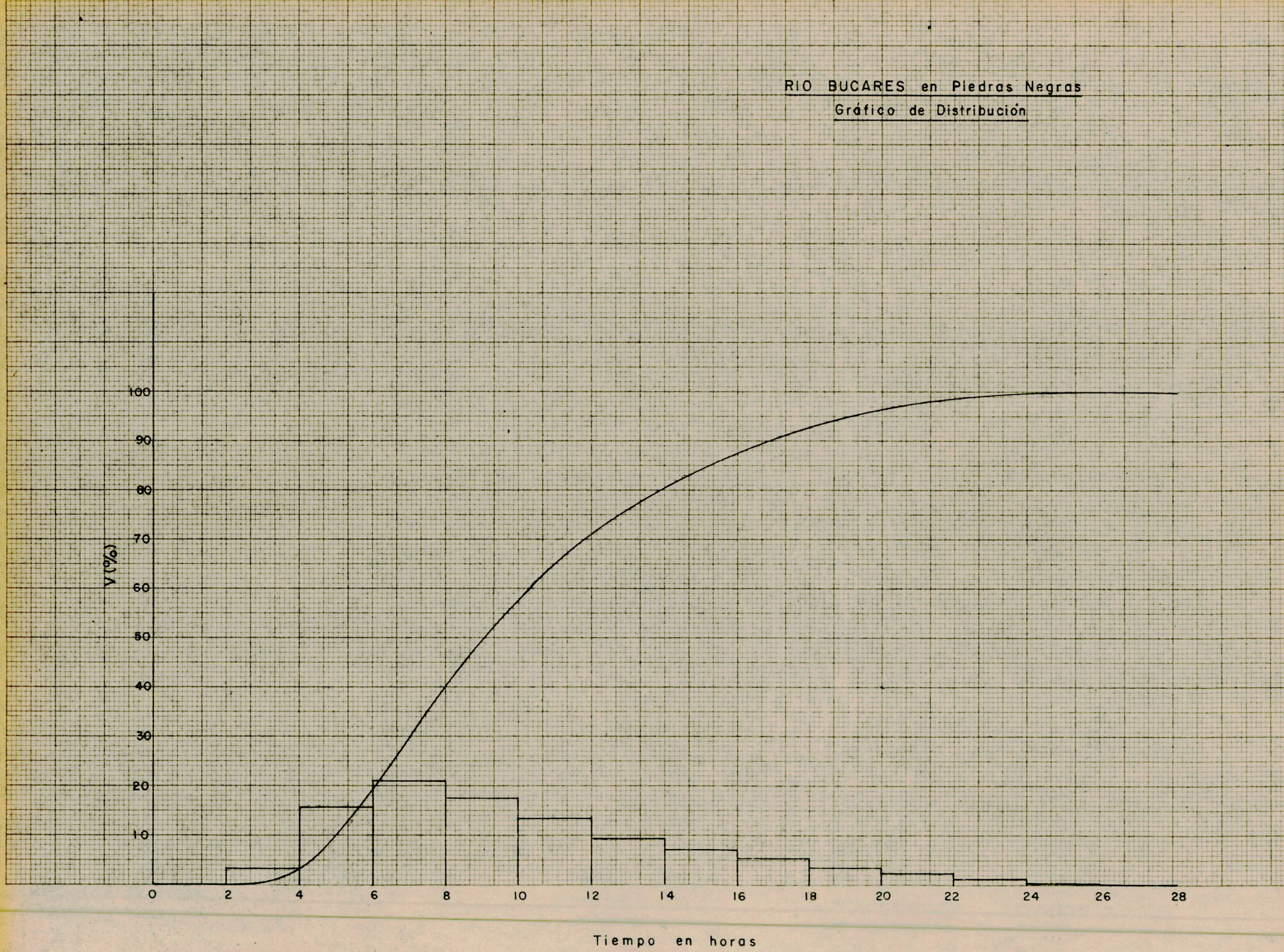
RIO BOCONO en Peña Larga

Gráfico de Distribución



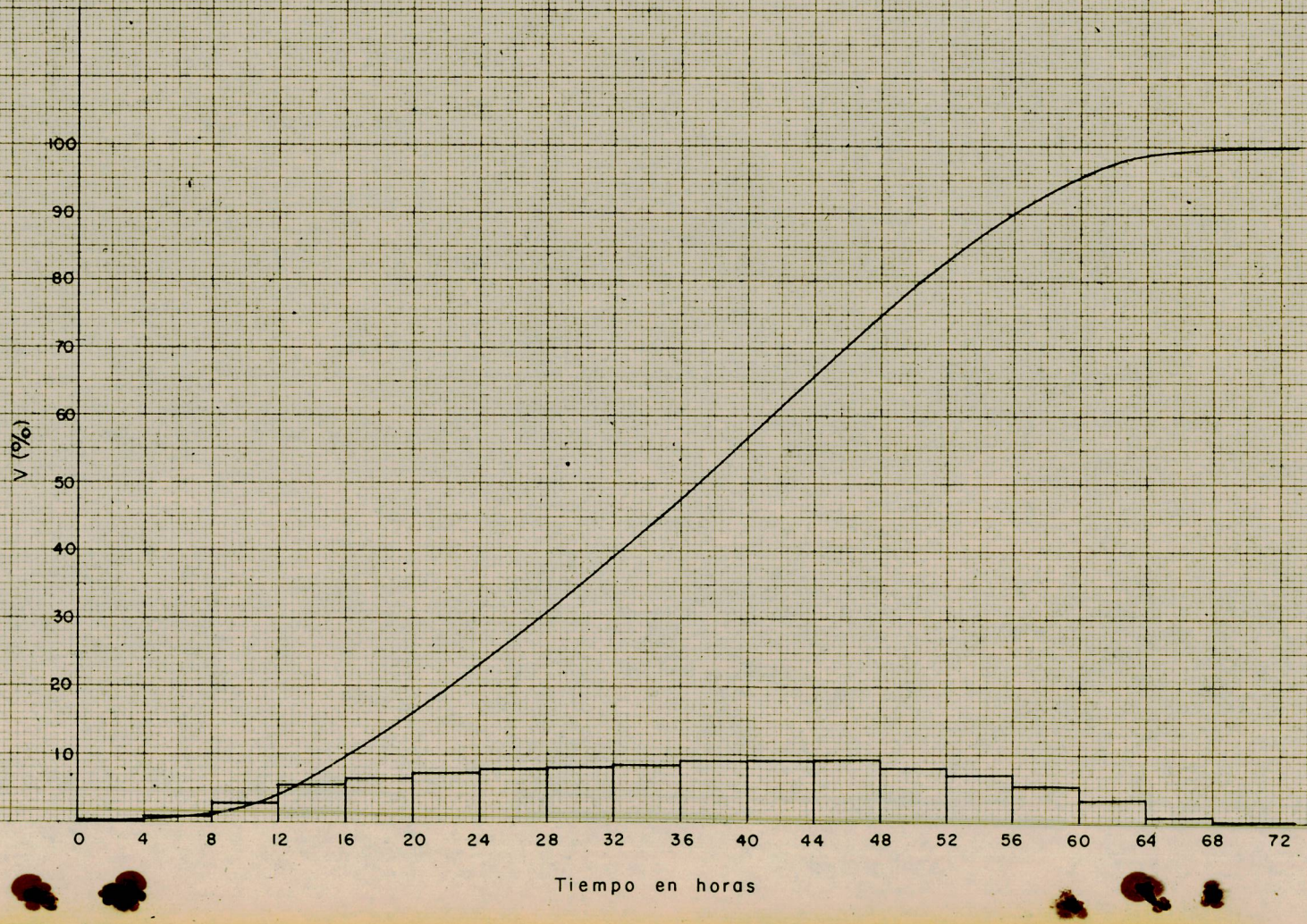
RIO BUCARES en Piedras Negras

Gráfico de Distribución



RIO CAMORUCO en Sitio de Presa

Gráfico de Distribución



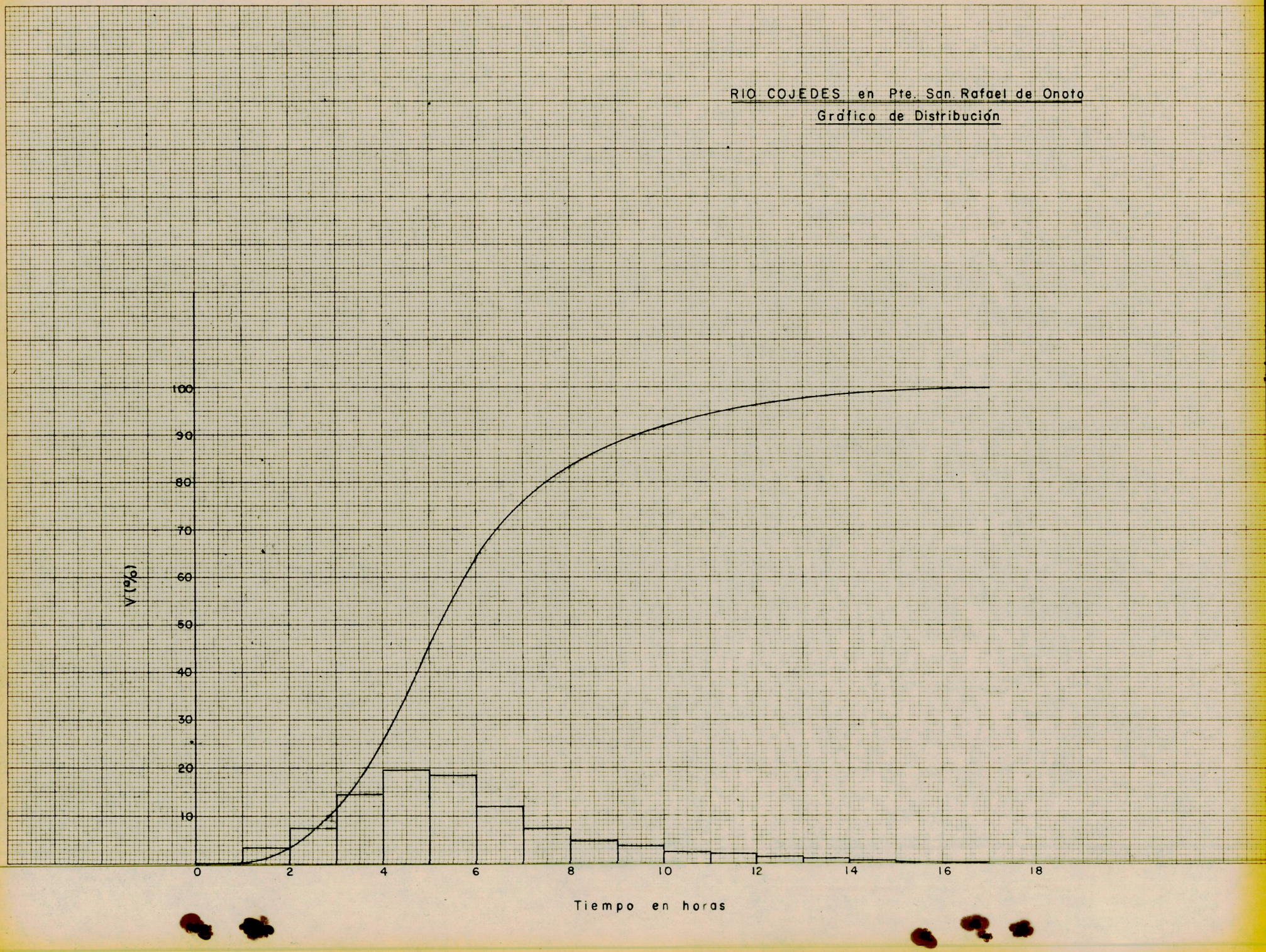
RIO CARINICUAO en El Negro

Gráfico de Distribución



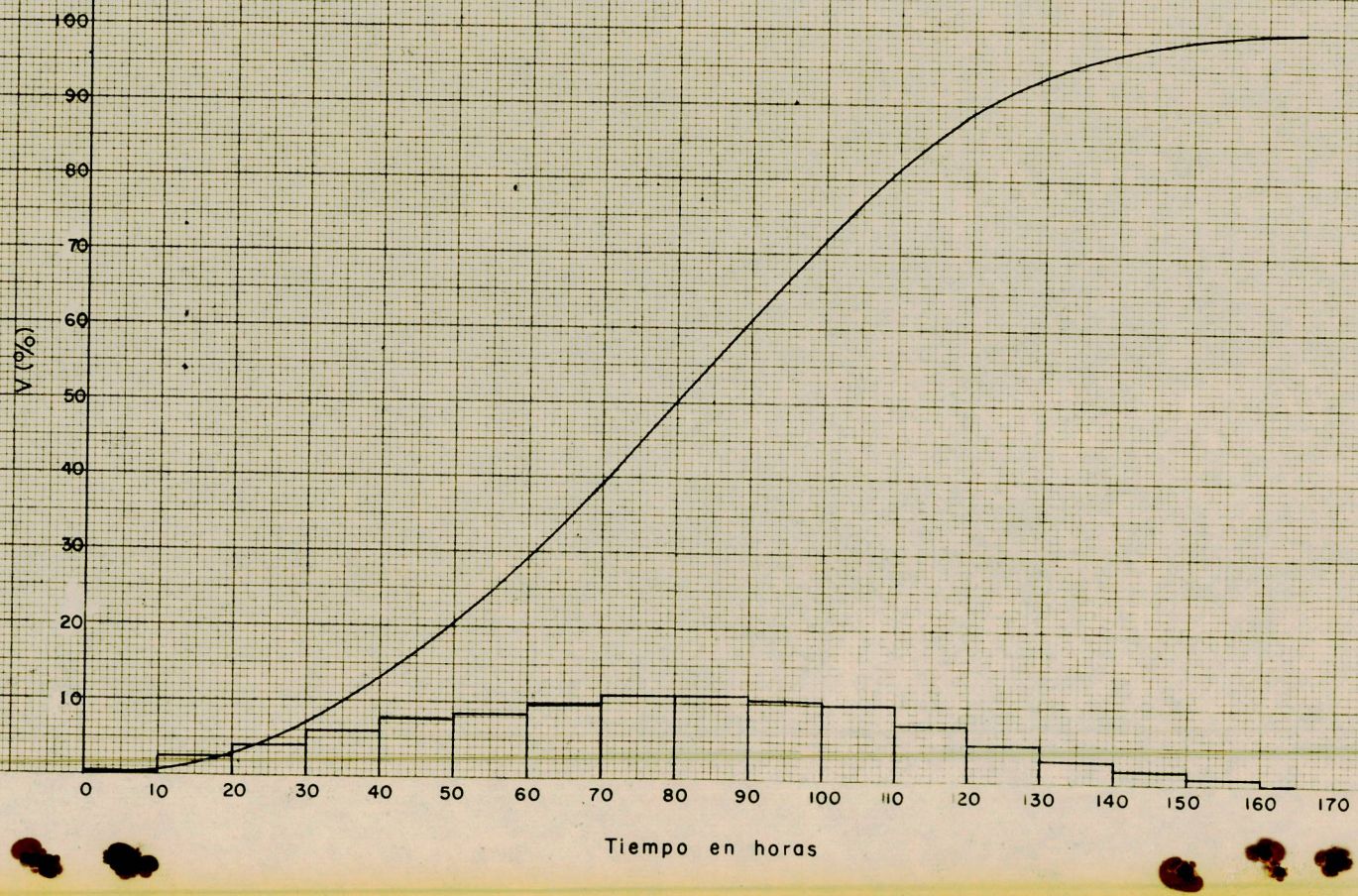
RIO COJEDES en Pte. San Rafael de Onoto

Gráfico de Distribución



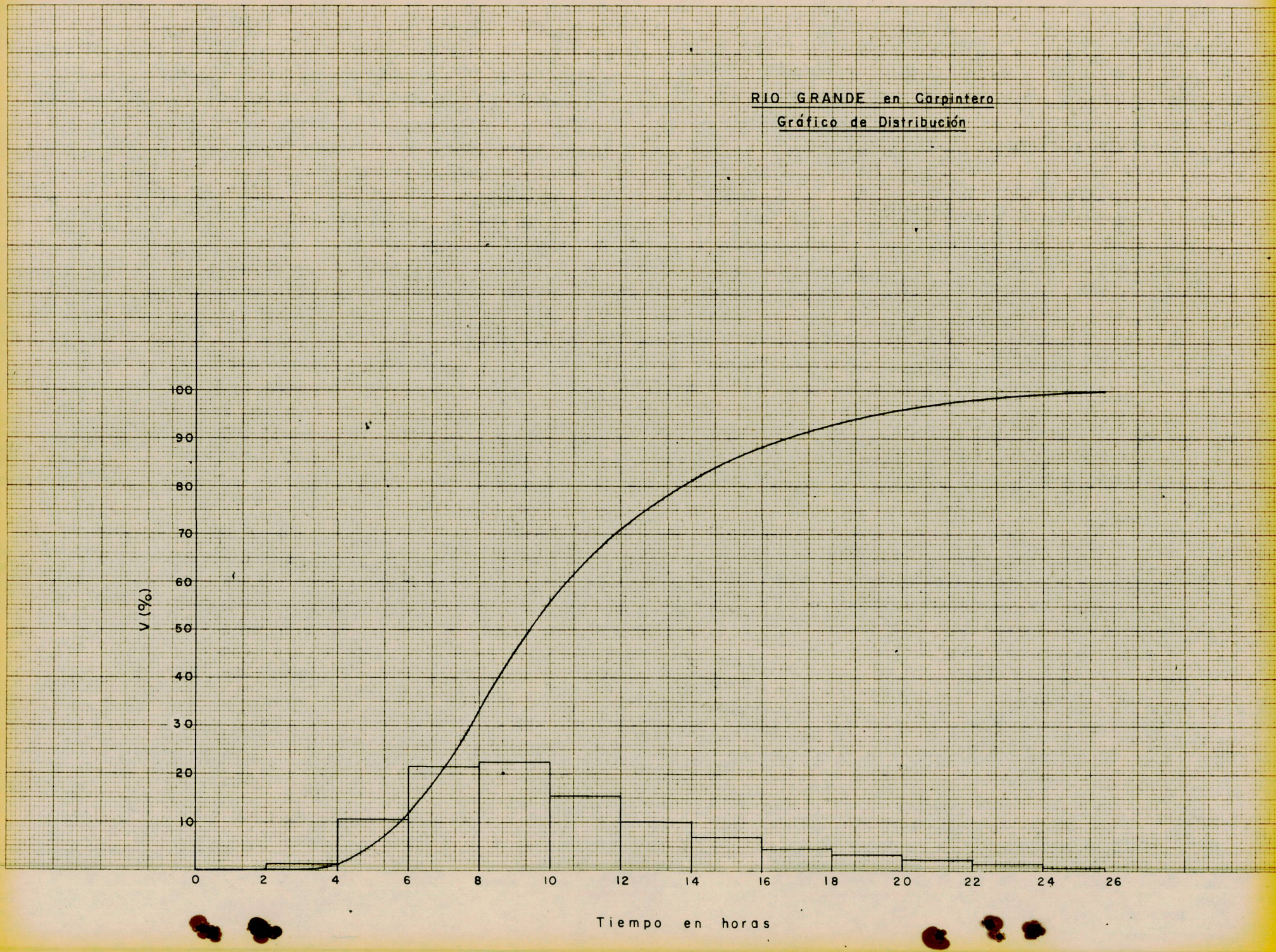
RIO ESCALANTE en Ferreira

