

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

CURVAS ENVOLVENTES DE
CRECIENTES MAXIMAS EN VENEZUELA



Paul Blejman T.
Francisco Gonzalez D.
Ricardo R. Ponte R.

CARACAS 1965

TESIS
BGP
65

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

CURVAS ENVOLVENTES DE CRECIENTES MAXIMAS EN VENEZUELA

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

HIDROMETEOROLOGISTA

Paúl Blejman Tisminezky
Francisco González Díaz
Ricardo Ponte Ramírez

Caracas, 1.965

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre
A mi padre
A mi esposa

Paúl Blejman T.

DEDICATORIA

A mi madre

Francisco González D.

DEDICATORIA

A mis padres

Ricardo Ponte R.

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

Nuestro más sincero agradecimiento al Ing^o Arnoldo José Gabaldón, profesor guía de este trabajo, por su idea de realizarlo y su valiosa colaboración en el desarrollo del mismo.

Deseamos también expresar nuestro agradecimiento a los - Ingenieros Víctor Figuera Pérez, Héctor Silva, Leopoldo Ayala, José Yamín, Pedro Porras y José A. Llanos, de la División de Hidrometeorología de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, quienes decidida y espontáneamente nos ofrecieron el aporte de su experiencia profesional y su imprescindible orientación intelectual.

De manera especial queremos retribuir nuestra gratitud para con la Universidad Central de Venezuela, al profesorado que intervino en nuestra formación profesional, al grupo de profesores que integran el Departamento de Meteorología e Hidrología de la Facultad de Ingeniería, por su dedicación en forjarnos - nuestra carrera y en especial al profesor Roberto J. Alvarez, - Jefe de dicho Departamento.

Así como a todas aquellas personas que colaboraron en la - realización del presente trabajo.

I N T R O D U C C I O N

Los estudios hidrológicos para la determinación de máximas crecientes requieren el análisis de un número considerable de datos de tipo hidrológico y meteorológico. En algunos casos estos datos no existen y entonces es necesario hacer estimaciones de carácter preliminar para tener idea de la magnitud de esas crecientes.

Dentro de esta línea de pensamiento, se han encontrado diversas fórmulas empíricas que relacionan características físicas de las cuencas con la magnitud de las crecientes ocurridas. W. P. Creager, analizando crecientes excepcionales registradas en ríos de todo el mundo ha obtenido una serie de curvas envolventes que relacionan las áreas de las cuencas con la magnitud del pico de esas crecientes. Estas curvas pueden tener algún valor en caso de estudios preliminares, pero se ha pensado que si dichas curvas se obtienen para regiones climatológicamente homogéneas, el grado de veracidad puede aumentarse.

Al consultar al Ing^o Arnoldo José Gabaldón, de la División de Planeamiento de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, sobre la posibilidad de estudiar las máximas crecientes para cada río y determinar las curvas envolventes para las regiones hidrográficas en que se ha dividido el país, mantuvimos siempre en mente las limitaciones impuestas por las razones explicadas arriba.

Este trabajo había sido iniciado por C. O. Clark, quien trabajó hasta 1.950, en la División de de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas.

CAPITULO I

METODO DE LAS CURVAS ENVOLVENTES

Estimación de crecientes.-

La estimación de crecientes, es un problema hidrológico cuya solución es de gran importancia para la construcción de defensas contra inundaciones, y embalses para el aprovechamiento hidroeléctrico o para el abastecimiento de aguas de poblaciones.

Se conocen varios métodos para estimar las crecientes máximas que puede ocurrir en una cuenca en estudio. Entre estos métodos tenemos, las fórmulas empíricas que son usadas en regiones en las cuales no se tienen suficientes datos registrados. Una modalidad de estas fórmulas es el dibujo de curvas envolventes, lo cual consiste en obtener, curvas que cubren puntos, que representan registros máximos de picos de crecientes en función de las áreas de las cuencas de captación.

Entre las fórmulas más conocidas están las de Fuller, Myers, - Creager, etc.

Según Fuller, si la totalidad de los valores observados de crecientes en una misma región, fueran dibujados en un papel logarítmico, en función de las áreas de drenaje de las hoyas, el lugar geométrico de - estos puntos que representan las diversas crecientes sería una línea - recta.

La fórmula de Fuller es la siguiente:

$$Q = C \times A^n$$

donde: Q Gasto en pie³/seg

A Area de la hoya en millas²

n Constante que depende de las características de la hoya

W.P. Creager observó que algunos puntos que representaban crecientes excepcionales, se acercaban bastante a la línea recta de Fuller. Esto en virtud de no haberse tenido en cuenta otros factores como: uso del suelo, declive de la cuenca, acumulación del agua en las depresiones, régimen de precipitación, etc.