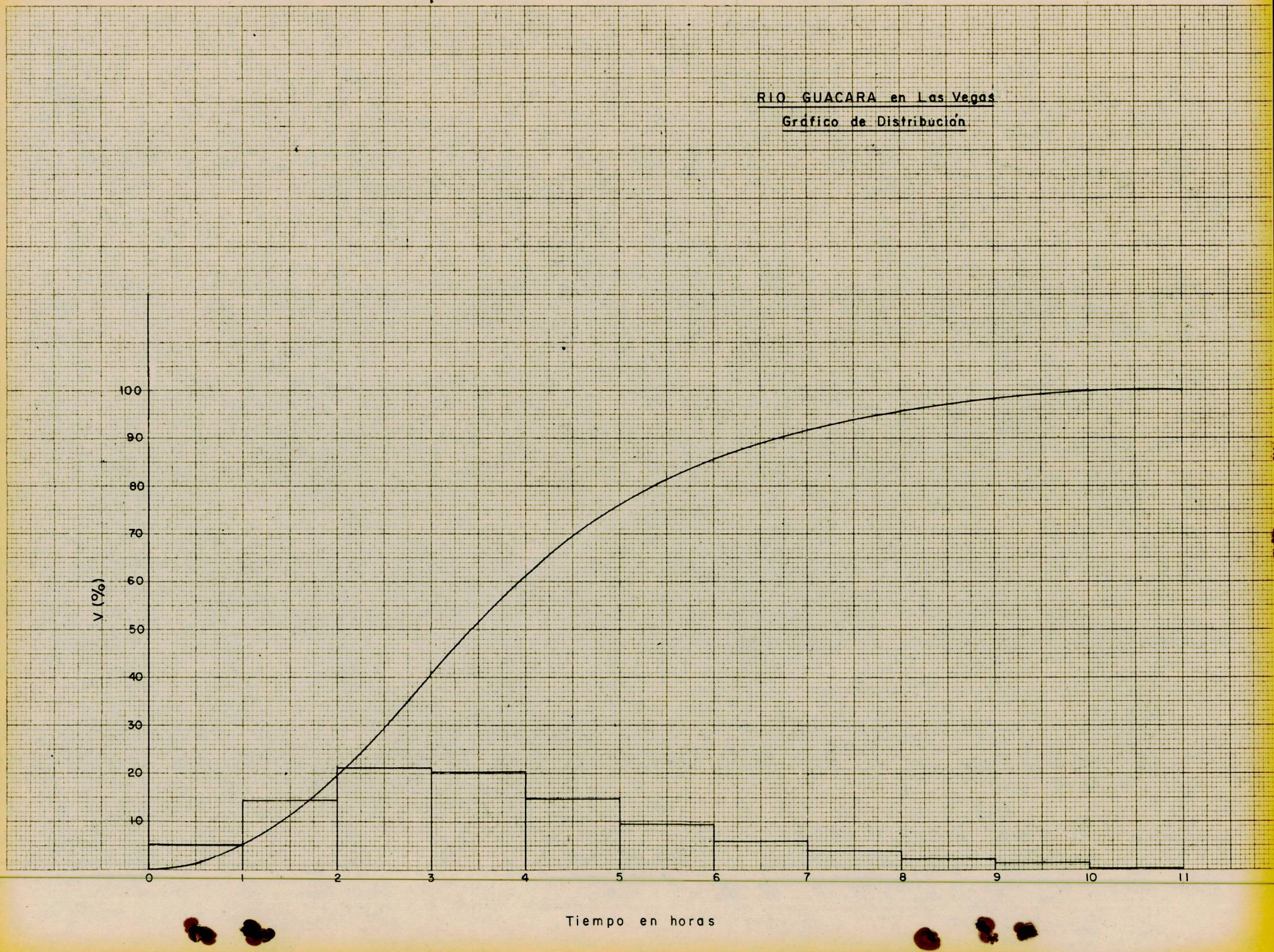
Gráfico de Distribución



RIO GRANDE en Carpintero

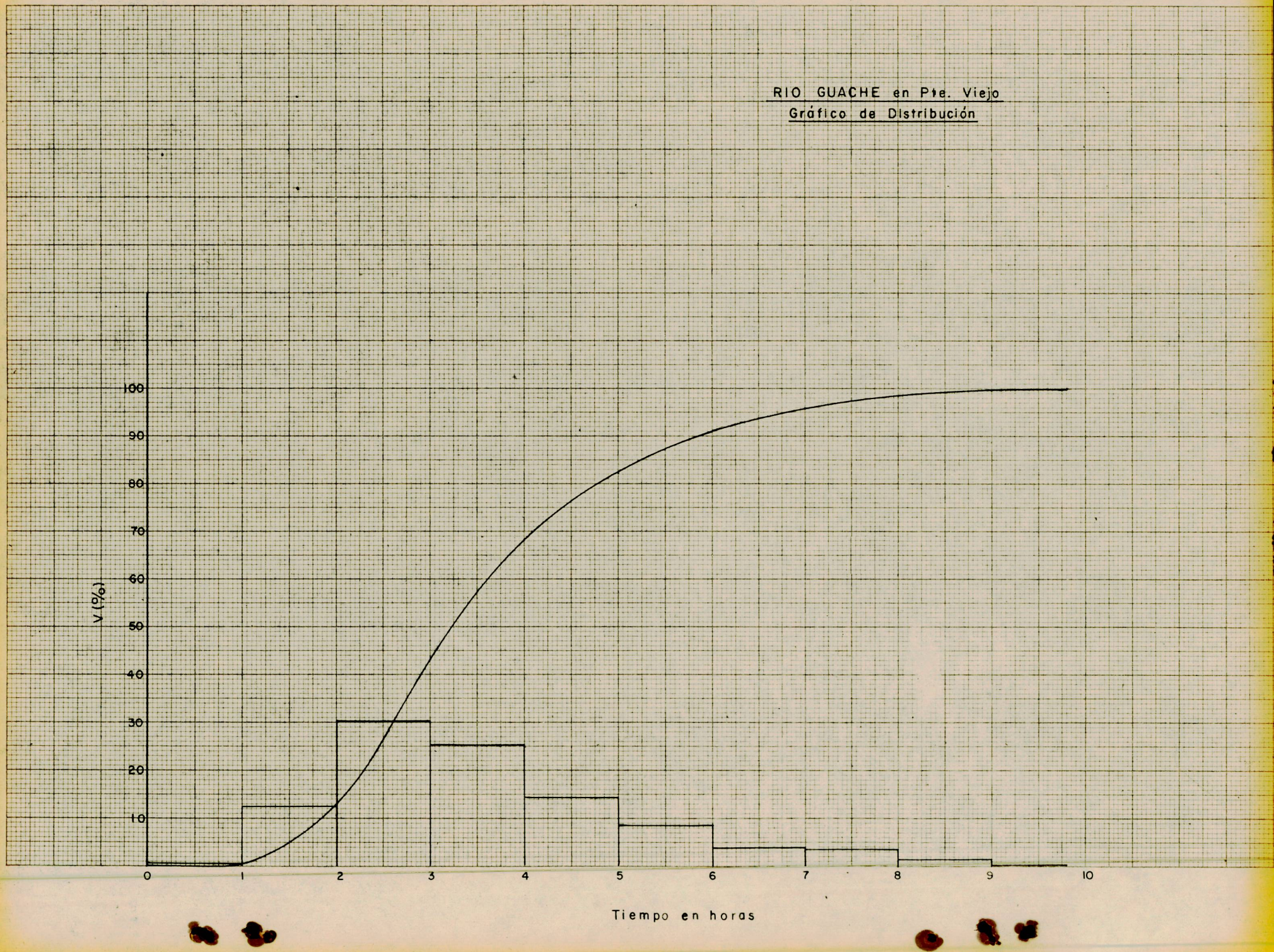
Gráfico de Distribución

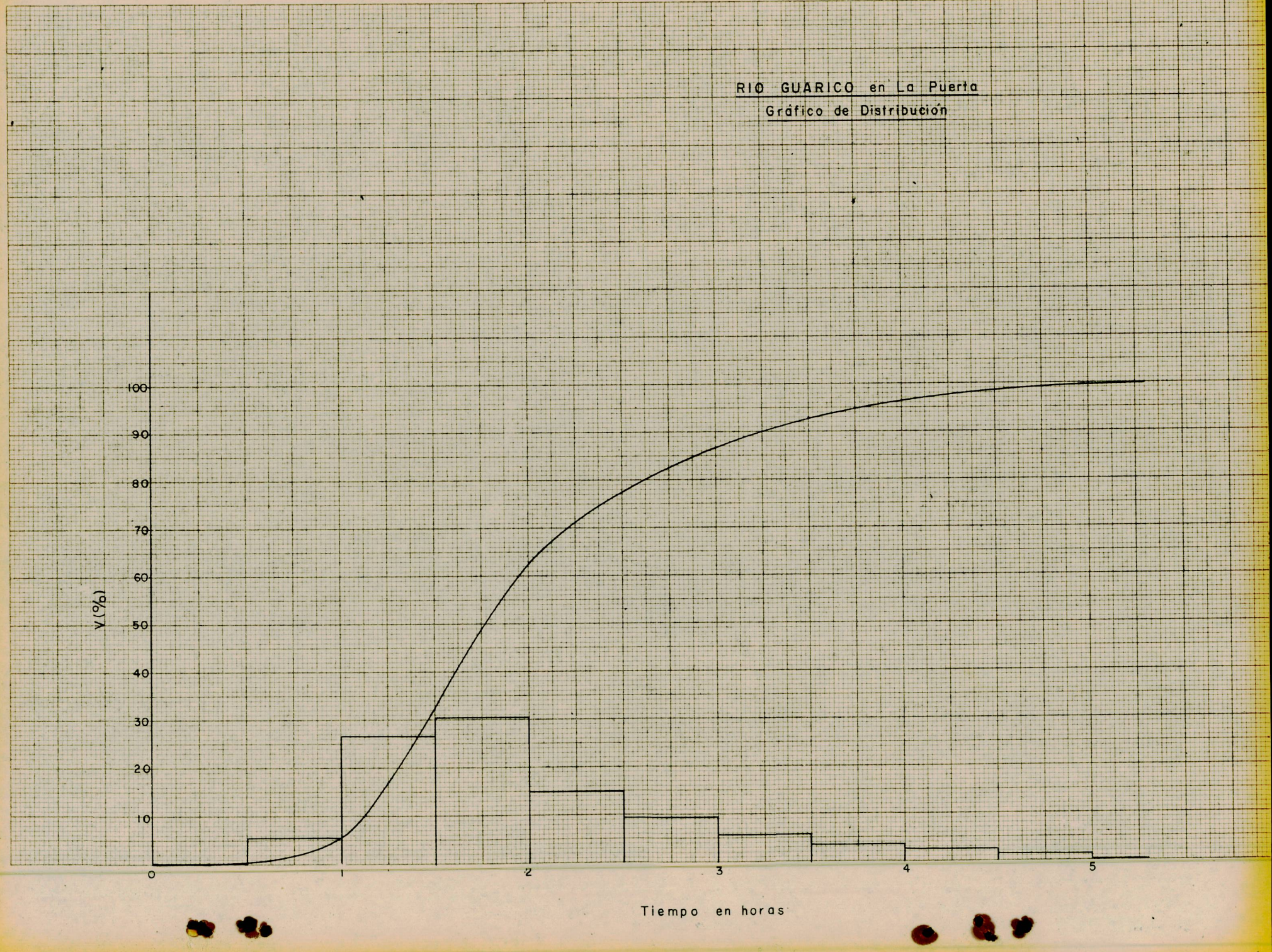



RIO GUACARA en Las Vegas
Gráfico de Distribución
V (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Tiempo en horas

RIO GUACHE en Pte. Viejo

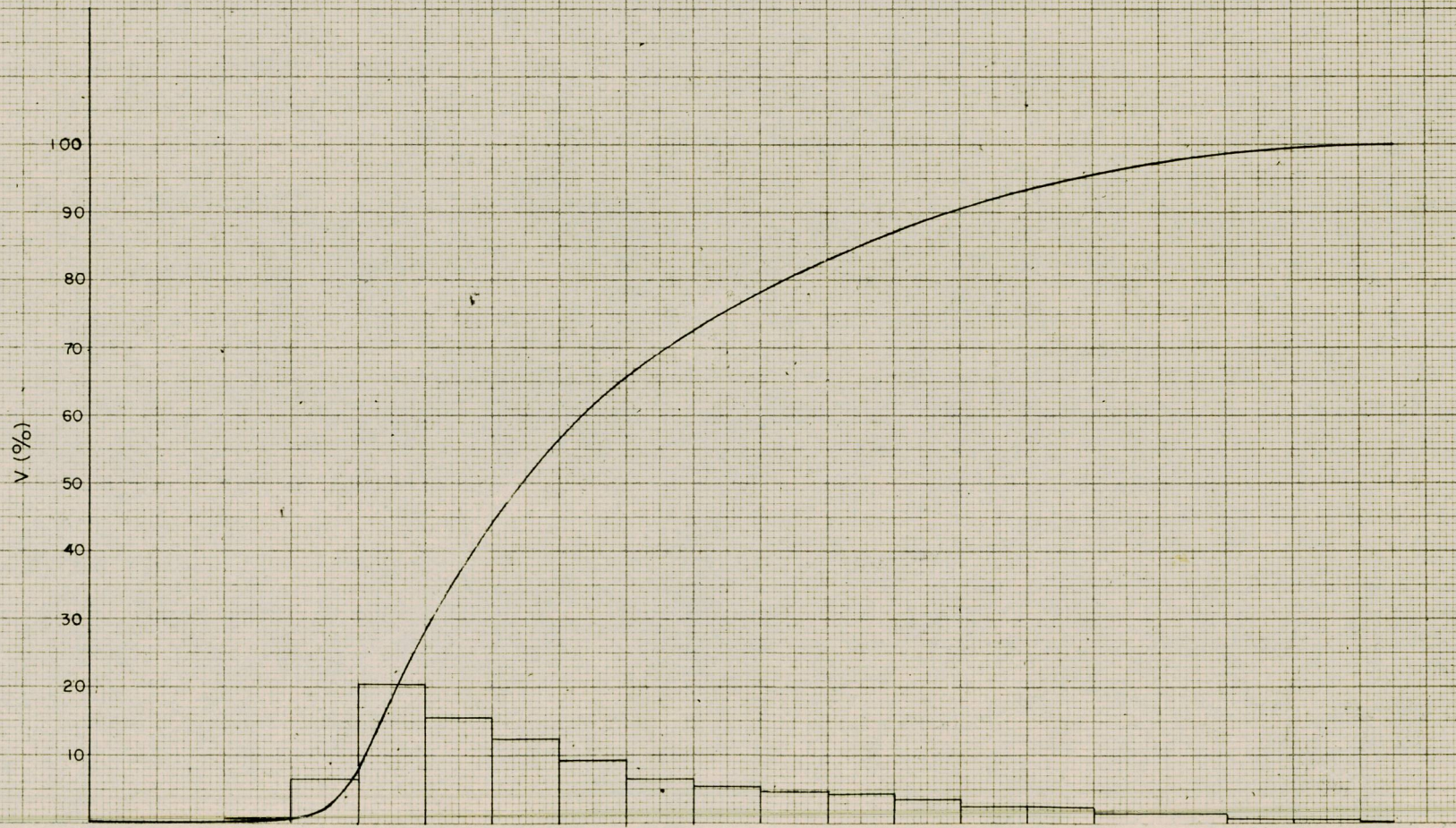
Gráfico de Distribución




RIO GUARICO en La Puerta
Gráfico de Distribución
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
V(%)
0
1
2
3
4
5
Tiempo en horas

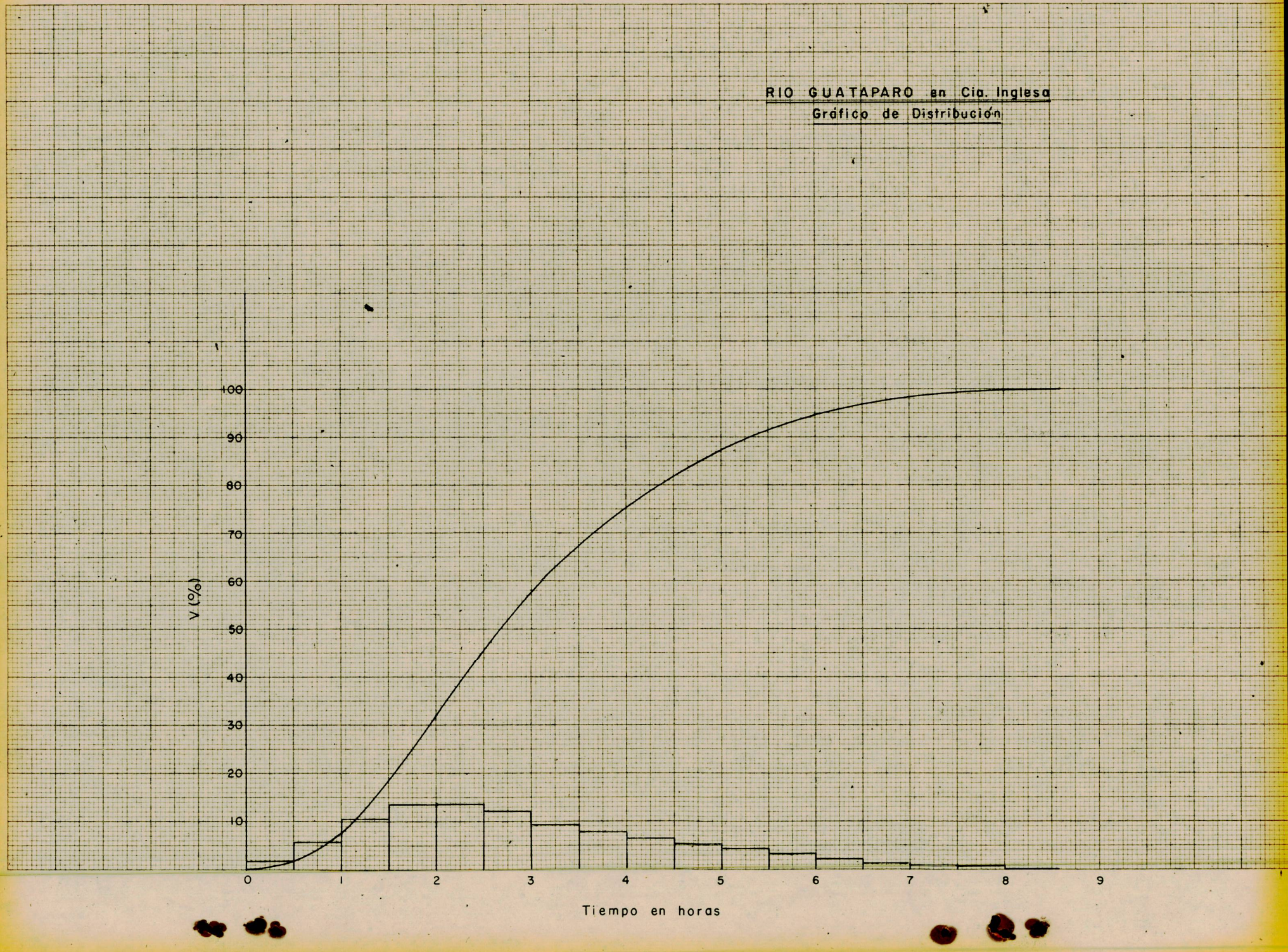
RIO GUARICO en Boca de Cagua

Grafico de Distribucion



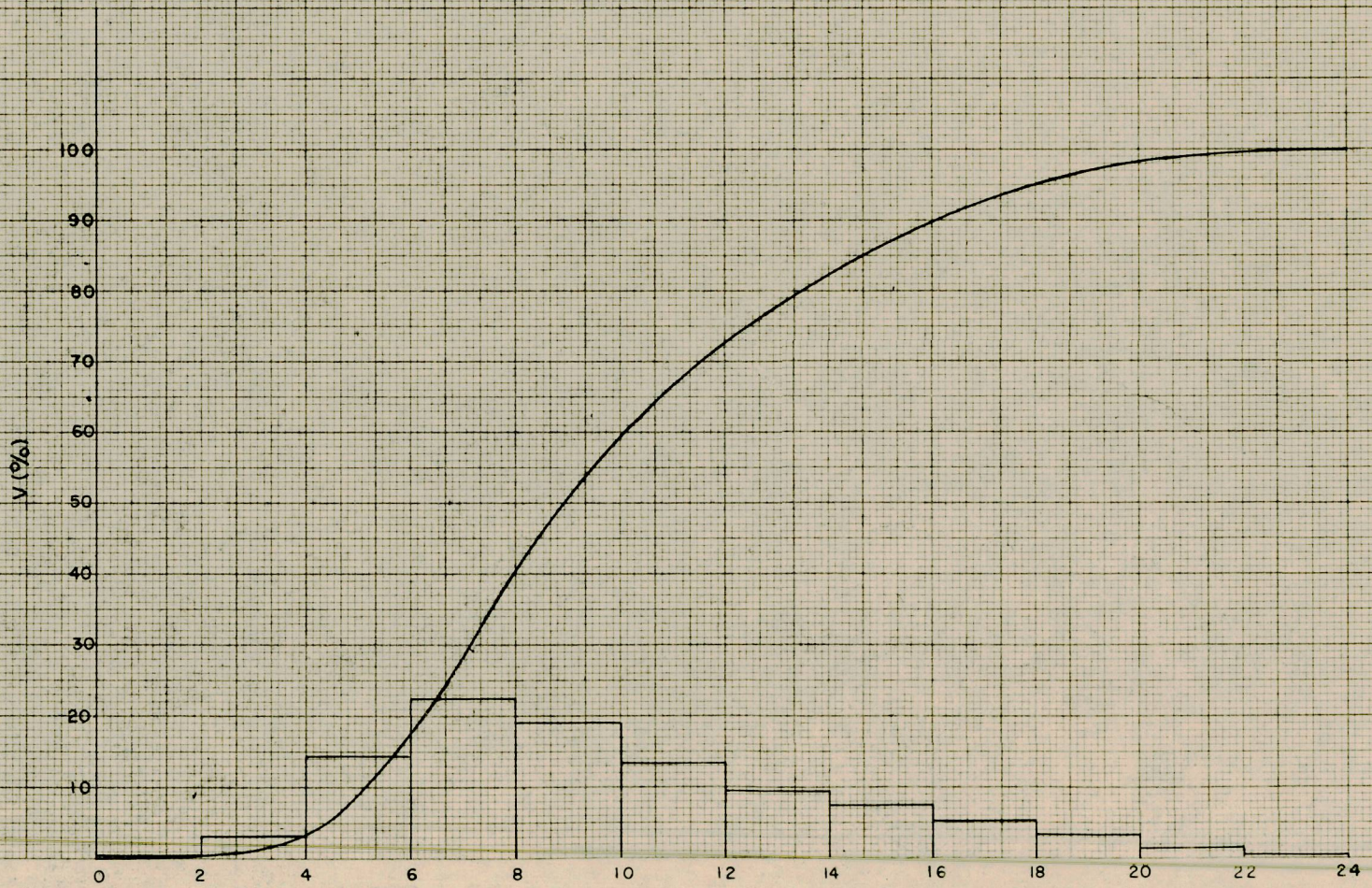
RIO GUATAPARO en Cia. Inglesa

Gráfico de Distribución



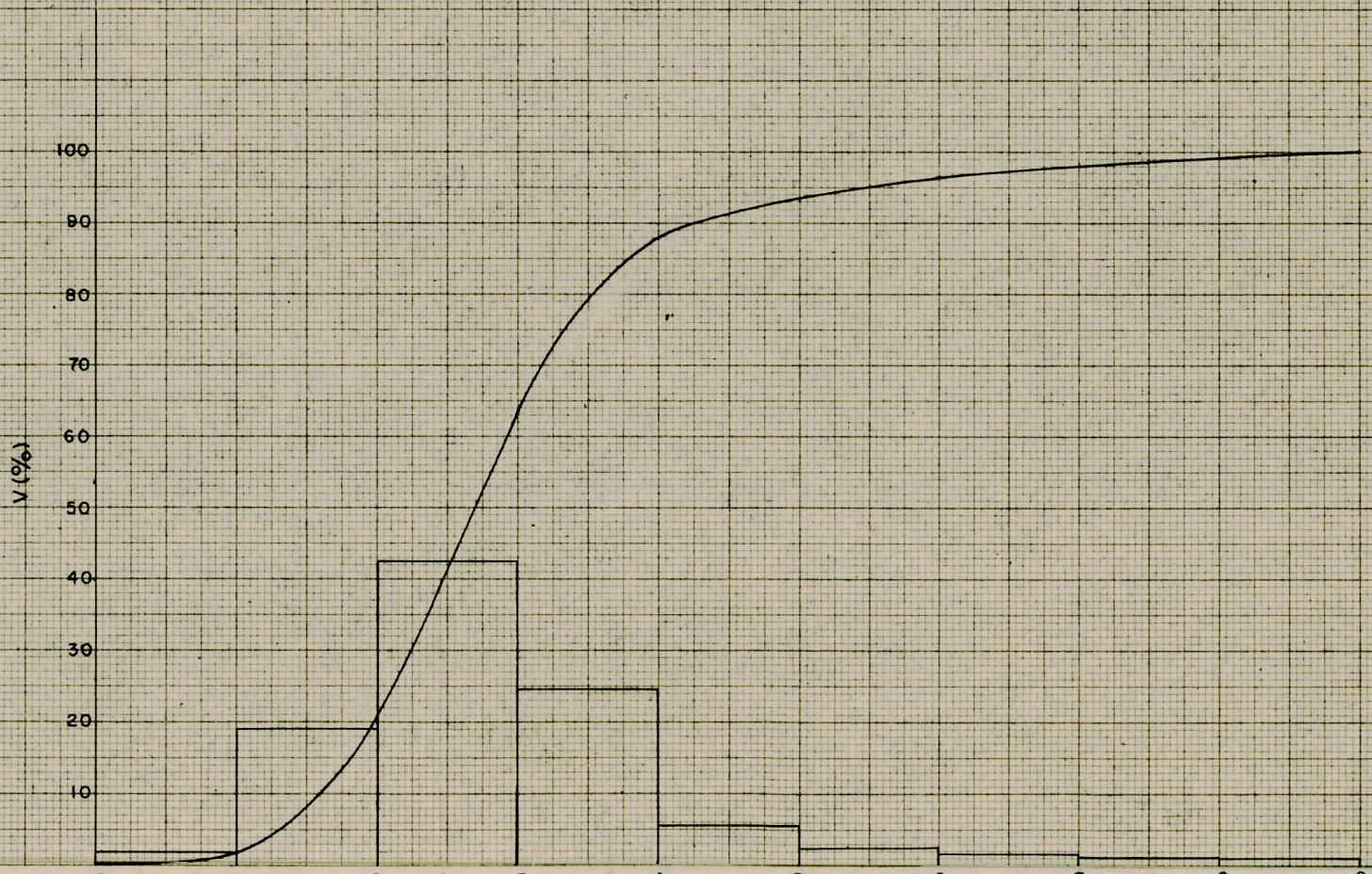
RIO LAS MARIAS en Pte. Las Marias

Gráfico de Distribución



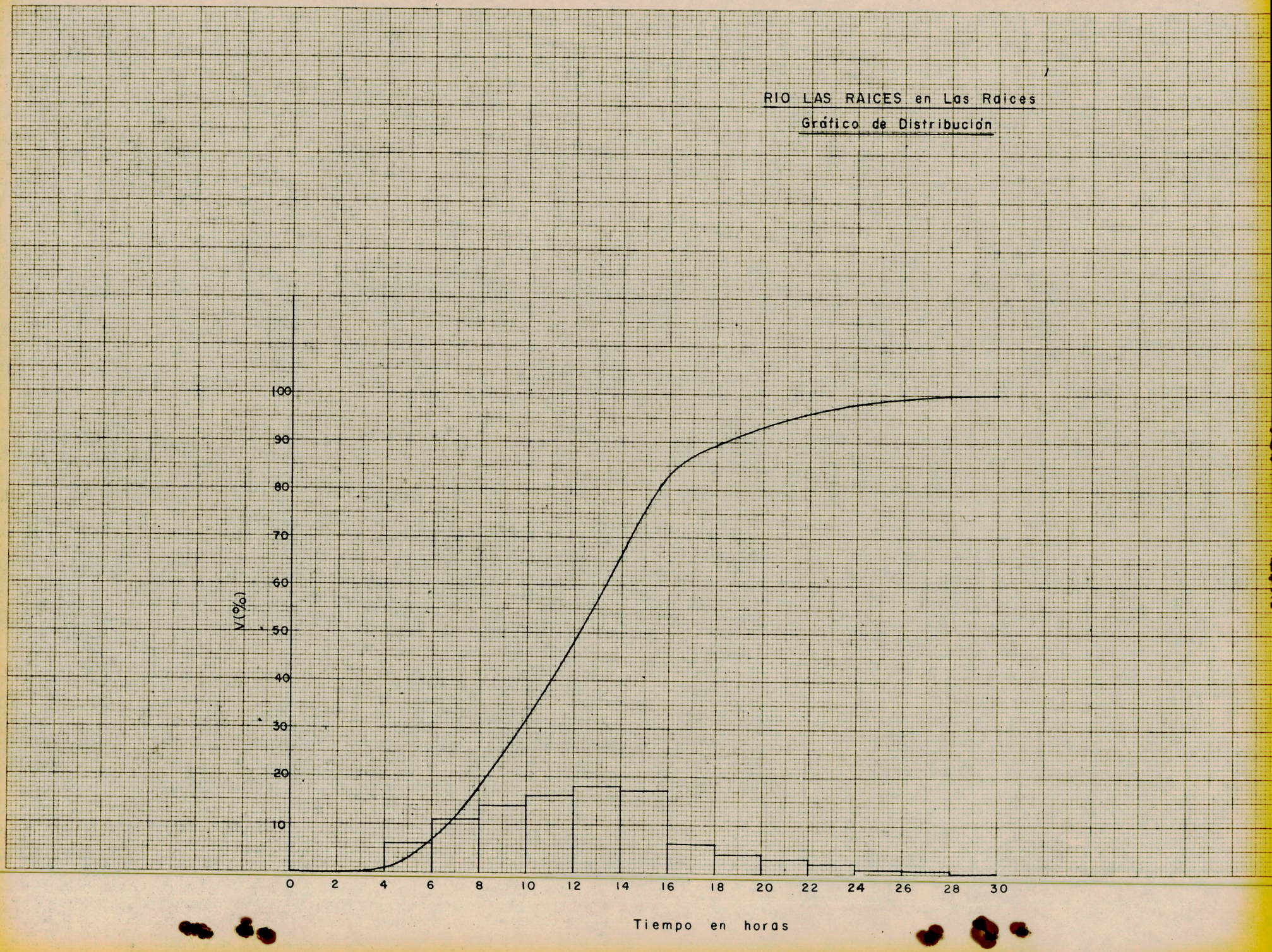
RIO LAS MINAS en Barrancón

Gráfico de Distribución



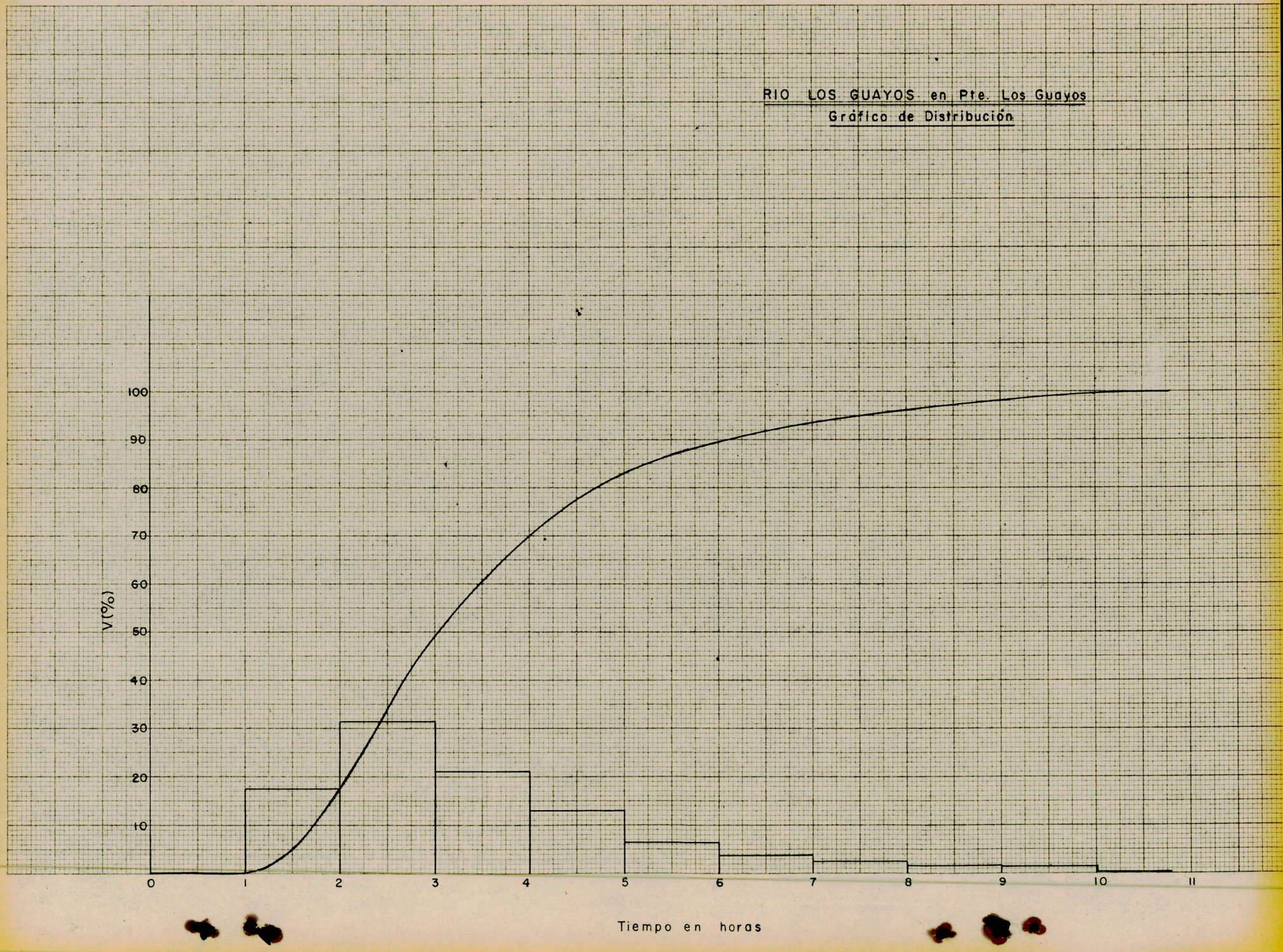
RIO LAS RAICES en Las Raices

Grafico de Distribución



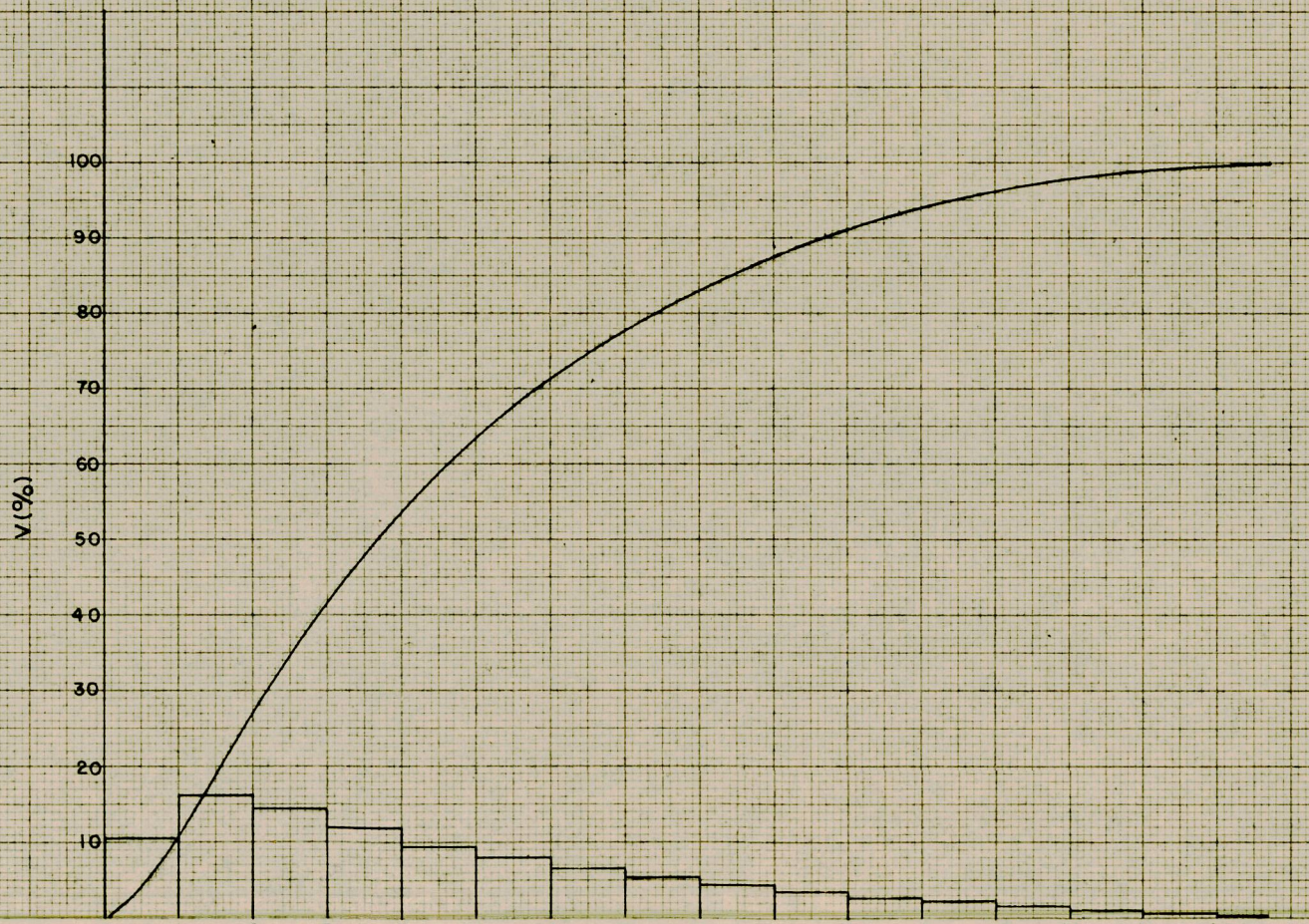
RIO LOS GUAYOS en Pte. Los Guayos

Gráfico de Distribución



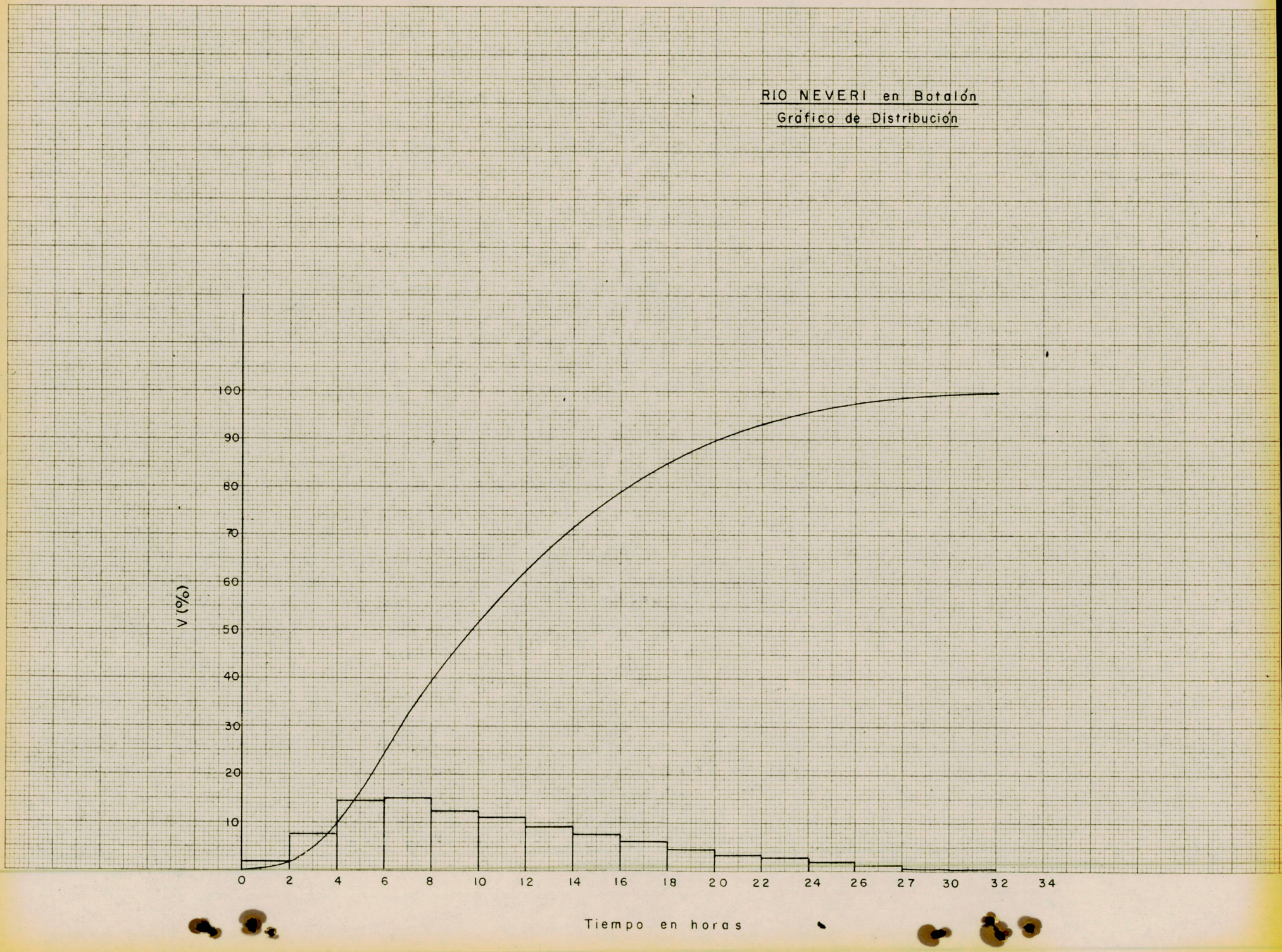
RIO MASPARRO en Pte Masparro

Gráfico de Distribución



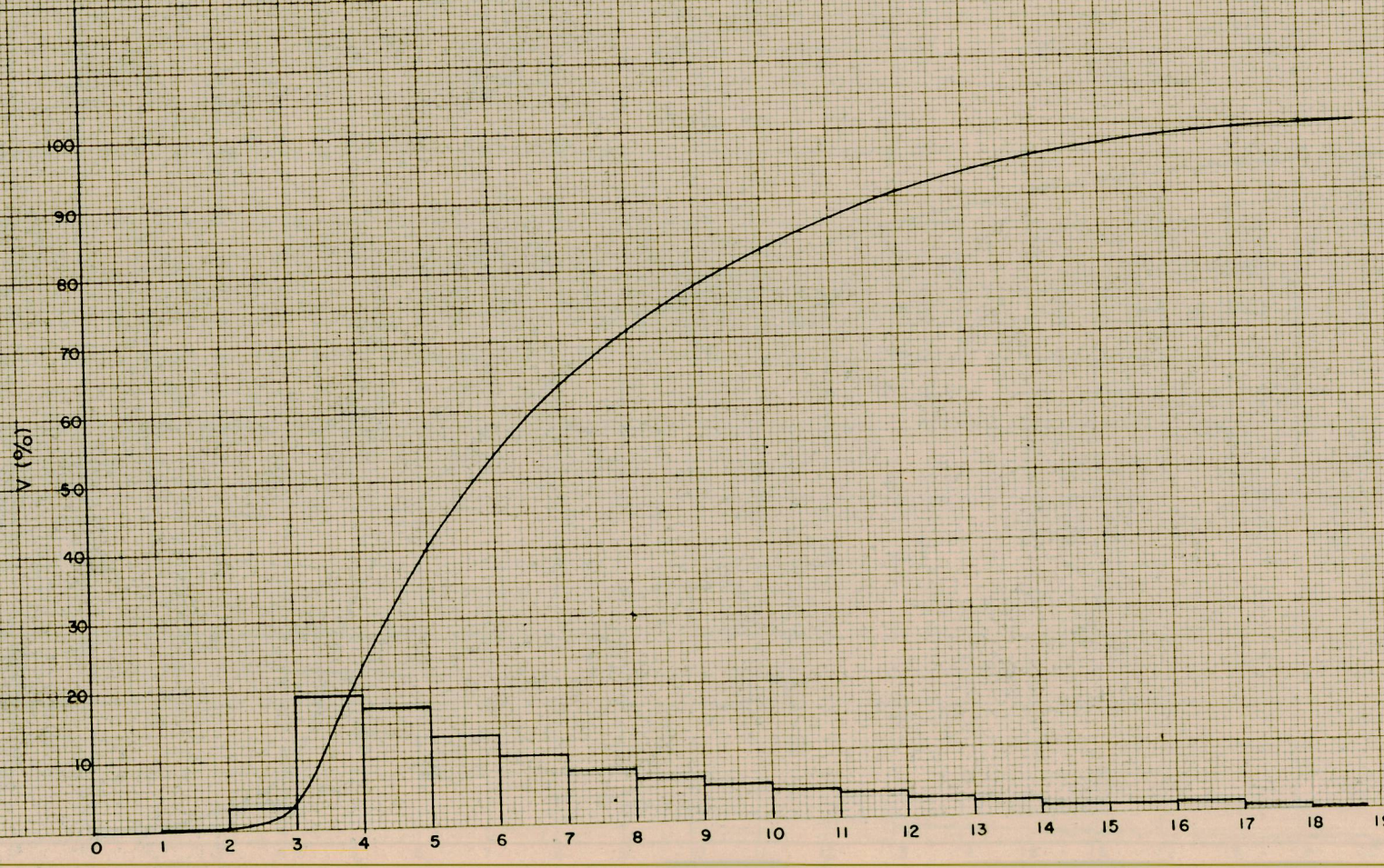
RIO NEVERI en Botalón

Gráfico de Distribución



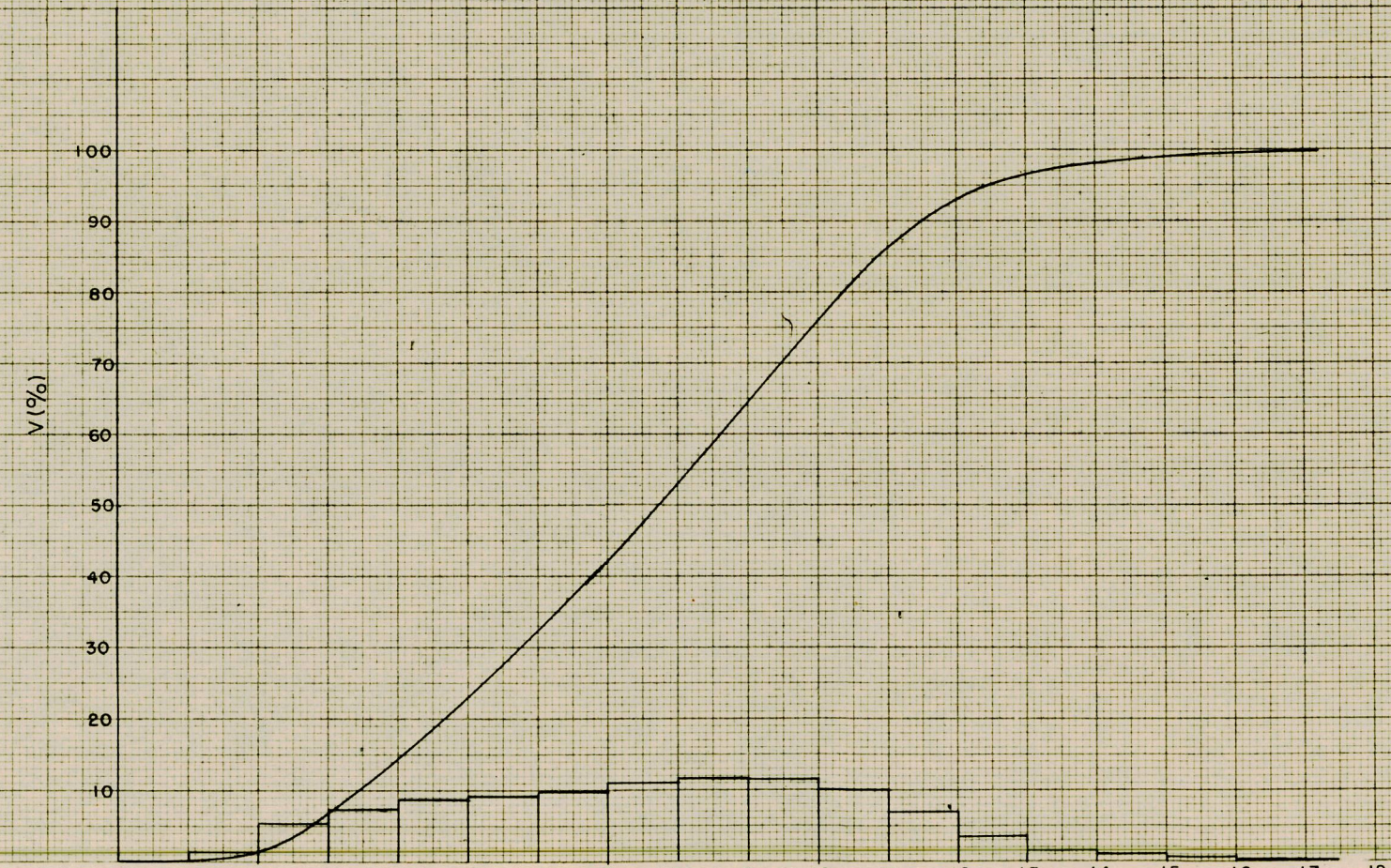