En cuanto al valor de "n" Linsley en el libro "Hidrology for Engineers" expone: "El valor de n adoptado según Fuller es 0,8; Myers de 0,5; Fanning $5/6$ y Talbot 0,75. Sólo por la diferencia entre estos exponentes queda evidentemente demostrada que la fórmula no es adecuada". Por tal motivo W. P. Creager propuso para la envolvente de las áreas drenadas de las hoyas una curva cuya ecuación es:

$$Q = 46 C A^{(0,894 A^{-0.048} - 1)}$$

donde: C Es un coeficiente variable para cada región a determinarse

Q Es el gasto en $\text{pie}^3/\text{seg}/\text{milla}^2$

A Es el área de drenaje de la hoya en milla^2

En unidades métricas la ecuación de Creager sería:

$$Q = 46 \times 0.01093 \times C \left(\frac{A}{2,59} \right)^{(0,936 A^{-0.048} - 1)}$$

donde: Q viene dado en $\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$

A viene dada en km^2

Usos de las curvas envolventes.-

Los usos de las curvas envolventes en diferentes proyectos o estudios hidráulicos es limitado a sólo una estimación de lo que puede ocurrir en una determinada cuenca al producirse una creciente o al esti-

mar ésta. Por esto hacemos hincapié en que los usos que enumeramos a continuación de las envolventes son aproximaciones a valores a usarse.

Entre otros:

- 1º.- Son de gran utilidad en los estudios de crecientes a usarse en el diseño de aliviaderos.
- 2º.- En la determinación de cotas en embalses.
- 3º.- En la determinación de cotas para el levanta-
miento de defensas contra inundaciones para protección a pueblos y ciudades.
- 4º.- En algunos casos se usa en la extrapolación de la curva de gastos en un río determinado.

CAPITULO II

OBTENCION DE CURVAS ENVOLVENTES PARA RIOS VENEZOLANOS

Para trazar las curvas envolventes de crecientes máximas para ríos venezolanos, se escogió la zona Norte de Venezuela y se adoptó la división en regiones hidrográficas efectuada por la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, por ser la zona donde existen mayor número de estaciones hidrométricas con datos registrados.

La división de Venezuela en regiones hidrográficas es la siguiente:

- I Lago de Maracaibo
- II Falcón
- III Tocuyo-Yaracuy
- IV Norte del Apure
- V Sur del Apure
- VI Costa Central
- VII Lago de Valencia
- VIII Tuy-Barlovento
- IX Unare
- X Llanos orientales
- XI Costa Nor-oriental
- XII Delta del Orinoco

Selección de ríos:

De cada una de las regiones hidrográficas se seleccionaron aquellos ríos que tienen mayor número de datos de crecientes registradas. Se eligió luego la máxima creciente del período de registro para cada río y el área drenada por él hasta el sitio de aforo.

Se procedió luego a calcular los gastos unitarios por km^2 de cuenca dividiendo la creciente máxima entre el área respectiva del río en estudio. Cuadros 2-A B C D E F

REGION HIDROGRAFICA I

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Gachiri	La Cazadora	830	1.959-1.962	18,1	0,022
Escalante	Ferreira	3.920	1.954-1.962	580	0,148
Motatán	Agua Viva	4.200	1.941-1.962	710	0,169
Palmar	El Diluvio	888	1.958-1962	305	0,343
Socuy	Playa Bonita	575	1.959-1.962	293	0,509
Palmar	Las Múcuras	1.572	1.943-1.962	455	0,289

REGION HIDROGRAFICA II

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Maticora	Pte. Don Pancho	2.490	1.959-1.962	197	0,079

Cuadro 2-A

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Aroa	El Hacha	860	1.959-1.962	19,9	0,023
Bucares	Piedras Negras	910	1.941-1.962	100	0,109
Tocuyo	Pte. Torres	3.590	1.943-1.962	1.570	0,437
Yaracuy	Pte. Cumanipa	266	1.951-1.962	326	1,225
Yaracuy	Pte. Peñón	1.206	1.944-1.962	216	0,179

Cuadro 2-B

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Acarigua	Pte. Acarigua	970	1.950-1.962	1.500	1,546
Bejuma	Pte. Bejuma	40	1.949-1.950	124	3,100
Boconó	Peña Larga	1.580	1.952-1.962	1.850	1,170
Camoruco	Sitio de Presa	620	1.958-1.962	49	0,079
Cojedes	San Rafael de Onoto	4.325	1.942-1.962	1.650	0,038
Guanare	Pte. Coromoto	1.310	1.957-1.961	1.550	1,183
Guárico	Boca Chica	475	1.940-1.943	253	0,532
Guárico	La Puerta	625	1.940-1.962	610	0,976
Guárico	Boca de Cagua	2.040	1.954-1.962	610	0,299
Guárico	Camatagua	2.185	1.950-1.955	590	0,270
Guárico	Calabozo-San Marcos	8.150	1.952-1.956	435	0,0534
Guataparo	Cía Inglesa	39	1.951-1.962	26	0,666