RIO MOTATAN en Agua Viva

Gráfico de Distribución



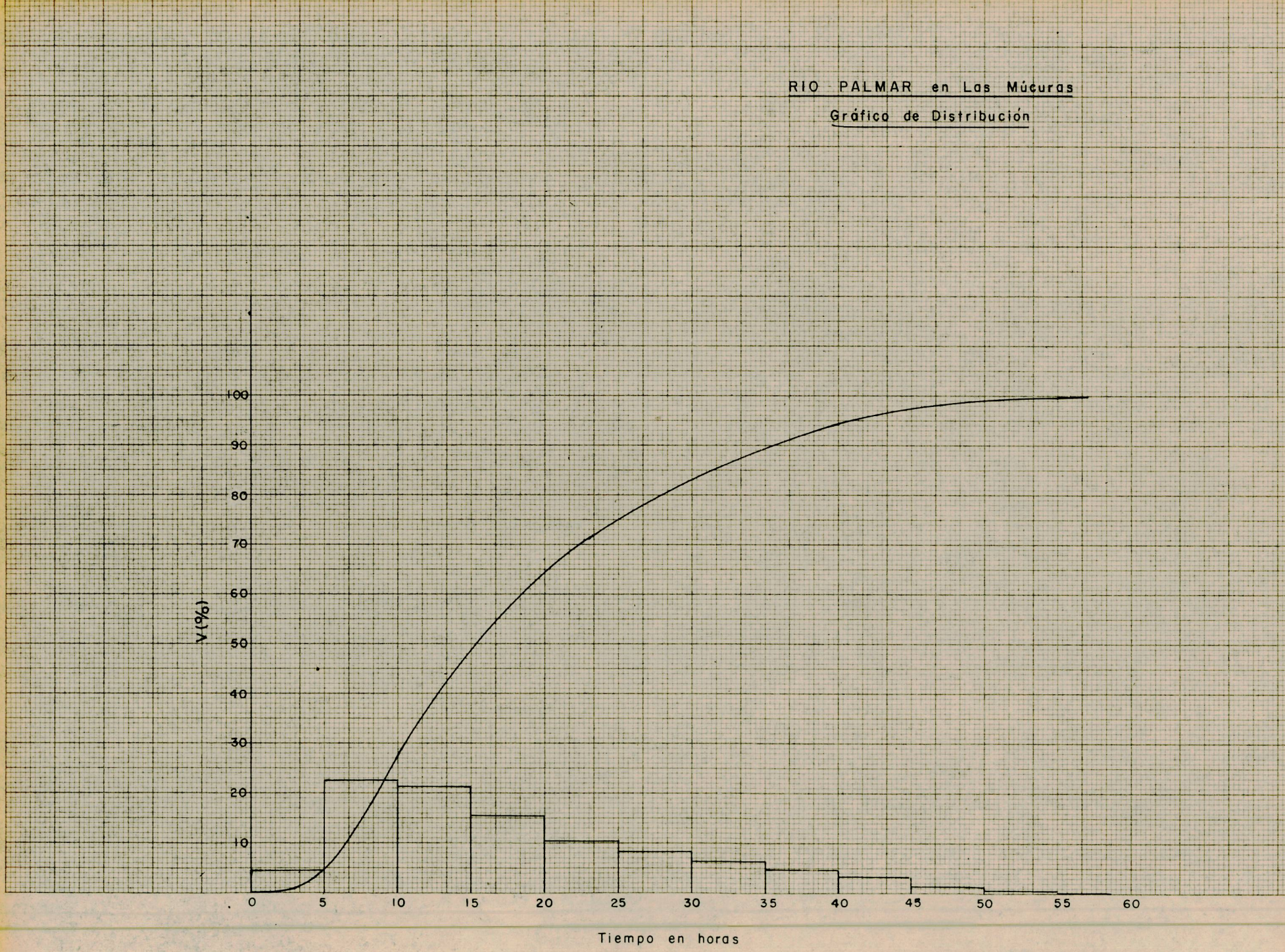
RIO MATICORA en Pte. Don Pancho

Gráfico de Distribución



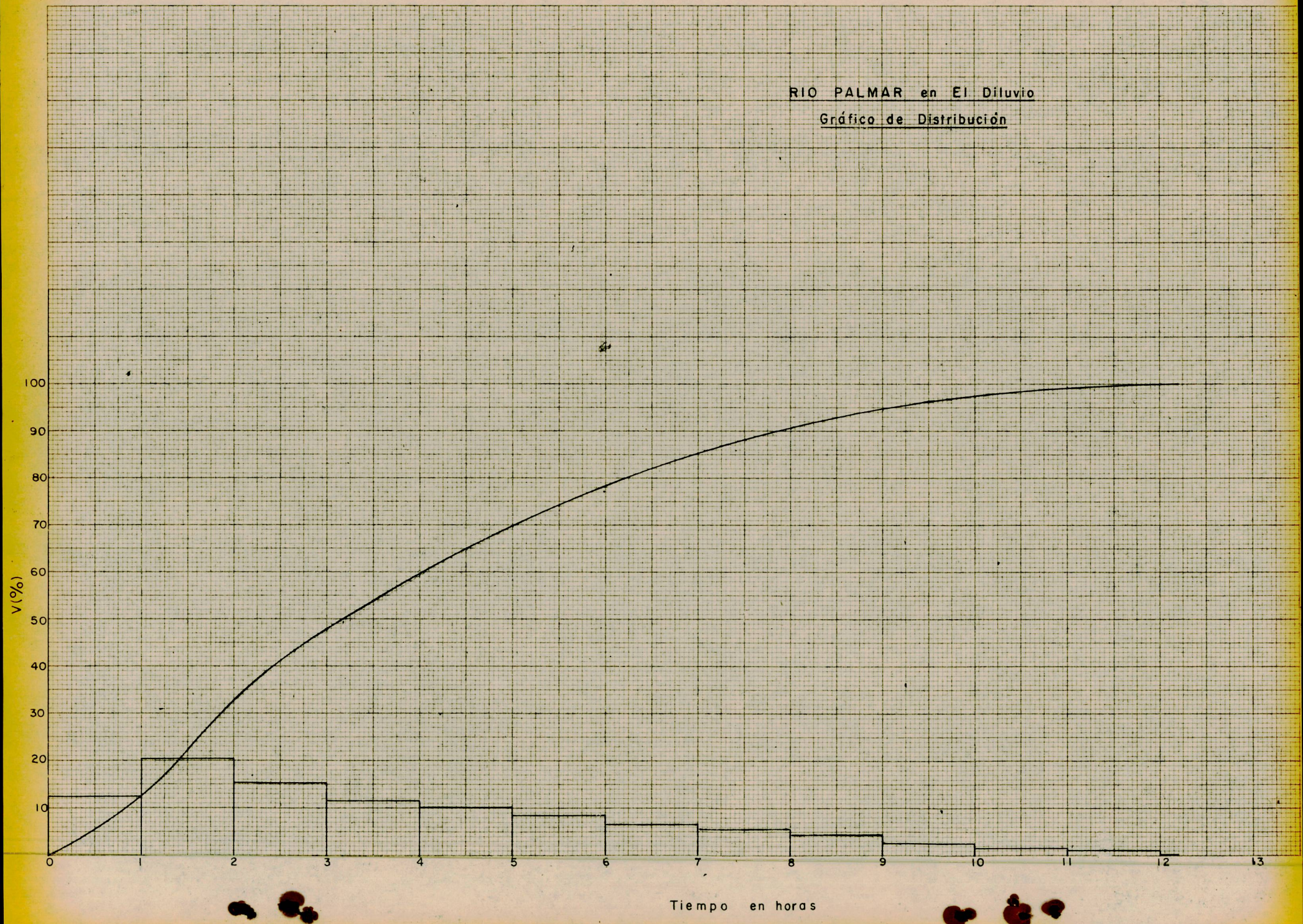
RIO PALMAR en Las Múcuras

Gráfico de Distribución



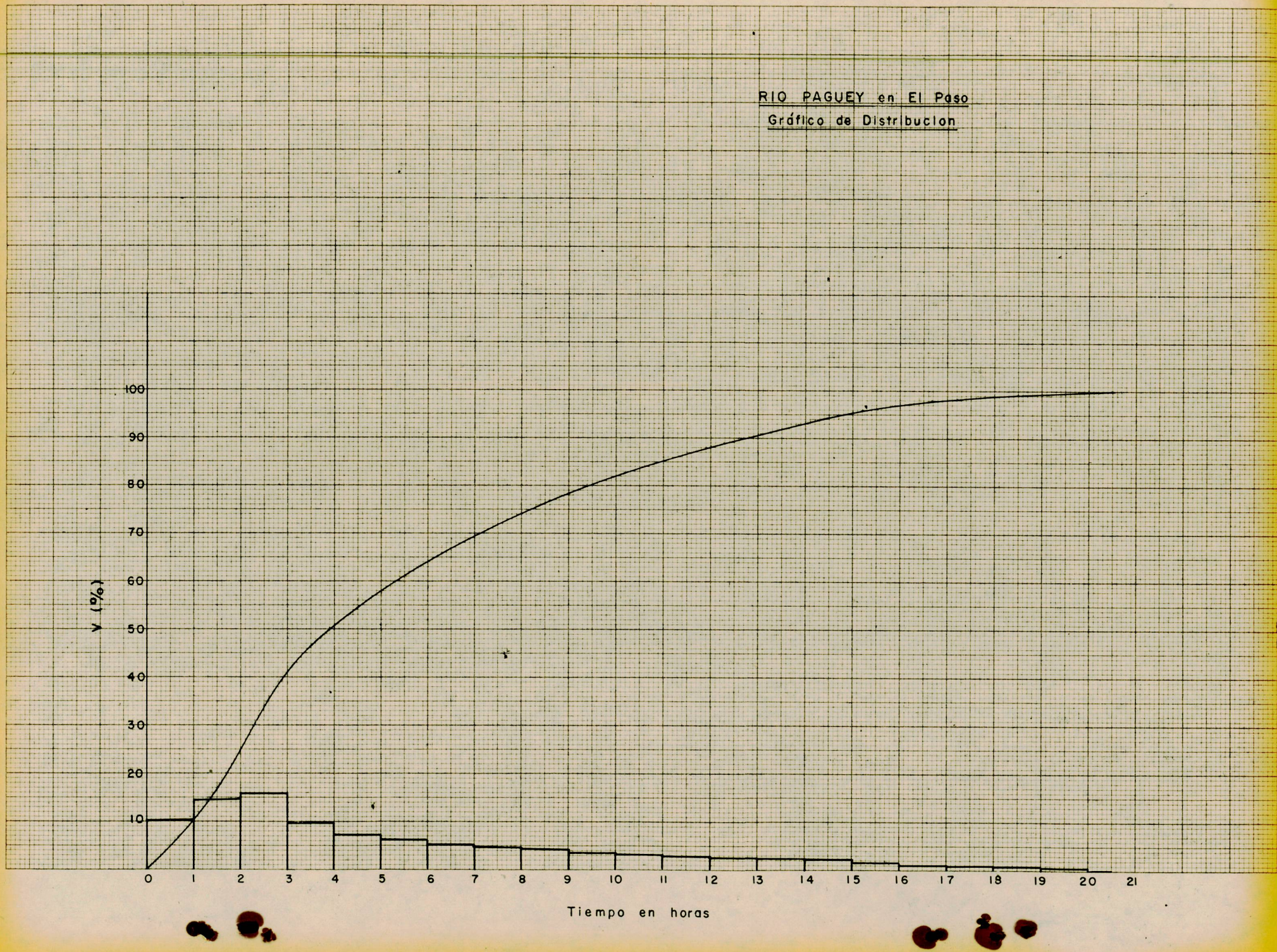
RIO PALMAR en El Diluvio

Gráfico de Distribución



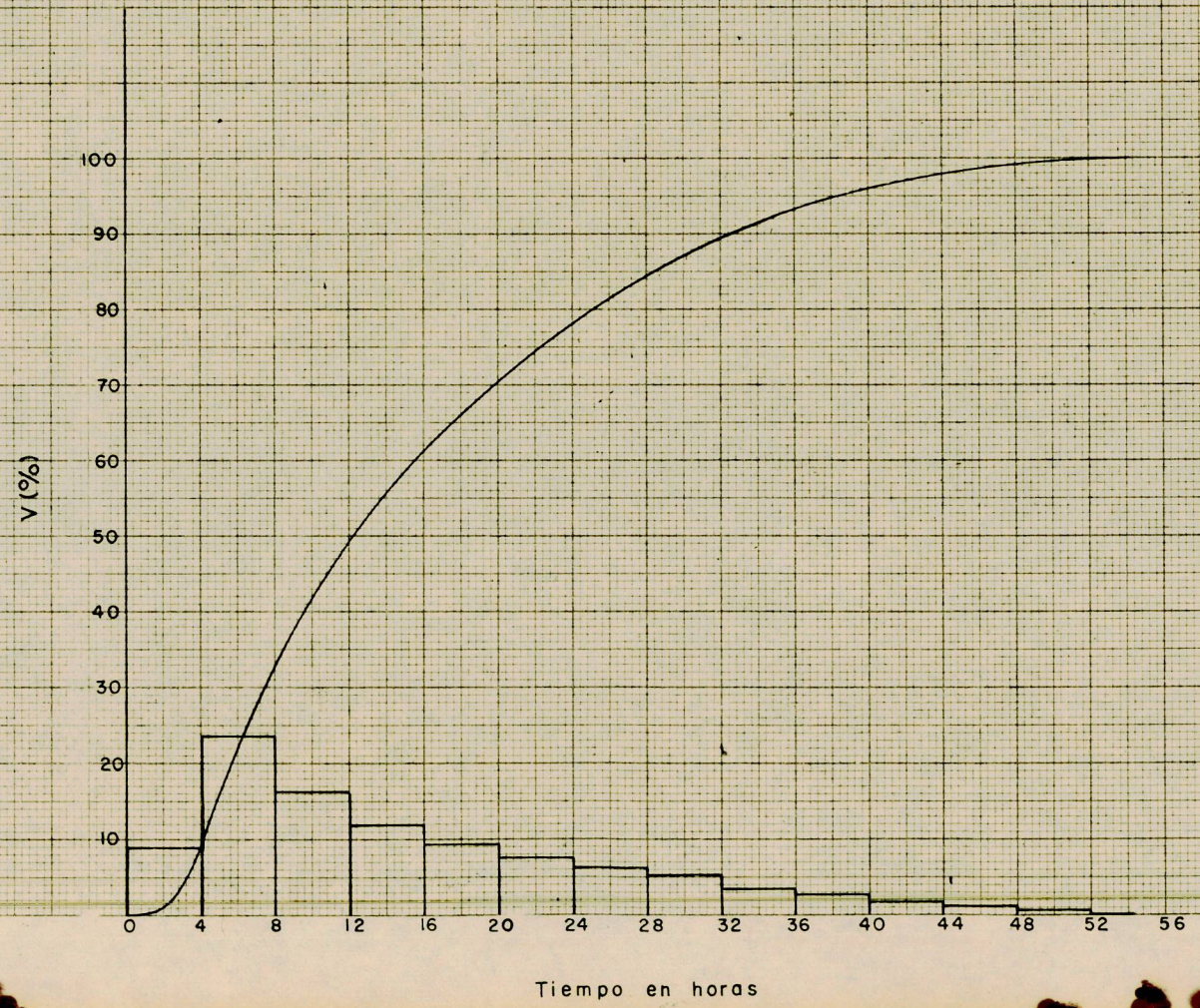
RIO PAGUEY en El Paso

Gráfico de Distribucion



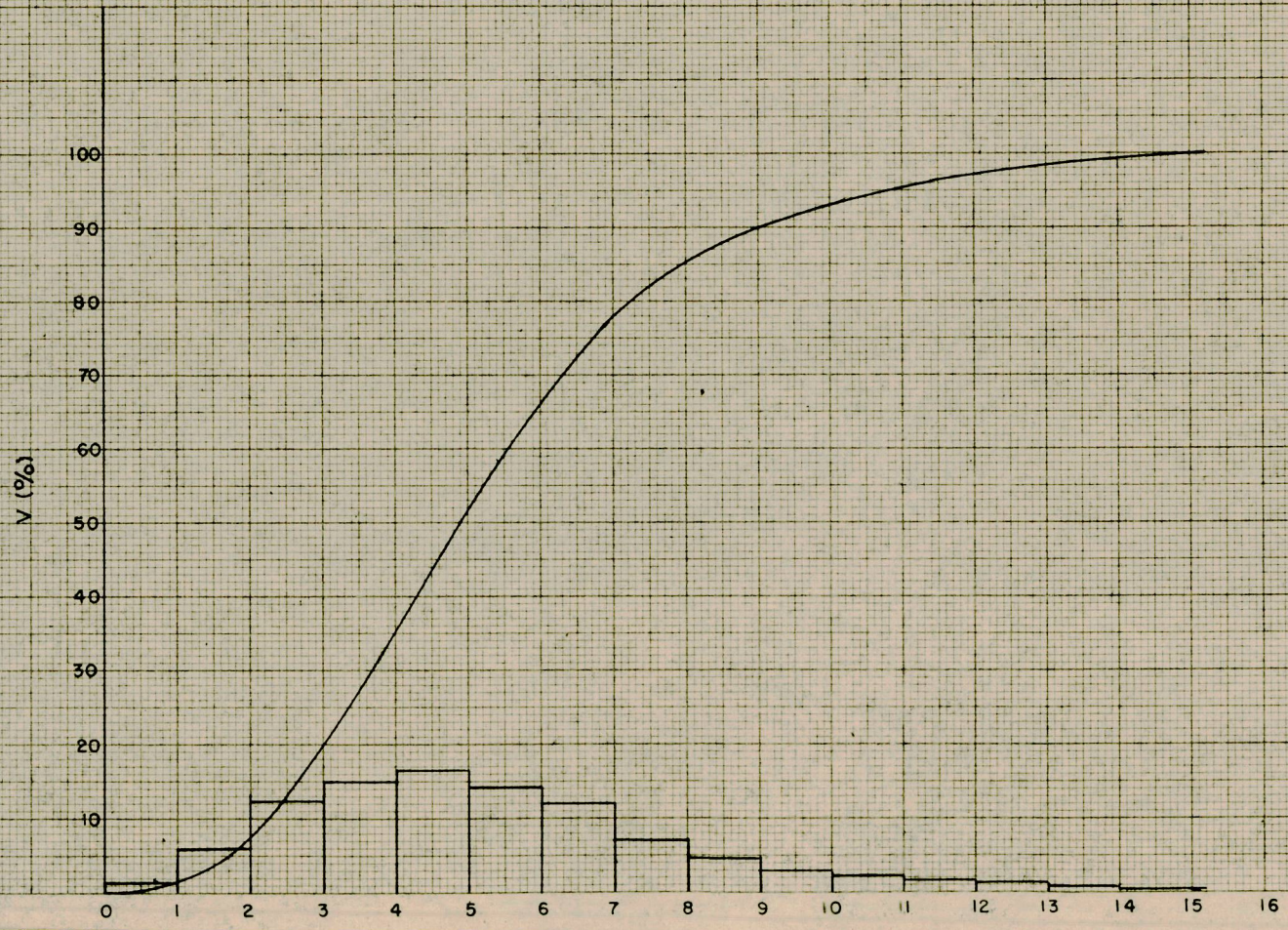
RIO PORTUGUESA en Pte. Portuguesa

Gráfico de Distribución



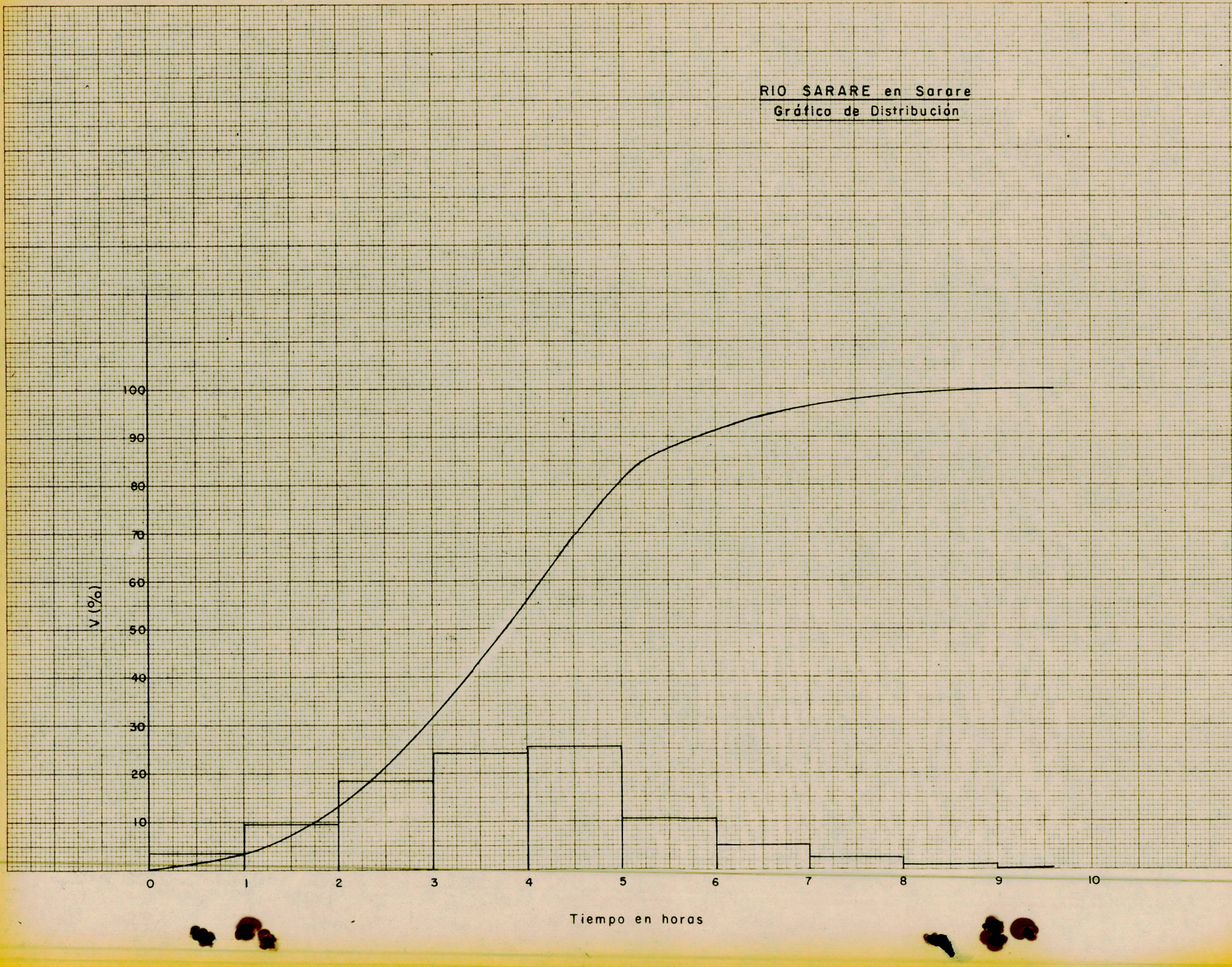
RIO QUERECUAL en Querecual

Gráfico de Distribución



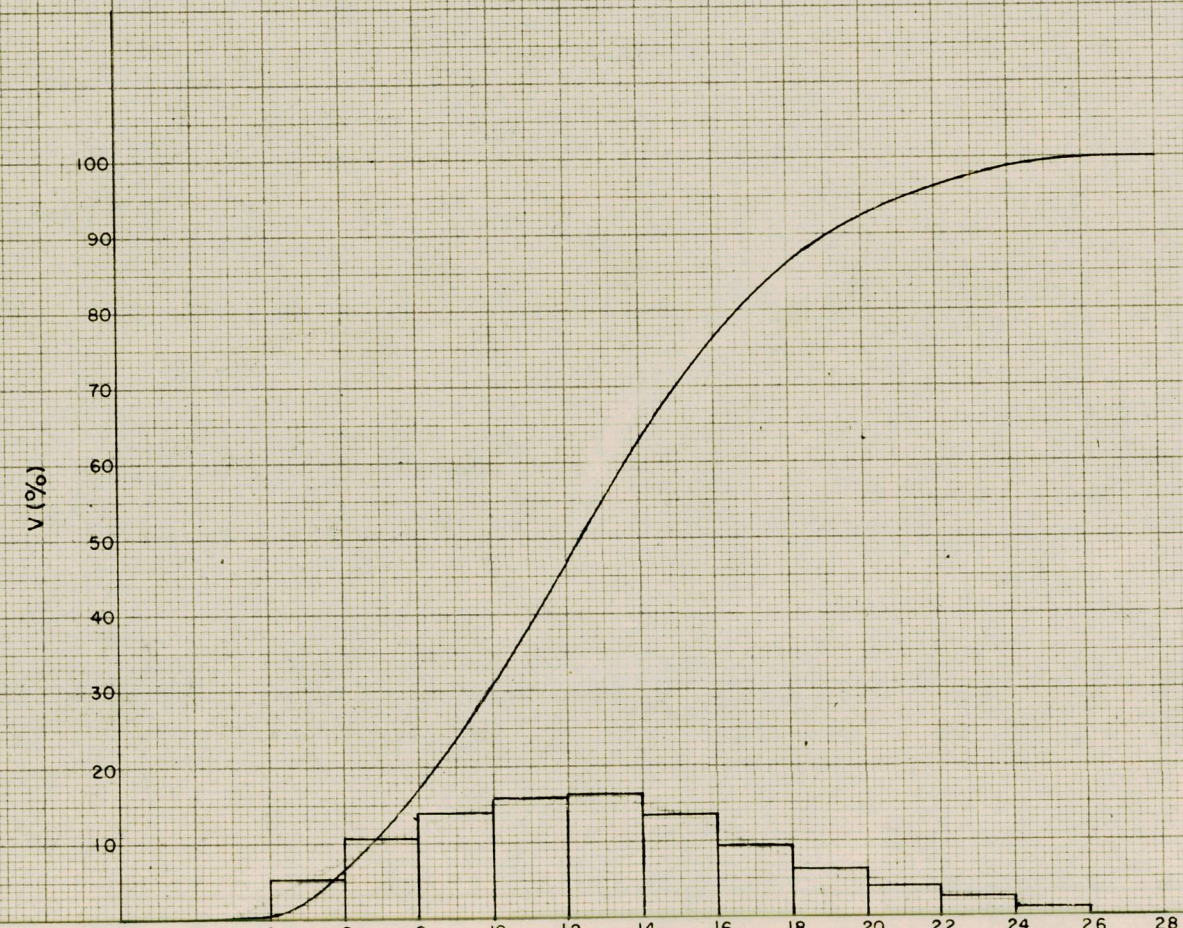
RIO SARARE en Sarare

Gráfico de Distribución



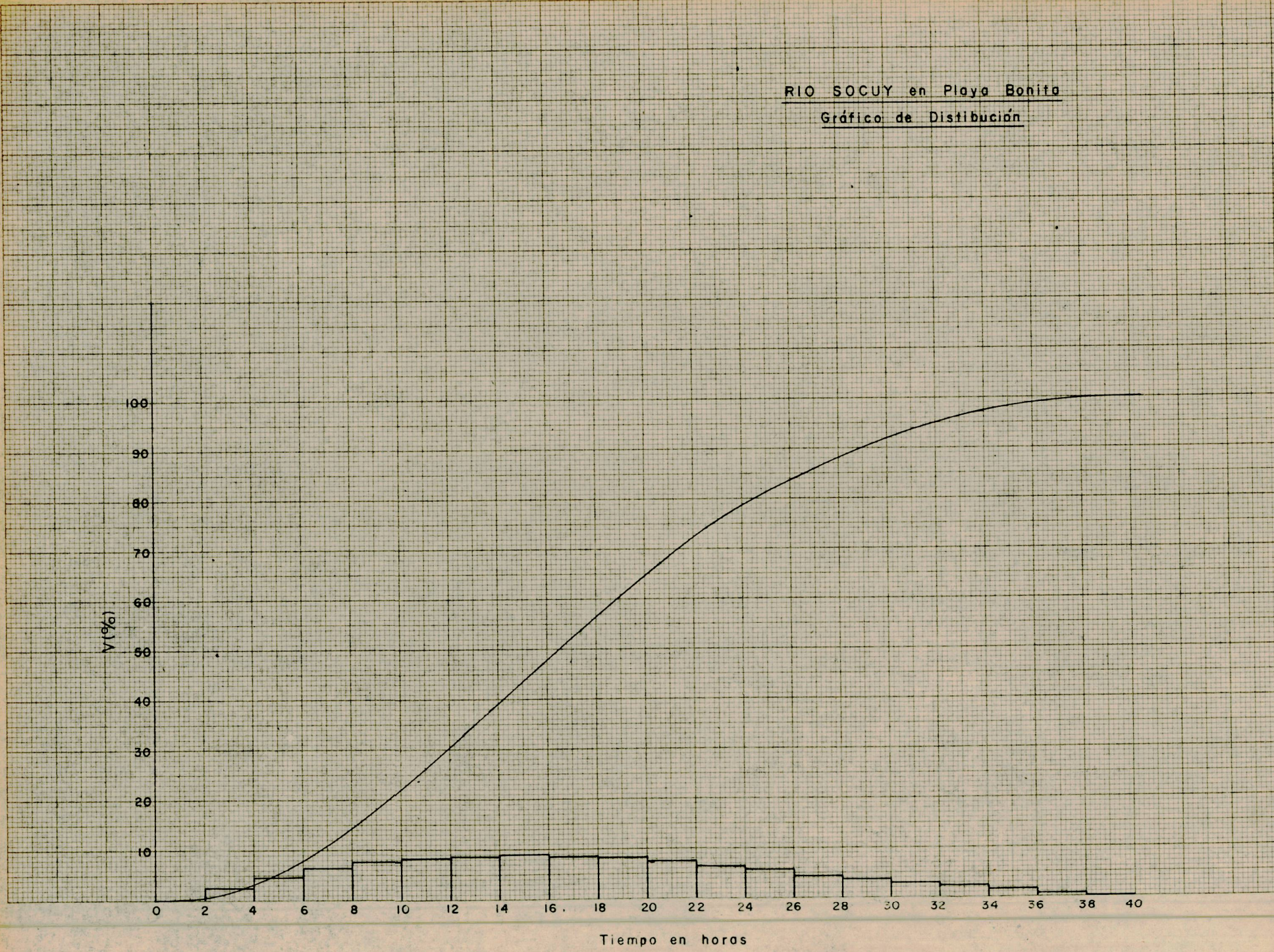
RIO SARARE en Agua Blanca

Gráfico de Distribución



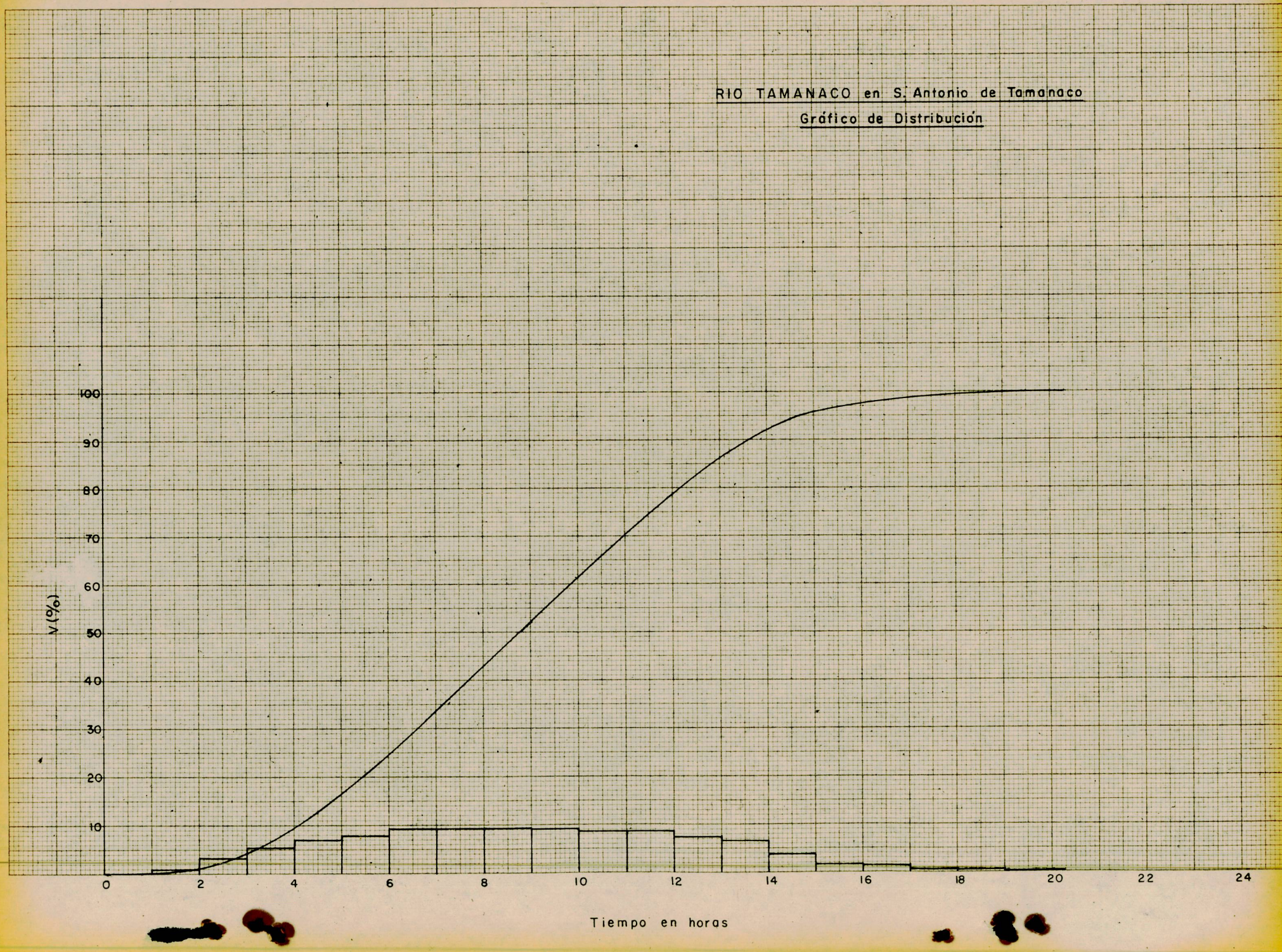
RIO SOCUY en Playa Bonita

Gráfico de Distibución



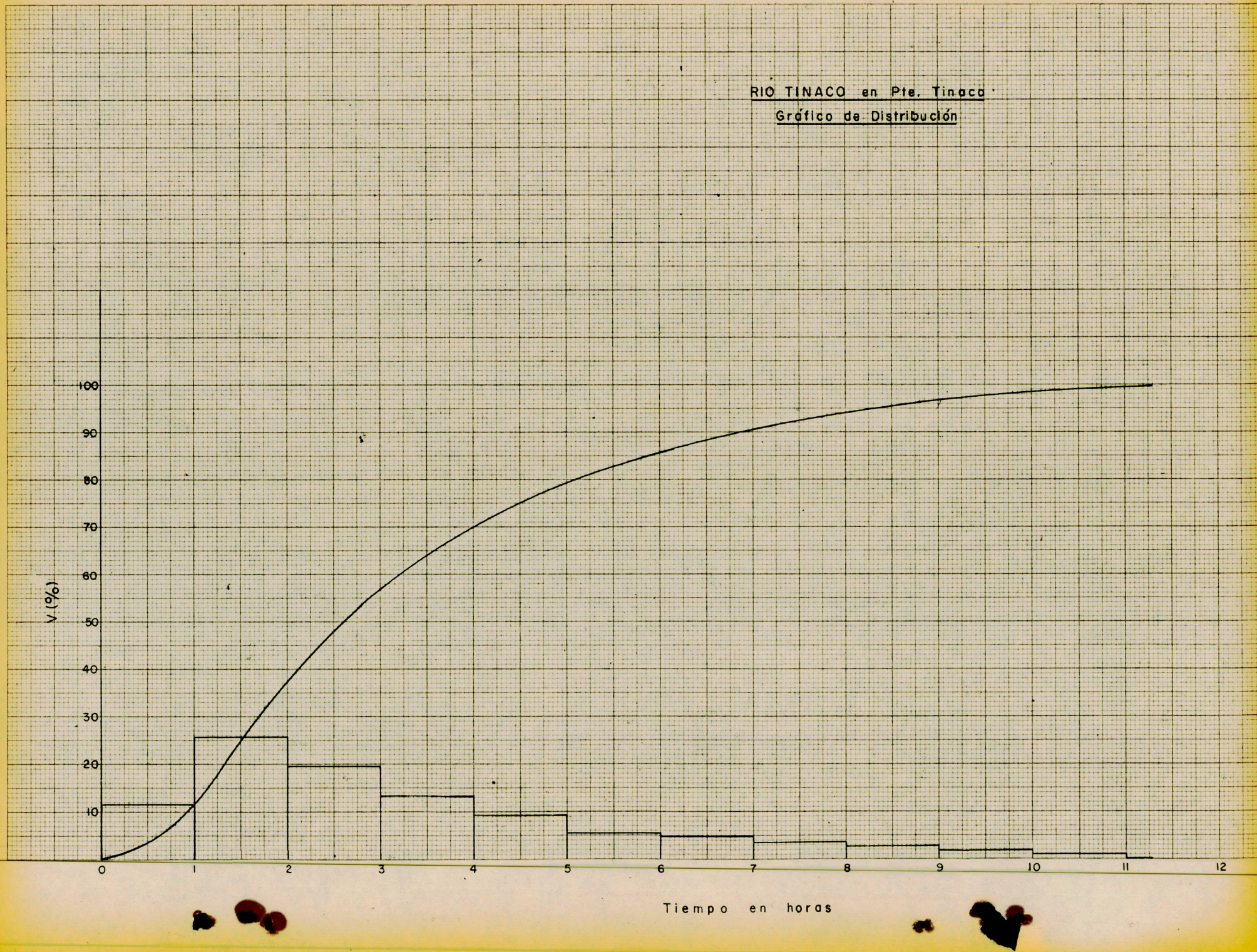
RIO TAMANACO en S. Antonio de Tamanaco

Gráfico de Distribución



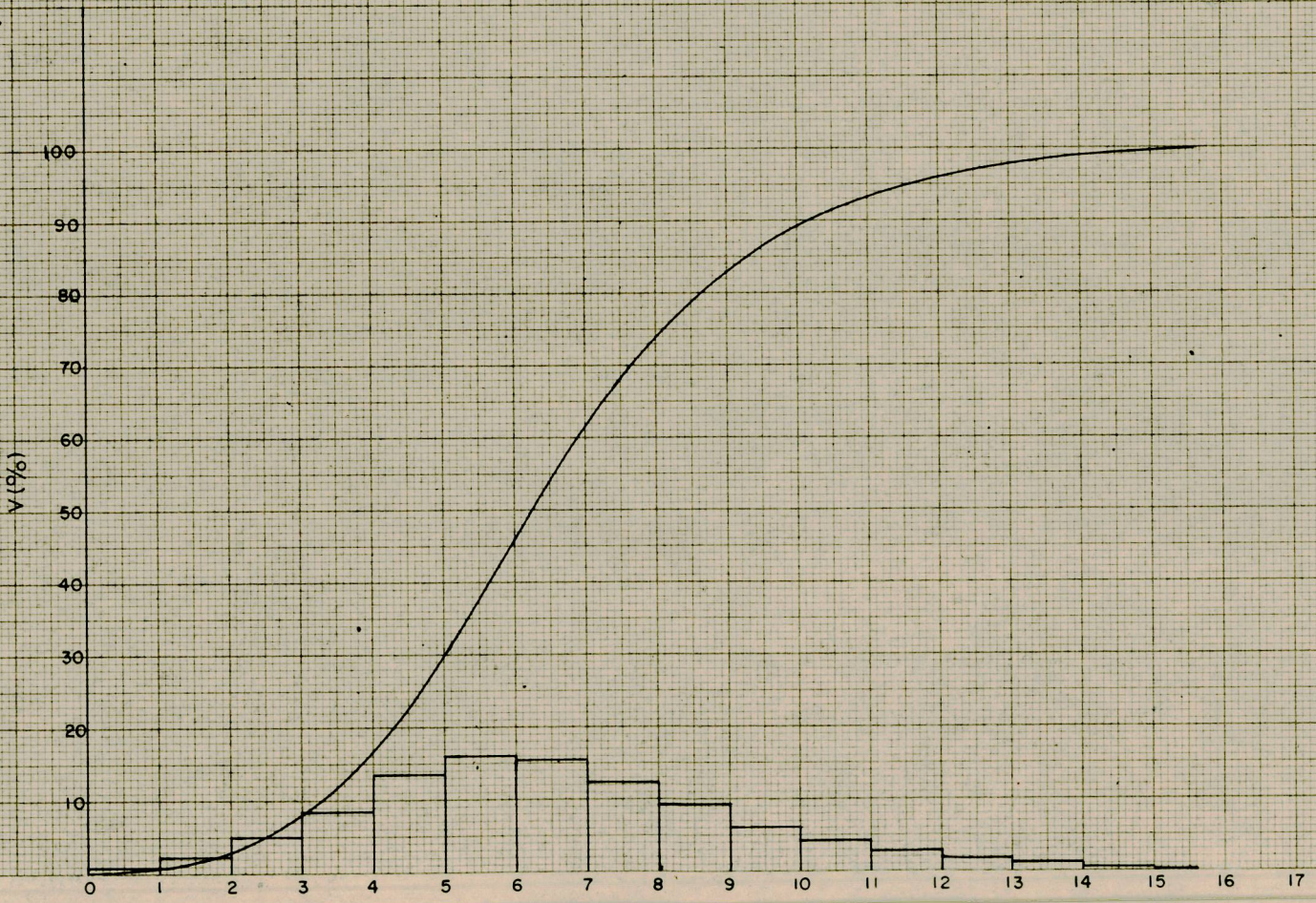
RIO TINACO en Pte. Tinaco

Gráfico de Distribución



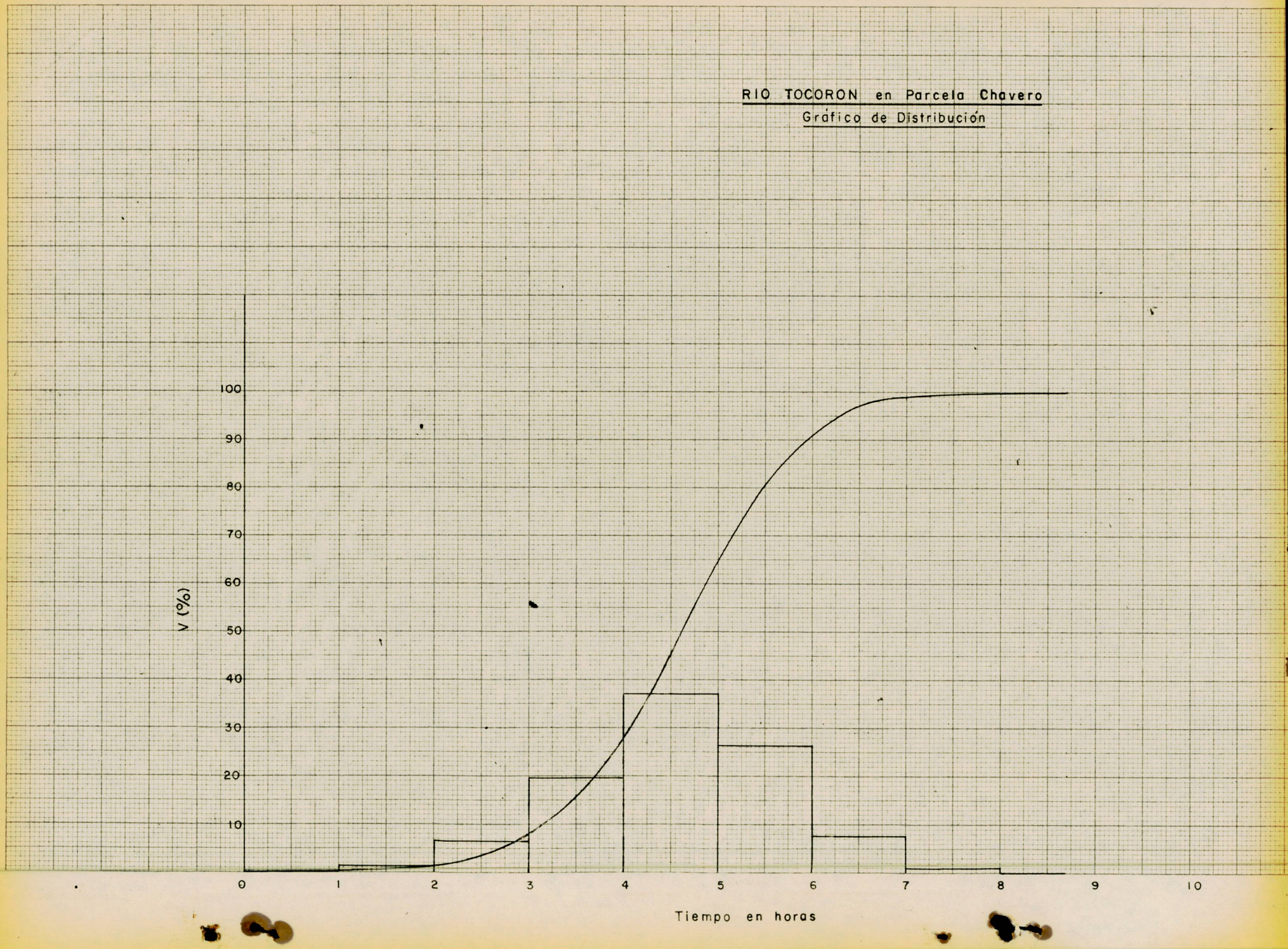
RIO TIRGUA en Paso Viboral

Gráfico de Distribución



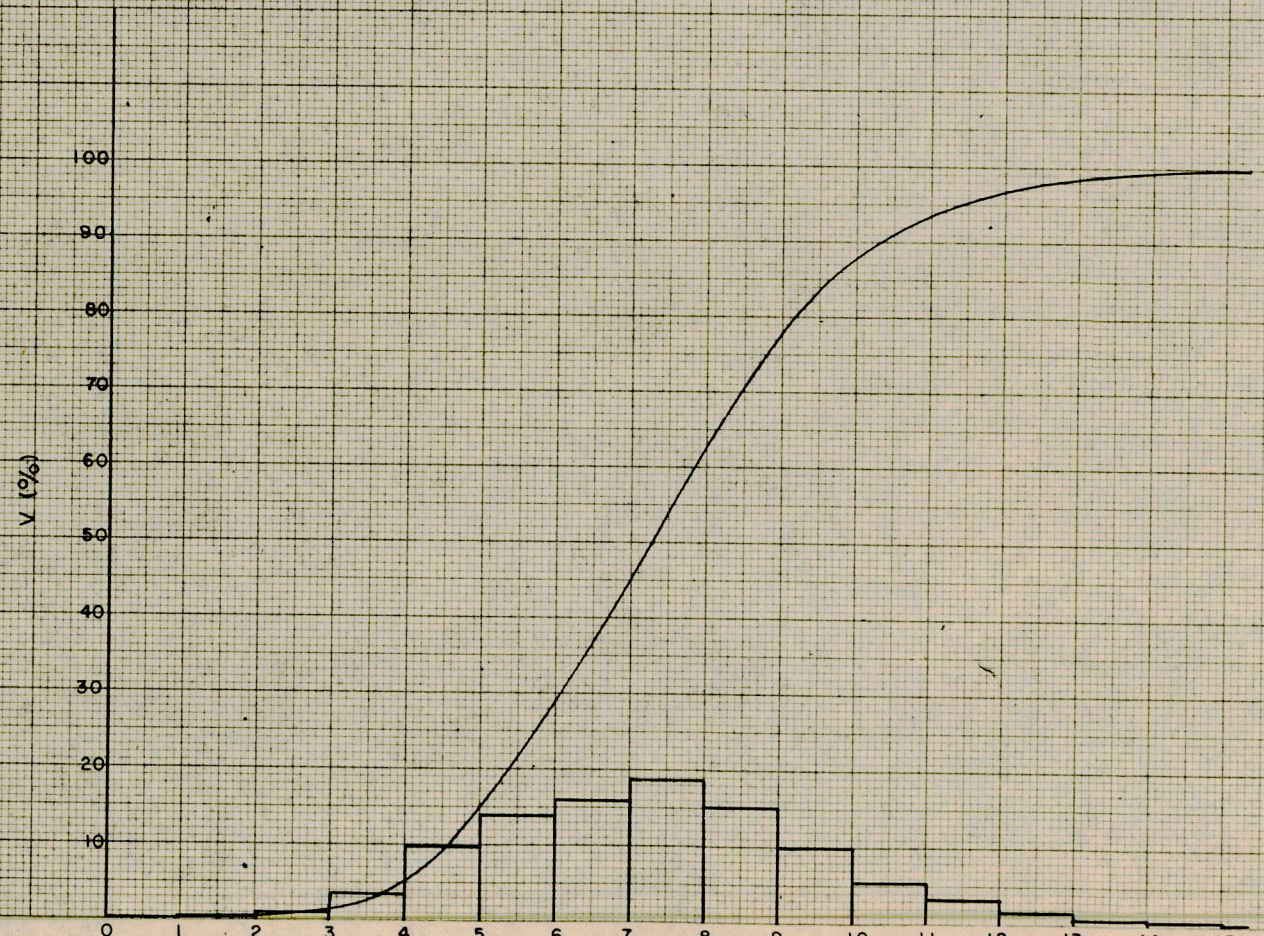
RIO TOCORON en Parcela Chavero

Grafico de Distribución



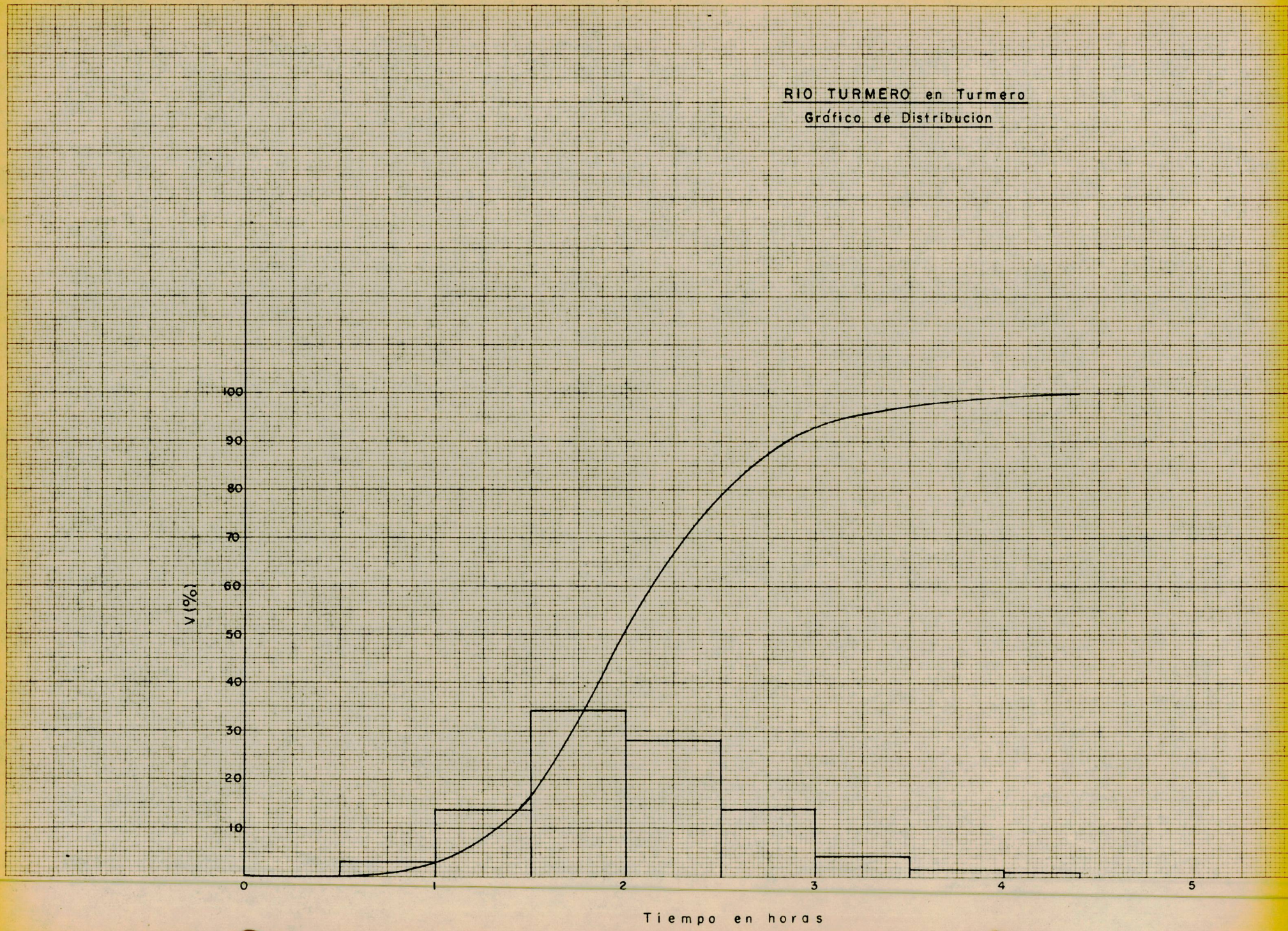
RIO TOCUYO en Pte. Torres

Gráfico de Distribución



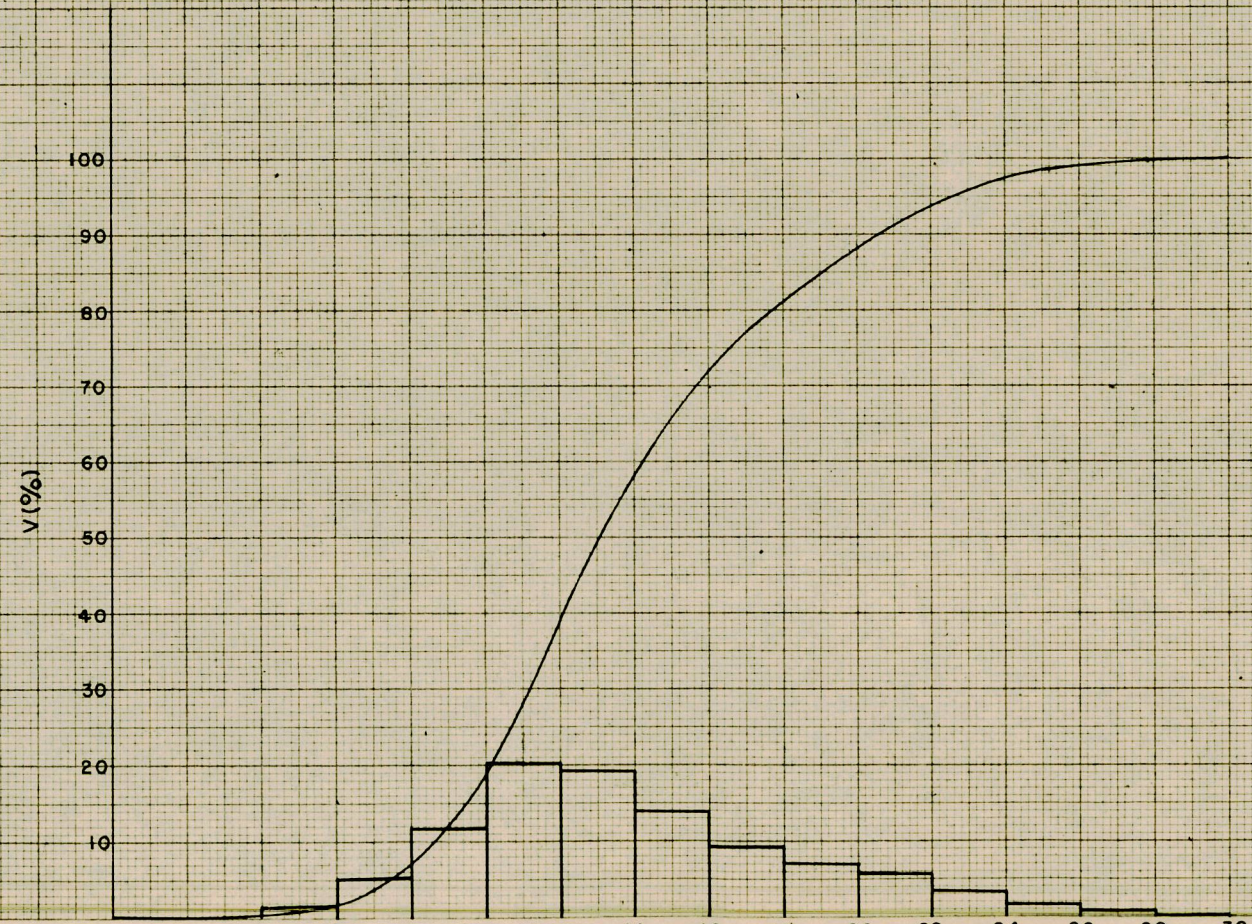
RIO TURMERO en Turmero

Gráfico de Distribucion



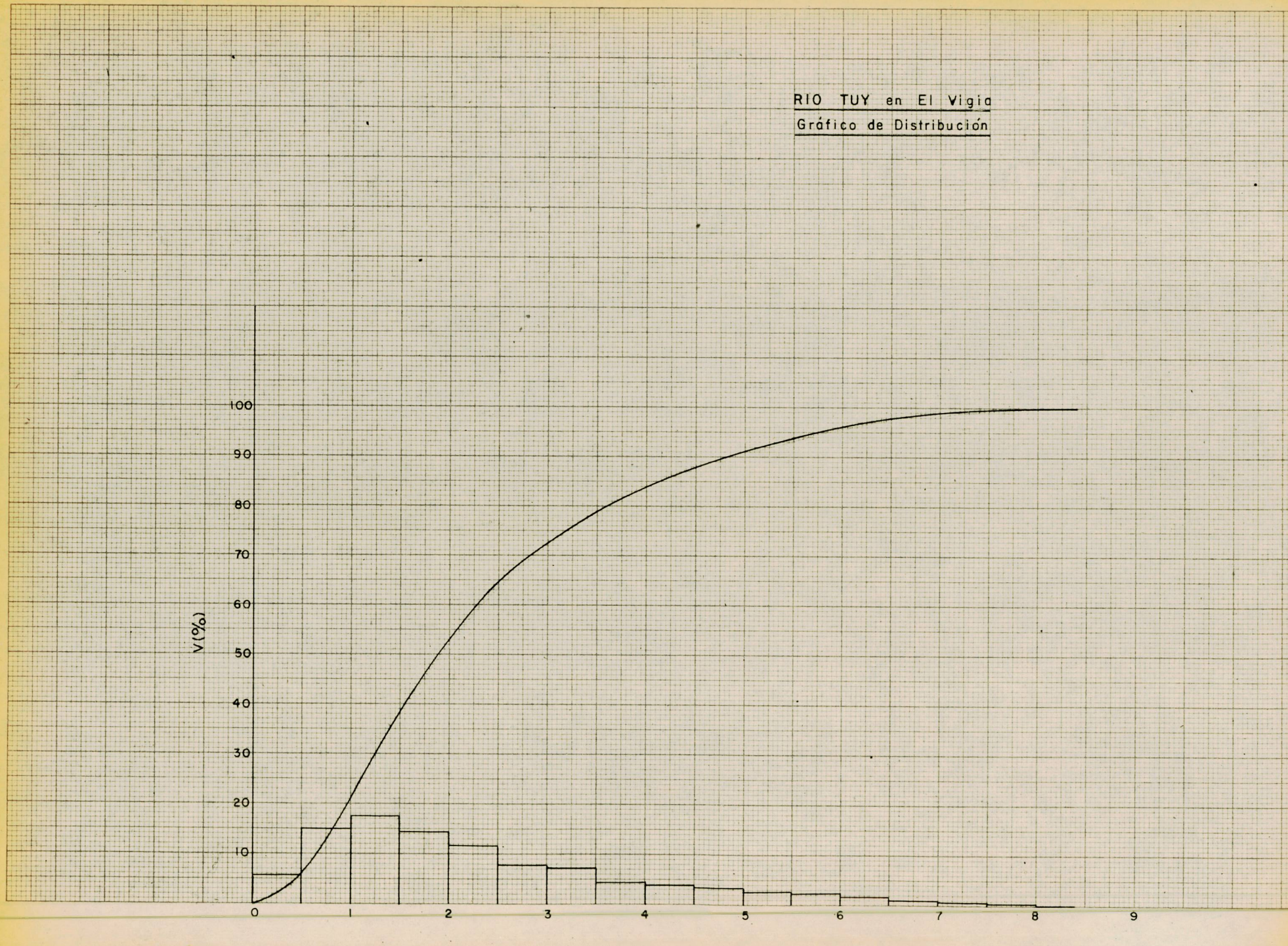
RIO TUY en Hda. Tazón

Gráfico de Distribución



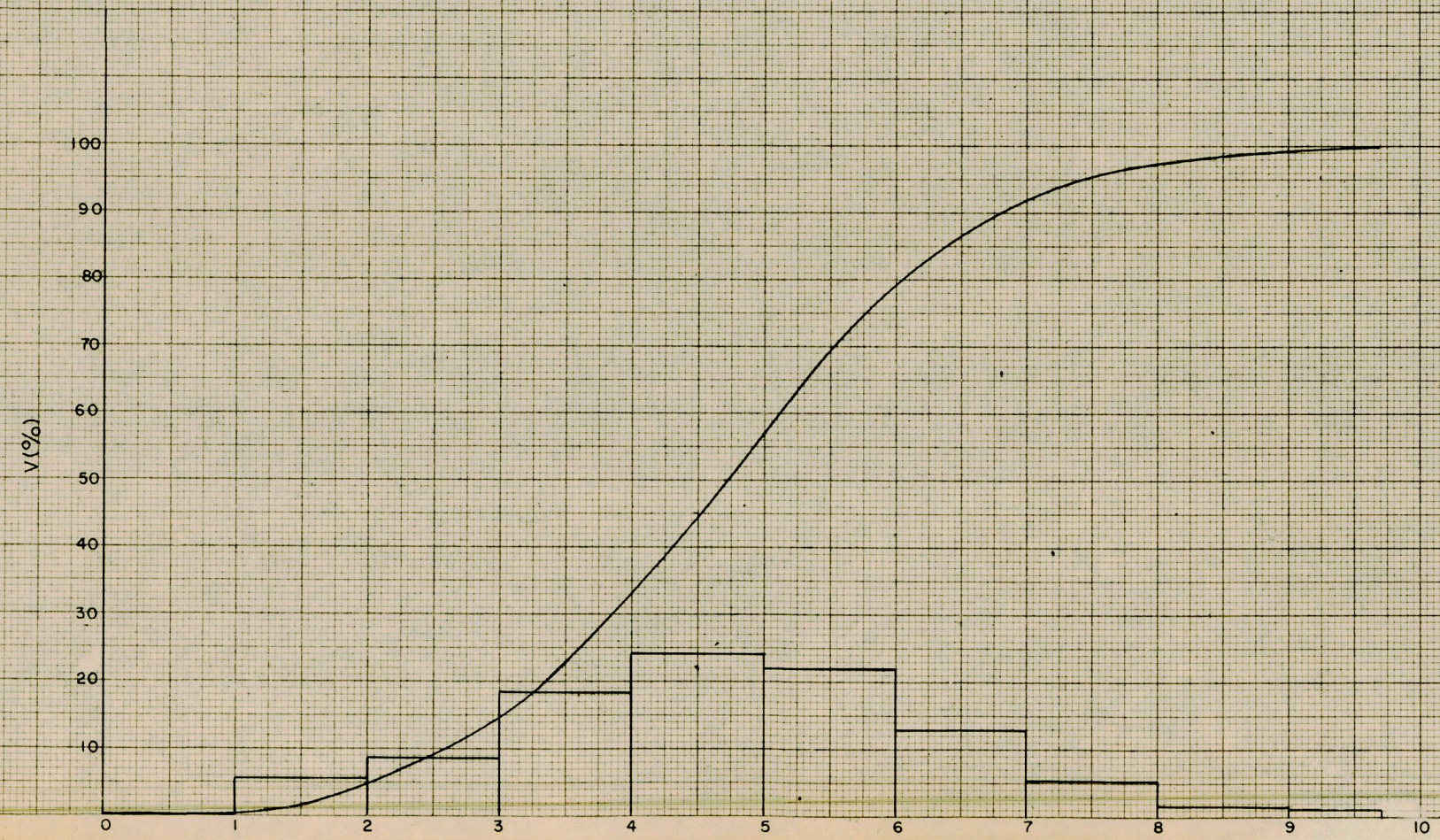
RIO TUY en El Vigia