Cuadro 2-C

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Guataparo	Mocundo	81	1.940-1.945	78,5	0,969
Las Marias	Pte. Las Marias	325	1.957-1.962	540	1,662
Las Raíces	Las Raíces	199	1.961-1.962	107	0,538
Masparro	Pte. Masparro	495	1.951-1.962	3.000	6,061
Morador	Pte. Morador	615	1.957-1.962	515	0,837
Orituco	Guanapito	170	1.959-1.961	295	1,735
Paguey	El Paso	810	1.950-1.962	1.856	2,291
Pao	Paso La Balsa	2.730	1.951-1.962	820	0,300
Portuguesa	Pte. Portuguesa	810	1.957-1.962	690	0,852
Sto. Domingo	El Curay	690	1.952-1.959	1.267	1,836
Sto. Domingo	Pte. Sto. Domingo	1.215	1.959-1.962	1.250	1,029
Sarare	Sarare	220	1.950-1.962	270	1,227

Cuadro 2-C

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Sarare	Agua Blanca	585	1.942-1.962	375	0,641
Tinaco	Pte. Tinaco	625	1.951-1.962	1.000	1,600
Tinaco	Sitio de Presa	1.330	1.959-1.961	375	0,282
Tirgua	Paso Viboral	1.490	1.941-1.962	886	0,595
Torito	Paso Las Manchas	56	1.948-1.950	41,9	0,748
Tucupido	Pte. Tucupido	440	1.957-1.962	1.270	2,887
Tucutunemo	La Carita	172	1.941-1.947	84,5	0,491
Tucutunemo	Tucutunemito	99	1.947-1.962	116	1,172
Turbio	Pte. Tononó	1.710	1.945-1.954 1.957-1.962	158	0,092
Guache	Pte. Viejo	300	1.950-1.962	945	3,150

Cuadro 2-C

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Aragua	Hda. El Recreo	198	1.940-1.957 1.960-1.962	168	0,848
Guacara	Las Vegas	75	1.949-1.962	44	0,586
Las Minas	Barrancón	85	1.945-1.962	242	2,848
Los Guayos	Pte. Los Guayos	114	1.949-1.962	63,5	0,557
Maruria	Casa Sánchez	49	1.950-1.955	31	0,633
Tocorón	Parcela Chavero	114	1.951-1.962	193	1,693
Turmero	Turmero	192	1.942-1.962	220	1,146

Cuadro 2-D

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A. m ³ /seg/km ²
Cuira	Hda. Sta. Rosa	595	1.949-1.951	572	0,961
Curiepe	Curiepe	125	1.949-1.952	153	1,224
Grande	Carpintero	719	1.943-1.962	374	0,520
Güaire	Pichao	807	1.952-1.961	700	0,867
Güaire	Mopía	1.222	1.945-1.951	221	0,181
Tuy	Hda. Tazón	1.180	1.941-1.962	385	0,326
Tuy	El Vigía	3.620	1.946-1.962	572	0,158

Cuadro 2-E

REGION HIDROGRAFICA IX

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Aragua	La Chorrera	1.881	1.945-1.962	81,9	0,043
Aragua	El Vallito	1.935	1.961-1.962	40	0,002
Neverí	Botalón	976	1.941-1.945 1.961-1.962	491	0,503
Querecual	Querecual	254	1.948-1.962	727	2,862
Tamanaco	San Antonio de Tamanaco	498	1.961-1.962	70	0,141

REGION HIDROGRAFICA XI

RIO	ESTACION	AREA km ²	AÑOS DE REGISTRO	CRECIENTE MAX. m ³ /seg	Q/A m ³ /seg/km ²
Carinicua	El Negro	550	1.961-1.962	223	0,405
Carinicua	El Cordón	615	1.952-1.959	690	1,122
Manzanares	Guaripa	830	1.941-1.962	410	0,494

Obtención de las curvas envolventes:

Obtenido el gasto unitario por km^2 de cuenca, para cada río de las regiones hidrográficas se procedió a dibujar en papel logarítmico estos valores, versus sus respectivas áreas de captación. Una vez dibujados - estos gastos, se buscaron los puntos que mejor se adaptaran a las condi - ciones de las envolventes para trazar dichas curvas. Se dibujaron las - curvas dejando fuera de las mismas los puntos que representan los ríos - Caroní y Masparro. Estas curvas son las definidas por la ecuación de - Creager y son las que mejor se adaptan a los puntos dibujados.