Gráfico de Distribución



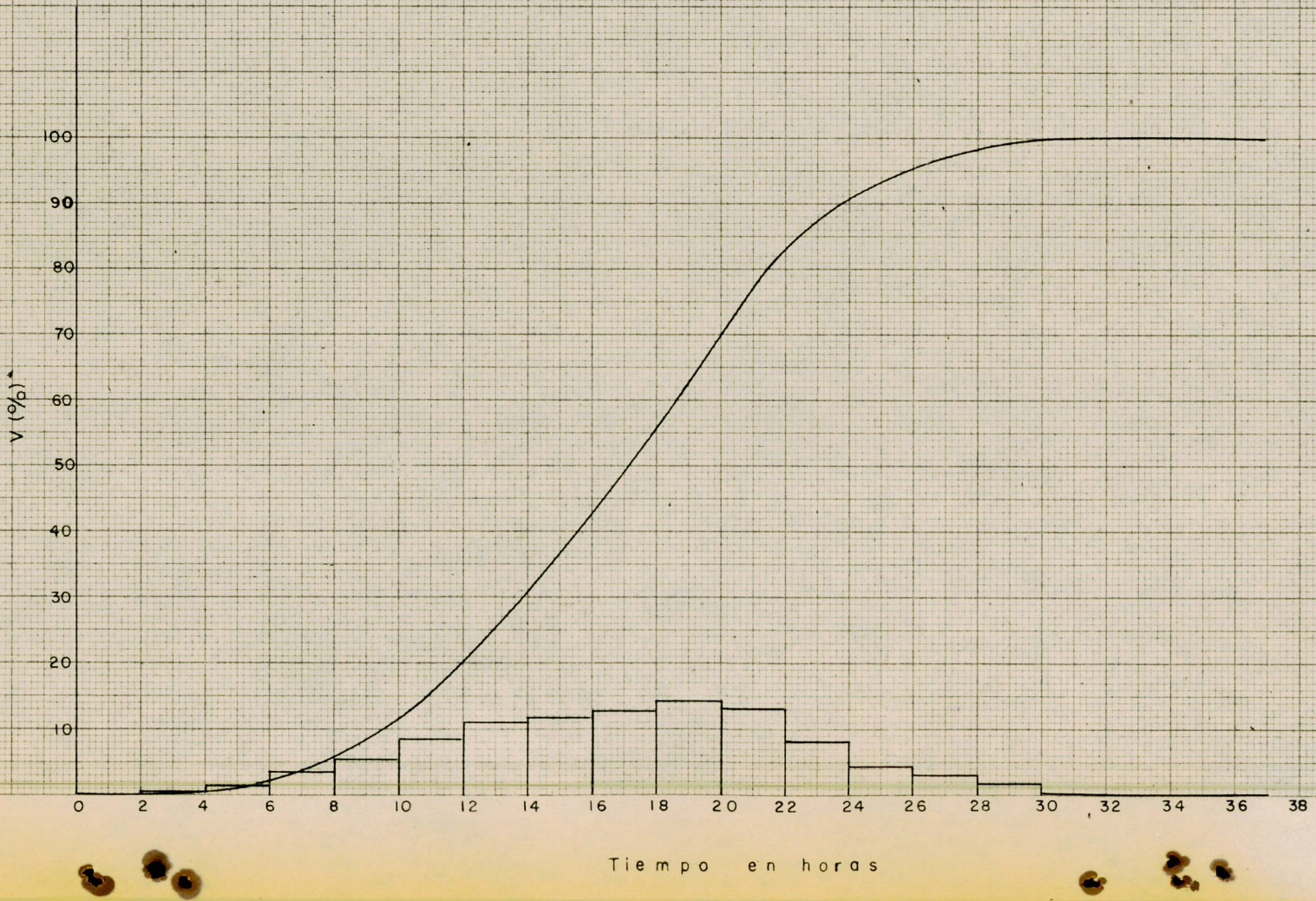
RIO YARACUY en Pte. Cumaripa

Gráfico de Distribución



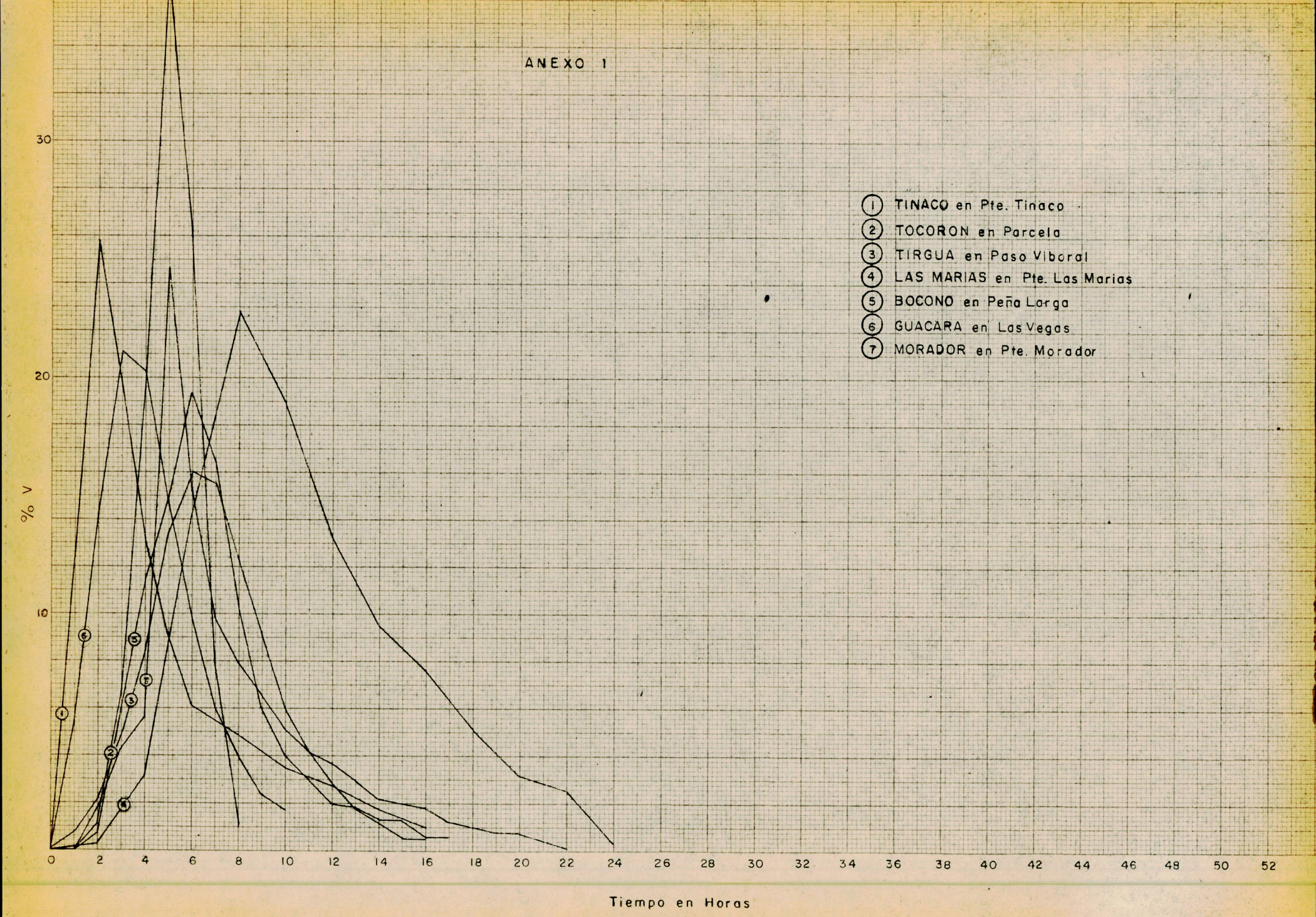
RIO YARACUY en Pte. Peñón

Gráfico de Distribución

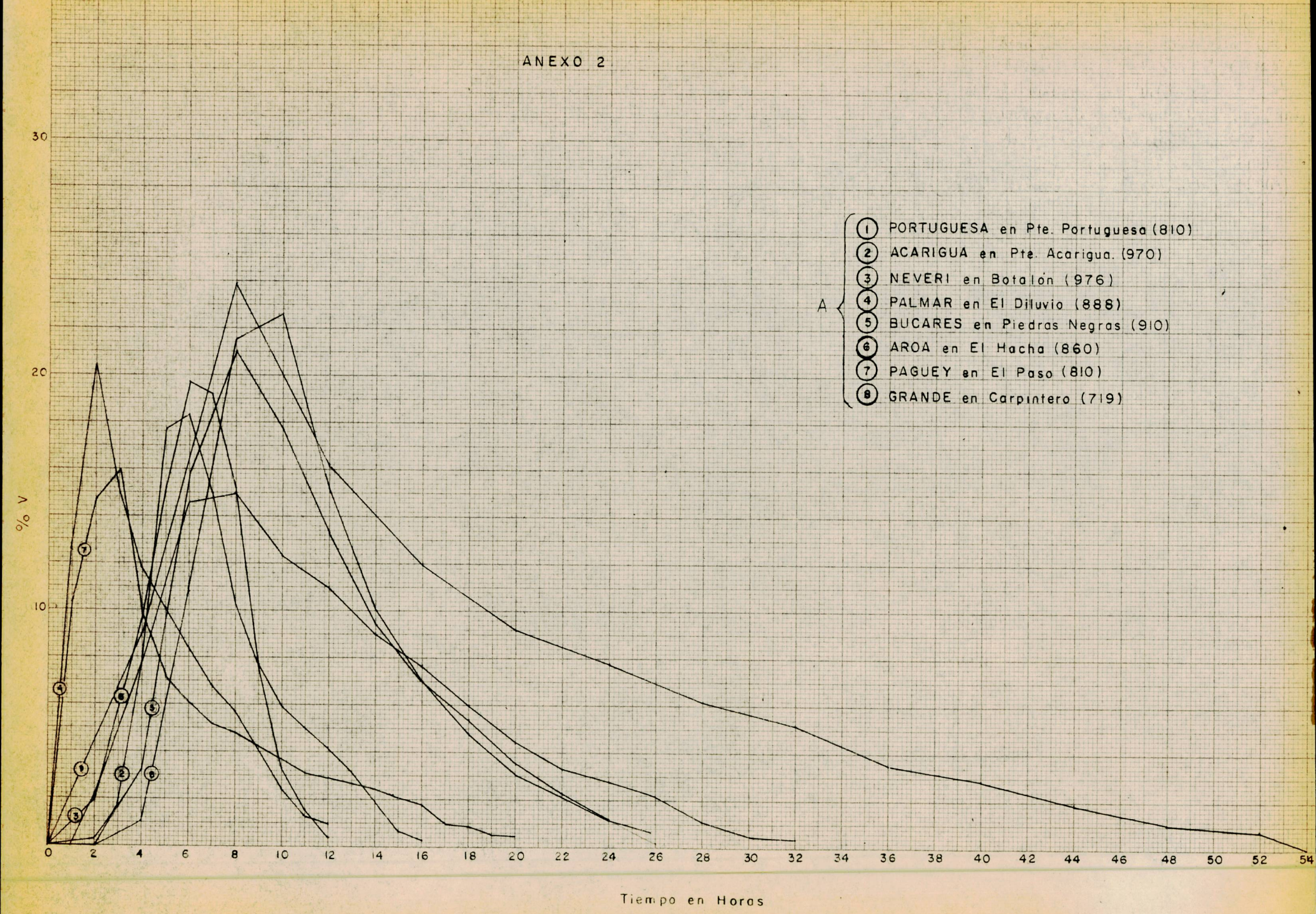


G R A F I C O S C O M P A R A T I V O S

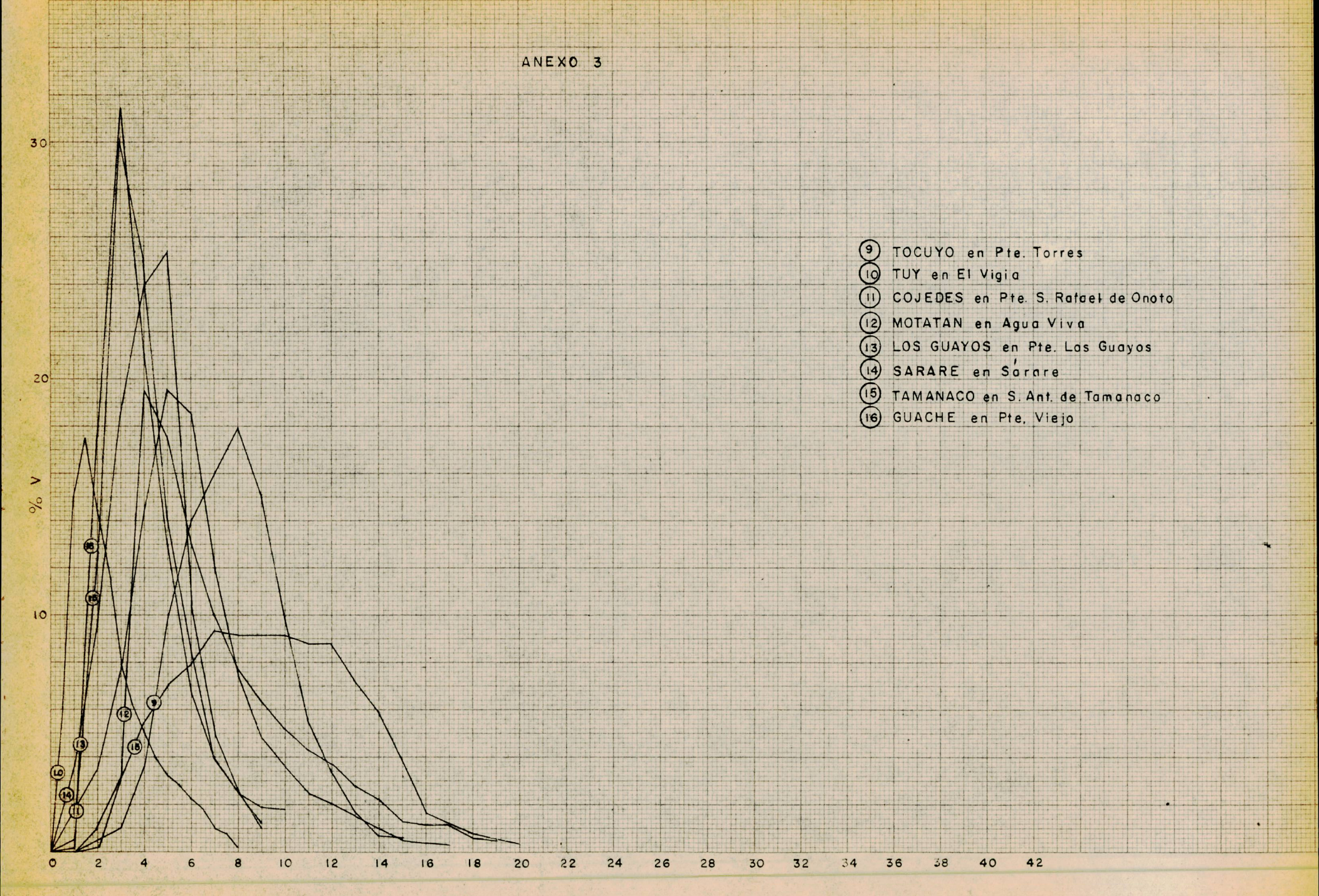
ANEXO 1


30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
Tiempo en Horas
1 TINACO en Pte. Tinaco
2 TOCORON en Parcela
3 TIRGUA en Paso Viboral
4 LAS MARIAS en Pte. Las Marias
5 BOCONO en Peña Larga
6 GUACARA en Las Vegas
7 MORADOR en Pte. Morador

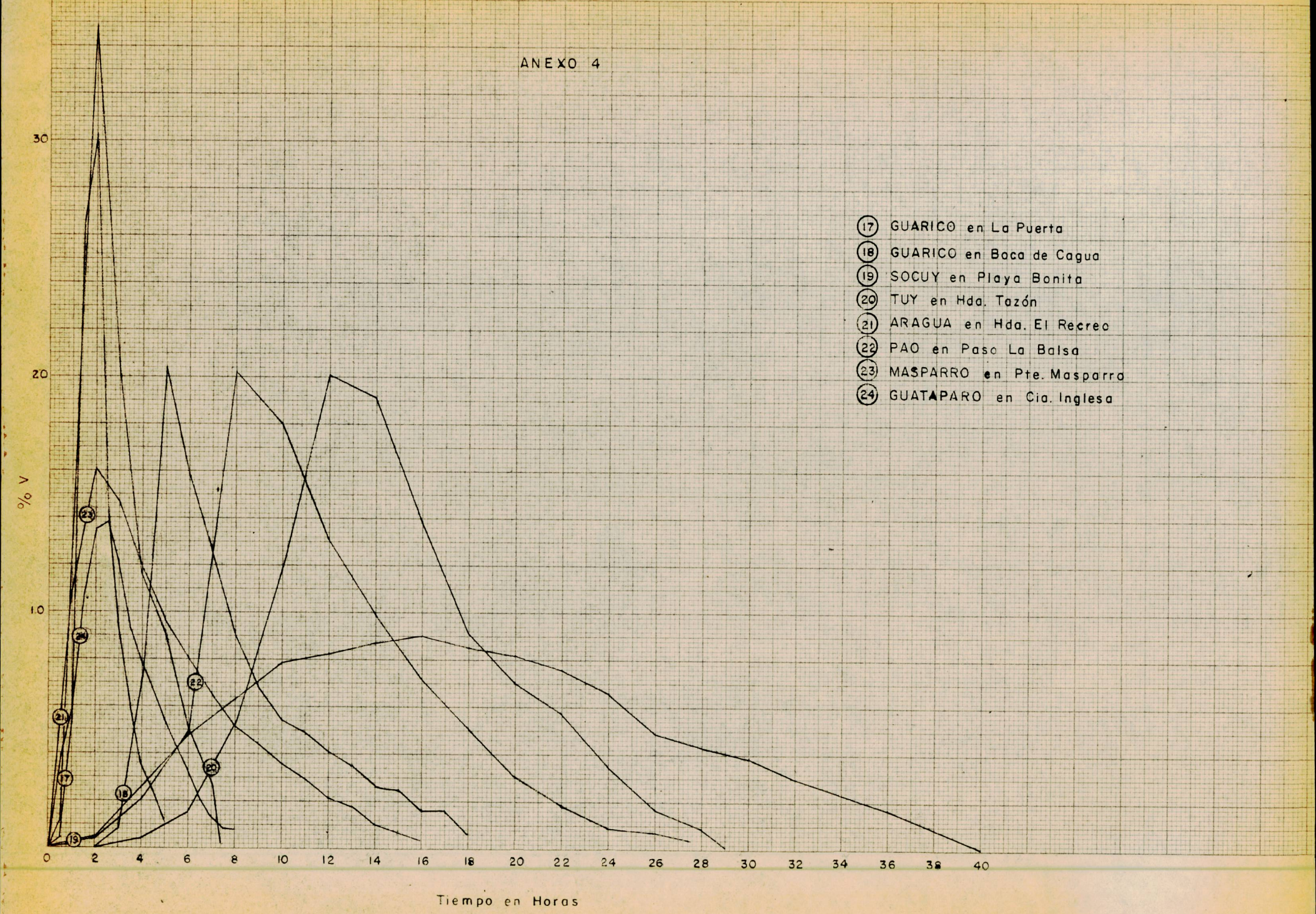
ANEXO 2


30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
Tiempo en Horas
A
1 PORTUGUESA en Pte. Portuguesa (810)
2 ACARIGUA en Pte. Acarigua. (970)
3 NEVERI en Botalón (976)
4 PALMAR en El Diluvio (888)
5 BUCARES en Piedras Negras (910)
6 AROA en El Hacha (860)
7 PAGUEY en El Paso (810)
8 GRANDE en Carpintero (719)

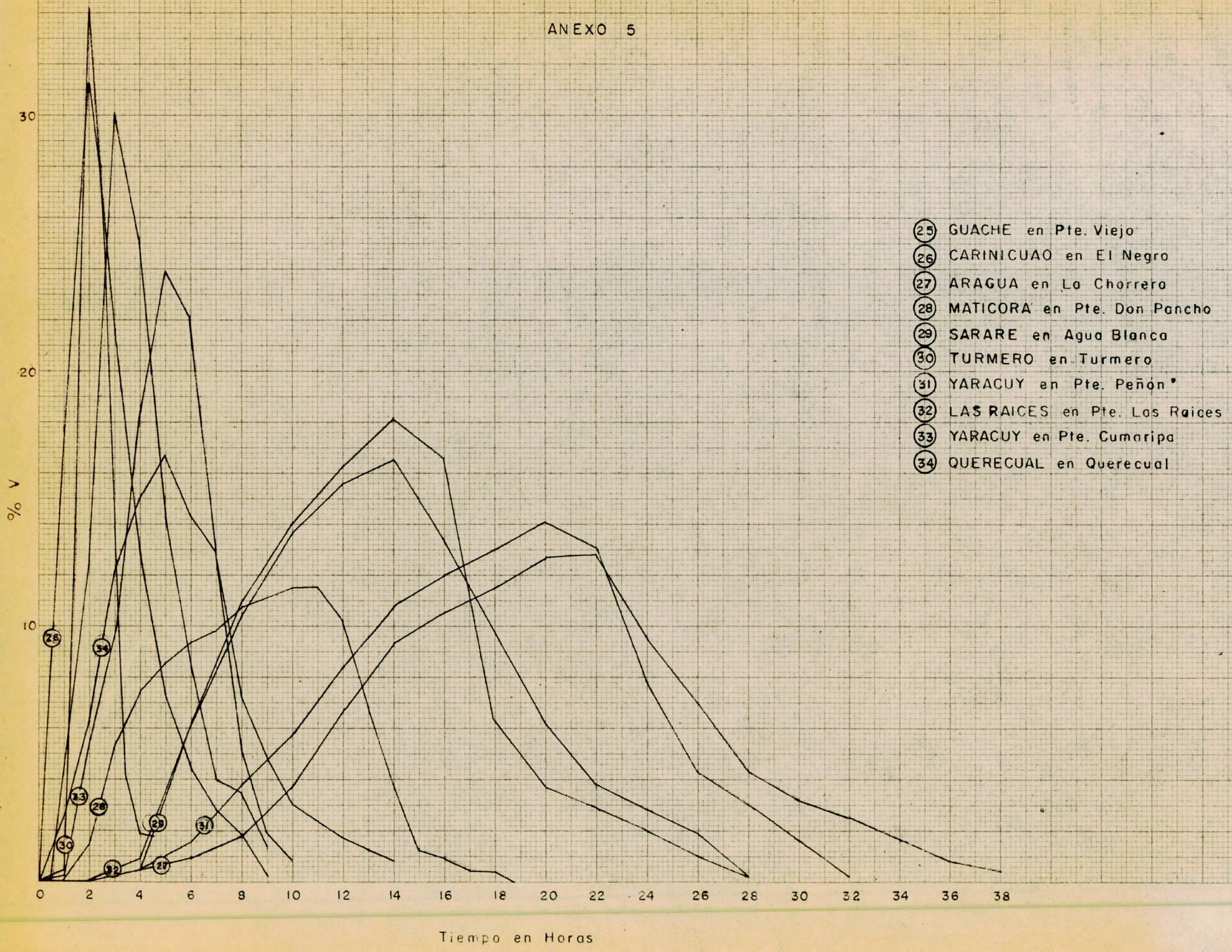
ANEXO 3


30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
Tiempo en Horas
9 TOCUYO en Pte. Torres
10 TUY en El Vigia
11 COJEDES en Pte. S. Rafael de Onoto
12 MOTATAN en Agua Viva
13 LOS GUAYOS en Pte. Las Guayos
14 SARARE en Sarare
15 TAMANACO en S. Ant. de Tamanaco
16 GUACHE en Pte. Viejo

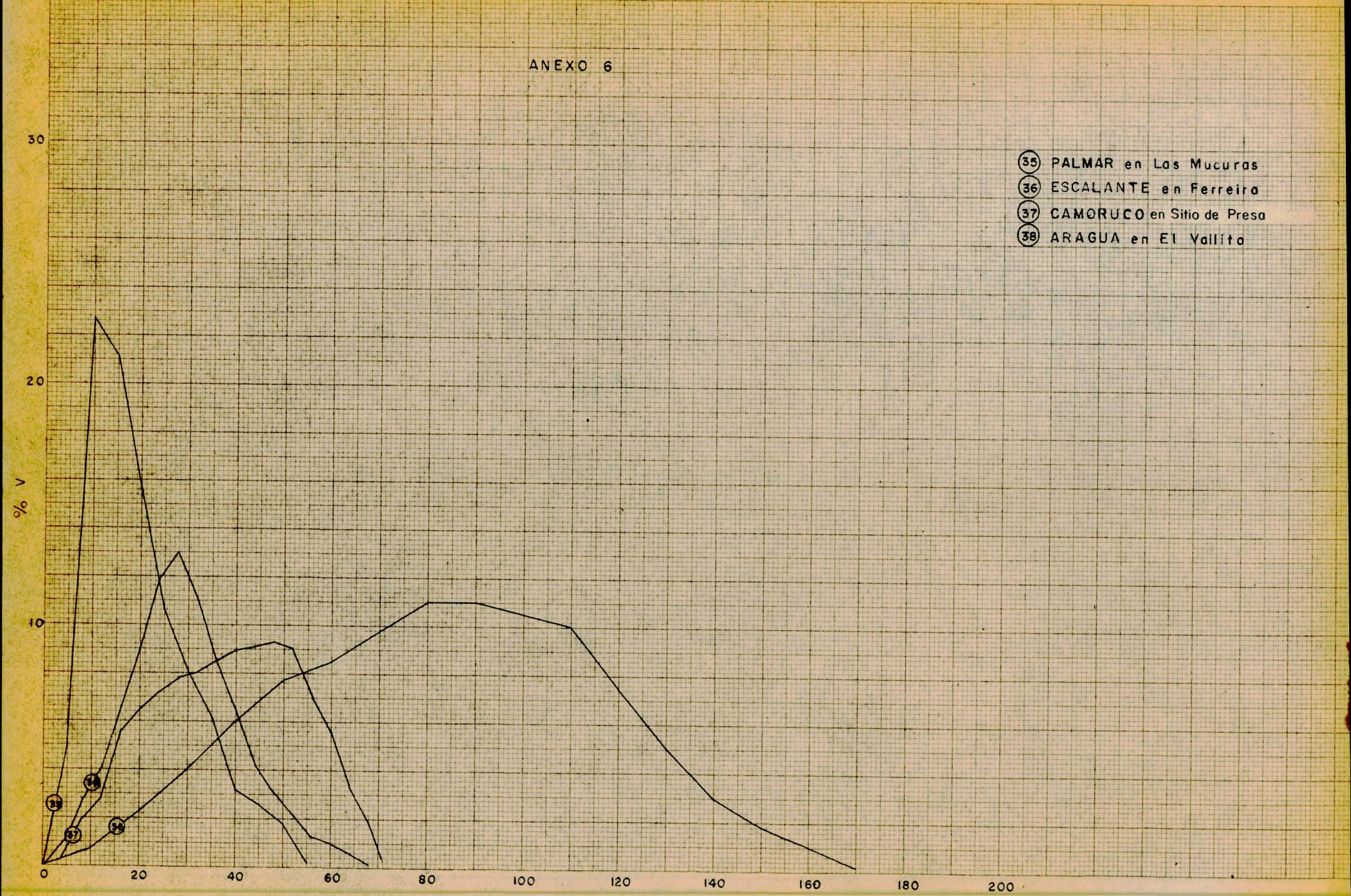
ANEXO 4


30
20
1.0
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
Tiempo en Horas
17 GUARICO en La Puerta
18 GUARICO en Boca de Cagua
19 SOCUY en Playa Bonita
20 TUY en Hda. Tazón
21 ARAGUA en Hda. El Recreo
22 PAO en Paso La Balsa
23 MASPARRO en Pte. Masparro
24 GUATAPARO en Cia. Inglesa

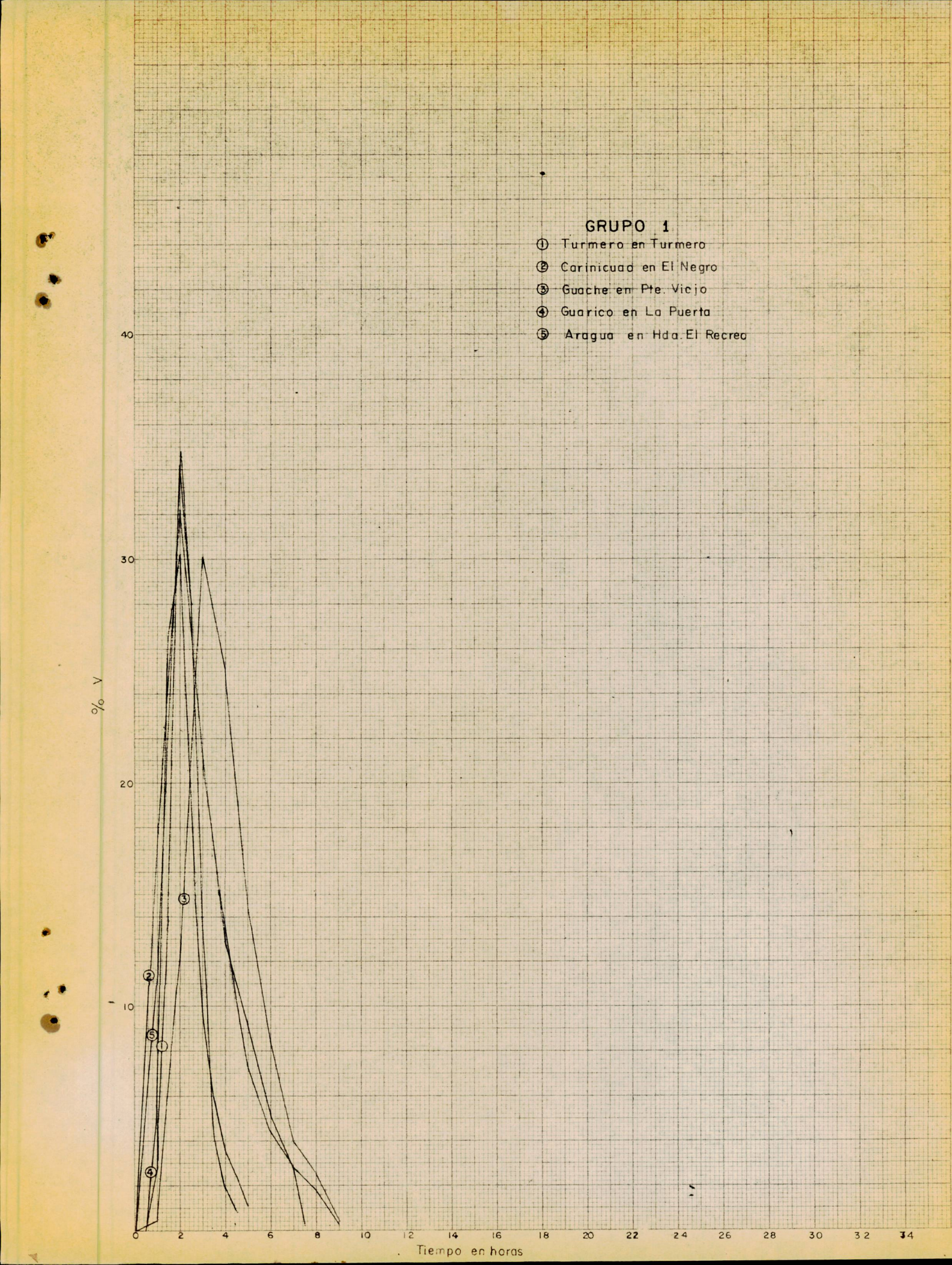
ANEXO 5

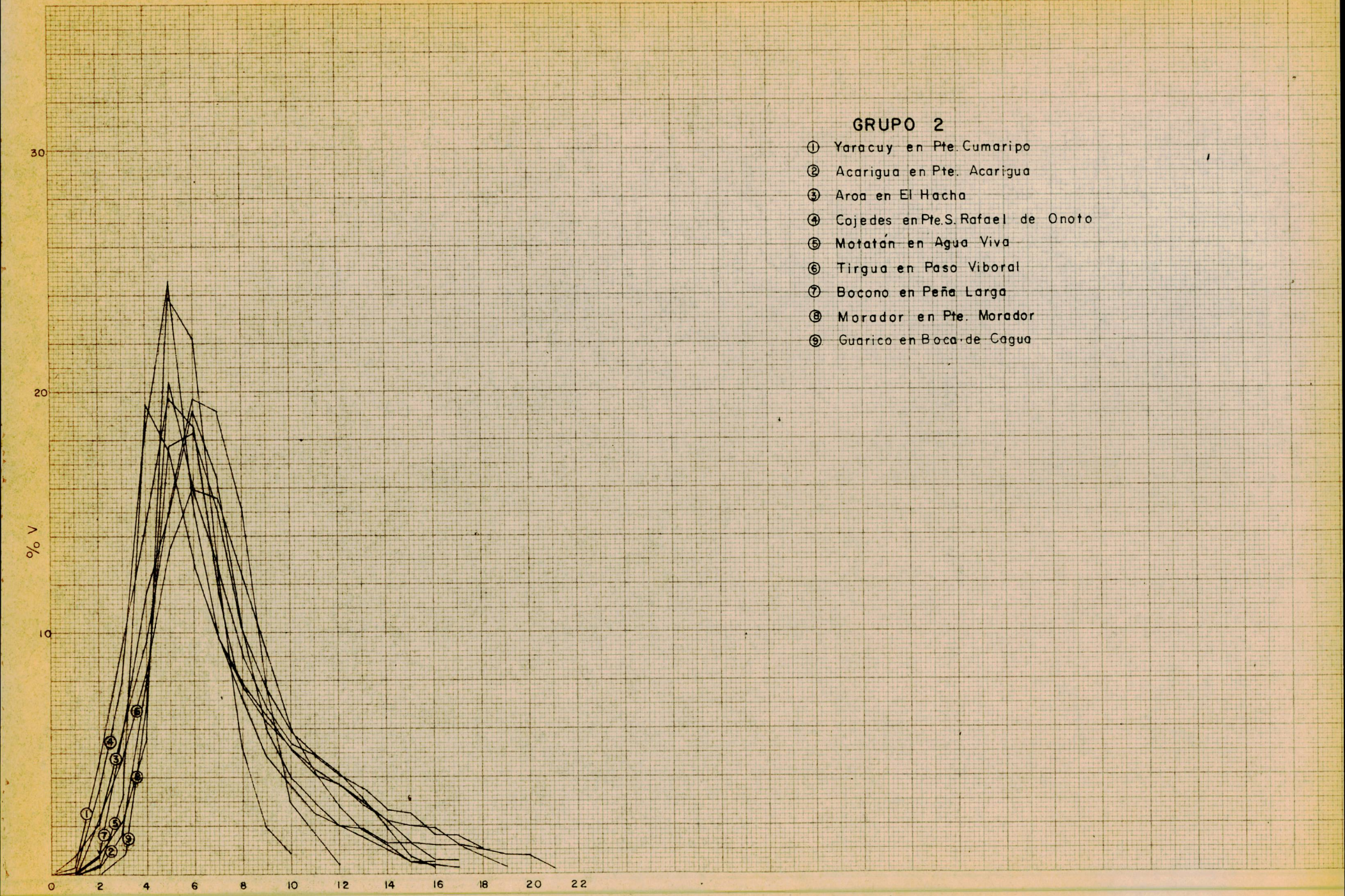

30
20
10
% V
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38
Tiempo en Horas
25 GUACHE en Pte. Viejo
26 CARINICUAO en El Negro
27 ARAGUA en La Chorrera
28 MATICORA en Pte. Don Pancho
29 SARARE en Agua Blanca
30 TURMERO en Turmero
31 YARACUY en Pte. Peñón
32 LAS RAICES en Pte. Las Raices
33 YARACUY en Pte. Cumaripa
34 QUERECUAL en Querecual

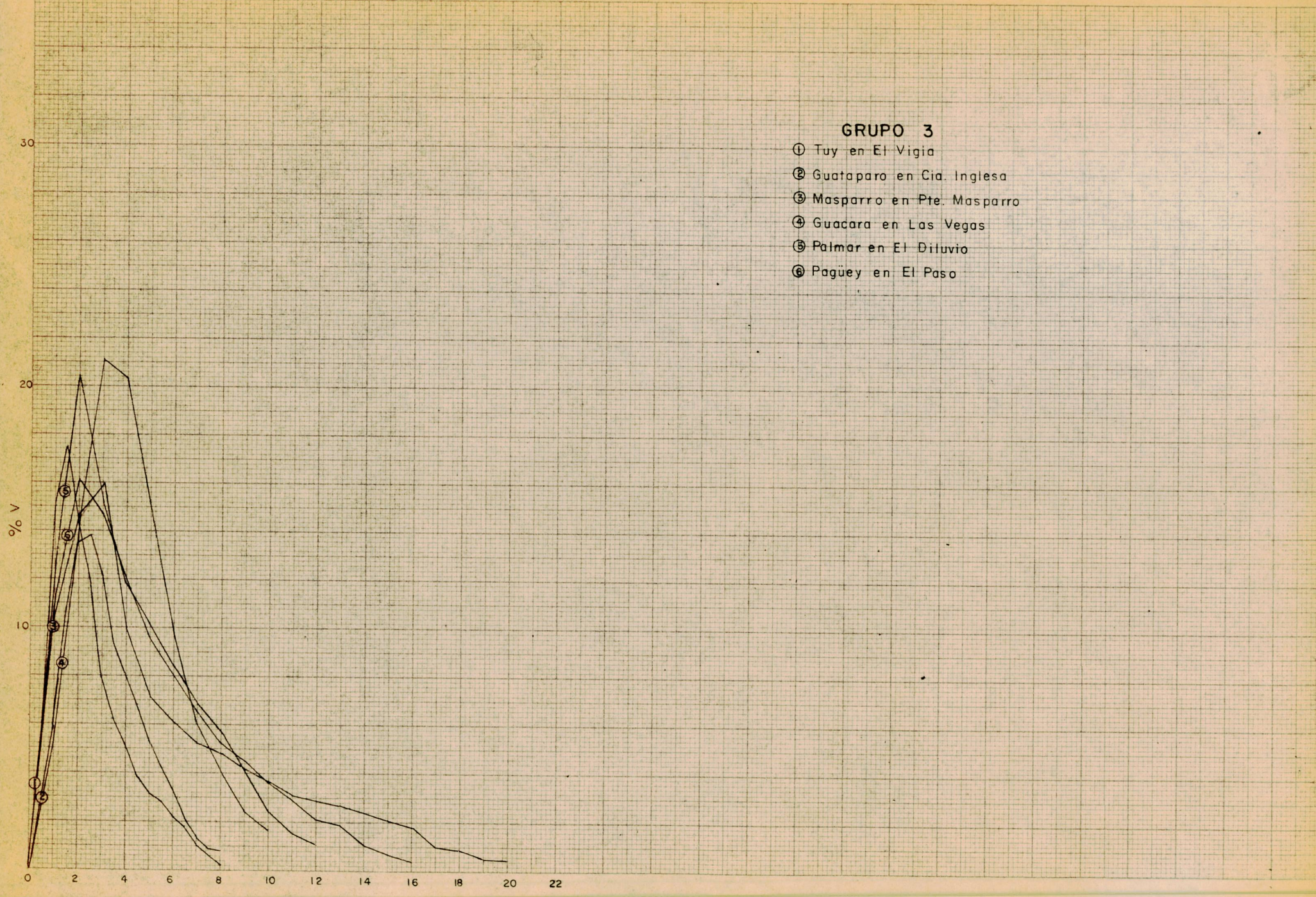
ANEXO 6

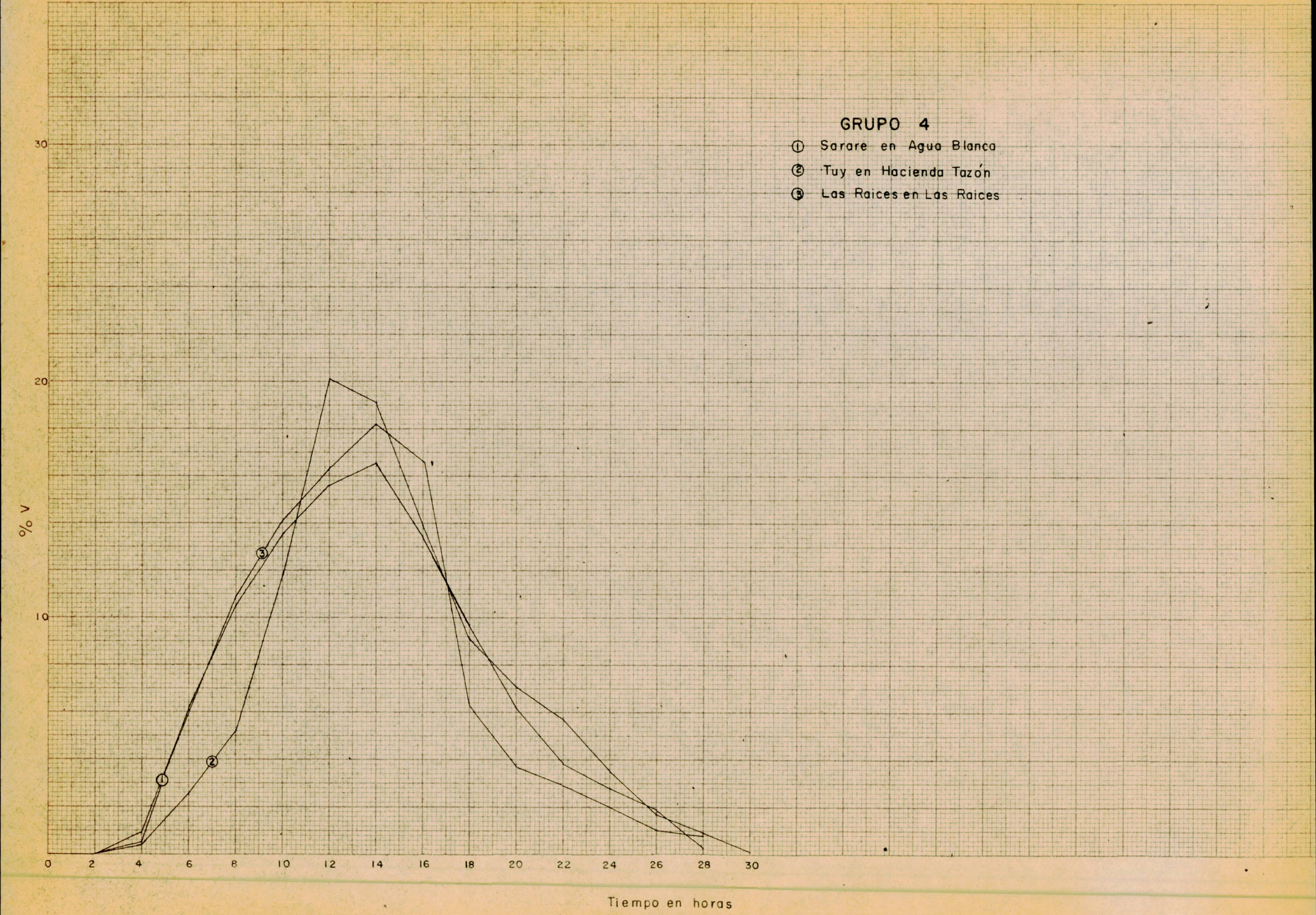

30
20
10
% V
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Tiempo en Horas
35 PALMAR en Las Mucuras
36 ESCALANTE en Ferreira
37 CAMORUCO en Sitio de Presa
38 ARAGUA en El Vallito

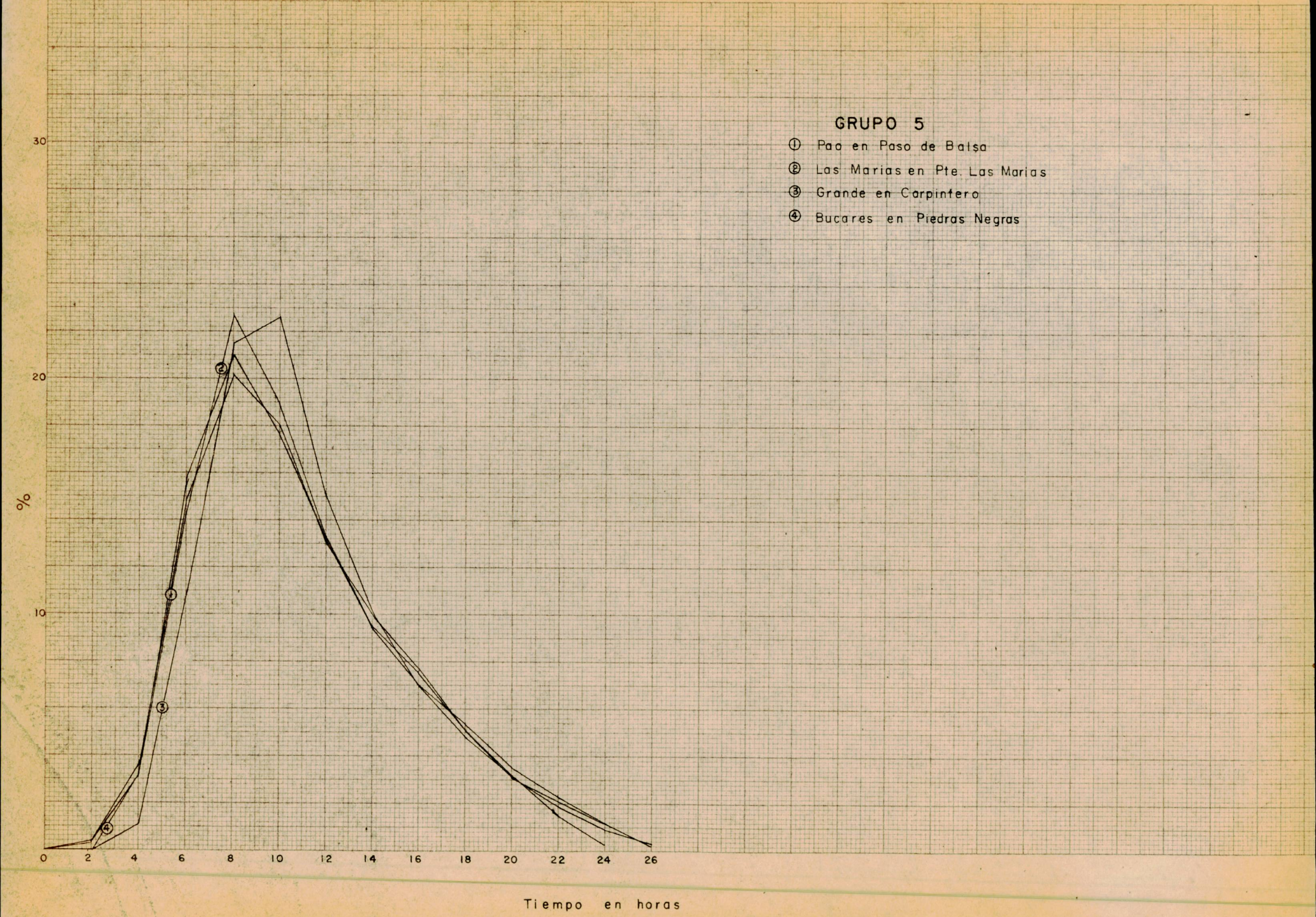
G R U P O S F O R M A D O S

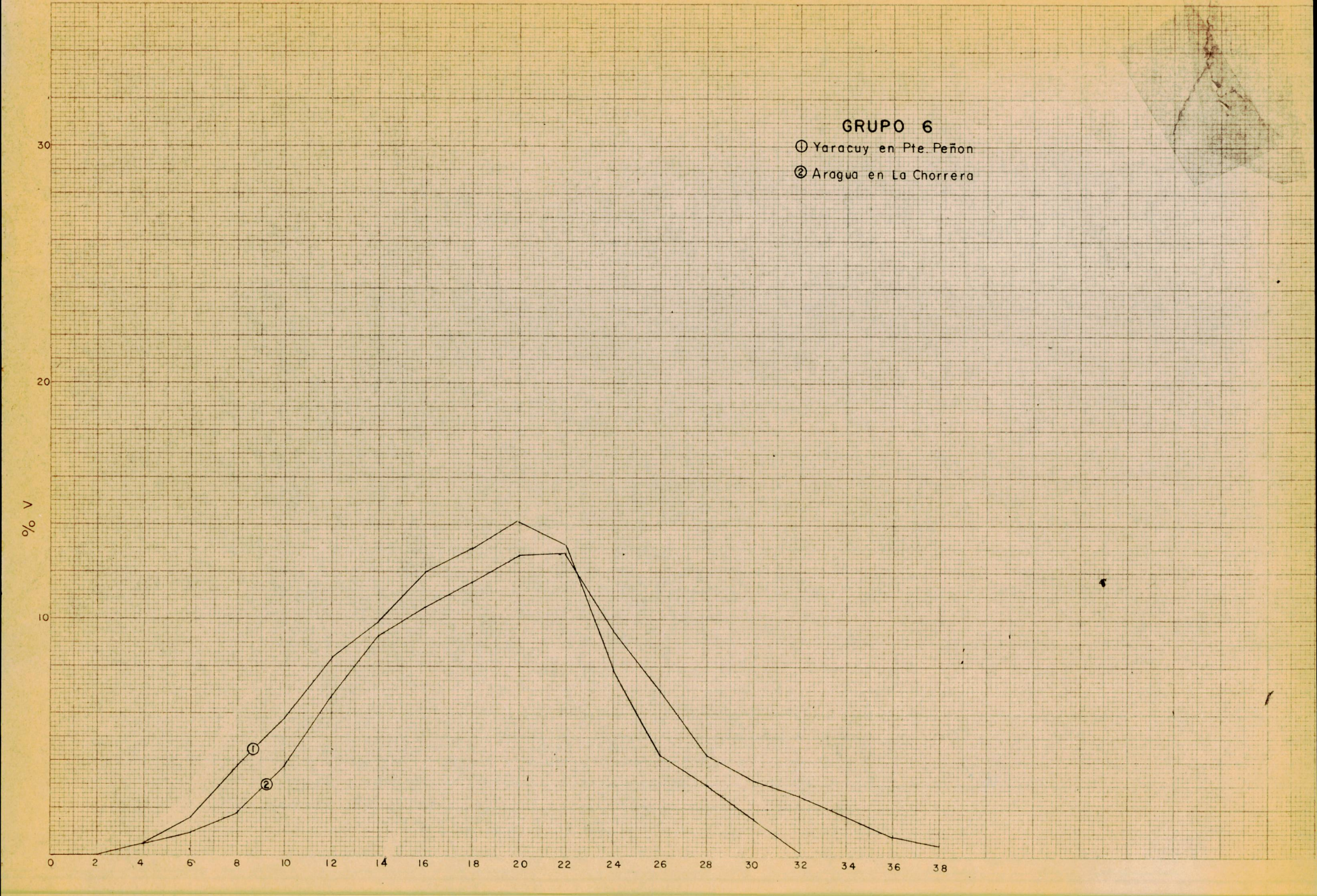

GRUPO 1
① Turmero en Turmero
② Carinicuao en El Negro
③ Guache en Pte. Viejo
④ Guarico en La Puerta
⑤ Aragua en Hda. El Recreo
40
30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
Tiempo en horas


GRUPO 2
① Yaracuy en Pte. Cumaripo
② Acarigua en Pte. Acarigua
③ Aroa en El Hacha
④ Cojedes en Pte. S. Rafael de Onoto
⑤ Motatán en Agua Viva
⑥ Tirgua en Paso Viboral
⑦ Bocono en Peña Larga
⑧ Morador en Pte. Morador
⑨ Guarico en Boca de Cagua
30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Tiempo en horas


GRUPO 3
① Tuy en El Vigia
② Guataparo en Cia. Inglesa
③ Masparro en Pte. Masparro
④ Guacara en Las Vegas
⑤ Palmar en El Diluvio
⑥ Pagüey en El Paso
% V
30
20
10
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Tiempo en horas


GRUPO 4
① Sarare en Agua Blanca
② Tuy en Hacienda Tazón
③ Las Raices en Las Raices
30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
Tiempo en horas


GRUPO 5
① Pao en Paso de Balsa
② Las Marias en Pte. Las Marias
③ Grande en Carpintero
④ Bucares en Piedras Negras
%
30
20
10
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Tiempo en horas


GRUPO 6
① Yaracuy en Pte. Peñon
② Aragua en La Chorrera
30
20
10
% V
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
Tiempo en horas

Bibliografía

HYDROLOGY FOR ENGINEERS ..... R.K. Linsley, Jr.
M.A. Kohler
J.L. Paulhus

APUNTES DE HIDROLOGIA ..... R. Convit