El Caroní no se tomó en cuenta por la gran extensión de su cuenca y la poca seguridad que se tiene al medir un gasto de un río tan cauda- loso por los métodos normales de medición.

El río Masparro se dejó afuera por considerar, que siendo este un río de la región hidrográfica IV y estando la mayor parte de las cre- cientes de dicha región agrupadas en forma distinta, no era conveniente controlar el trazado de la curva por un sólo punto.

Una vez dibujadas las curvas se procedió a tomar tres puntos de ca - da una, para calcular el valor de C, que sirve para definir la ecuación de Creager.

Para calcular C aplicamos la fórmula de Creager que en unidades mé - tricas es:

$$Q = 46 \times 0.01093 \times c \left(\frac{A}{2.59} \right)^{(0.936 A^{-0.048} - 1)}$$

donde:

Q viene dado en $\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$

C coeficiente de Creager

A viene dado en km^2

Se obtuvieron valores de C para las envolventes de ríos de todo el país y de la región hidrográfica IV. Gráficos I, II.

La nomenclatura de los ríos analizados que se usó en el dibujo de los gráficos es la siguiente:

<u>CLAVE:</u>	<u>RIO:</u>
01	Cachiri
02	Escalante
03	Motatán
04	Palmar (El Diluvio)
05	Palmar (Las Múcuras)
06	Socuy (Plaza Bonita)
07	Matícora
08	Aroa
09	Bucares
10	Tocuyo
11	Yaracuy (Pte. Cumaripa)
12	Yaracuy (Pte. Peñón)
13	Acarigua
14	Bejuma
15	Boconó
16	Camaruco
17	Cojedes
18	Guanare
19	Guárico (Boca Chica)
20	Guárico (La Puerta)
21	Guárico (Boca de Cagua)

22	Guárico (Camatagua)
23	Guárico (Calabozo-San Marcos)
24	Guataparo (Cía Inglesa)
25	Guataparo (Mocundo)
26	Las Marías
27	Las Raíces
28	Masparro
29	Morador
30	Orituco
31	Pagüey
32	Pao
33	Portuguesa
34	Sto. Domingo (El Curay)
35	Sto. Domingo (Pto. Santo Domingo)
36	Sarare (Sarare)
37	Sarare (Agua Blanca)
38	Tinaco (Pto. Tinaco)
39	Tinaco (Sito de Presa)
40	Tirgua
41	Torito
42	Tucupido
43	Tucutunemo (La Carita)
44	Tucutunemo (Tucutunemito)
45	Turbio
46	Guache
47	Aragua (Hda. El Recreo)
48	Guacara

49	Las Minas
50	Los Guayos
51	Maruria
52	Tocorón
53	Turmero
54	Cuira
55	Curiepe
56	Grande
57	Güaire (Pichao)
58	Güaire (Mopia)
59	Tuy (Hda. Tazón)
60	Tuy (El Vigía)
61	Aragua (La Chorrera)
62	Neverí
63	Querecual
64	Tamanaco
65	Carinicuaao (El Negro)
66	Carinicuaao (El Cordón)
67	Manzanares

Un ejemplo cualquiera del cálculo de C es el siguiente:

Datos: Area de la cuenca igual a 300 km²

Gasto unitario igual 4.80 m³/seg./km².

$$\text{Fórmula: } Q = 46 \times 0.01093 \times C \left(\frac{A}{2.59} \right)^{(0.936 A^{-0.048} - 1)}$$

Cálculos:

$$Q = 0.5028 \times C \left(\frac{A}{2.59} \right)^{(0.936 A^{-0.048} - 1)}$$

resolviendo por partes:

$$\begin{aligned}
 A^{-0.048} &= 300^{-0.048} &= -0.048 \times \log 300 &= -0.048 \times 2,4771213 \\
 &= -0.1189018 && 10,0000000 - 0,1189018 \\
 &= 9,8810982 &\text{antilog } 9,8810982 &= 0.76050
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A^{-0.048} \\
 &= 0.76050
 \end{aligned}$$

$$0.936 A^{-0.048} = 0.936 \times 0.76050 = 0.711828$$

$$\begin{aligned}
 0.936 A^{-0.048} \\
 &= 0.711828
 \end{aligned}$$

$$0.936 A^{-0.048} - 1 = 0.711828 - 1 = -0.288172$$

$$\begin{aligned}
 0.936 A^{-0.048} \\
 - 1 = -0.288172
 \end{aligned}$$

$$\frac{A}{2.59} = \frac{300}{2.59} = 115,83$$

$$\frac{A}{2.59} = 115,83$$

$$\begin{aligned}
 \left(\frac{A}{2.59} \right)^{(0.936 A^{-0.048} - 1)} &= (115,83)^{-0.288172} \\
 &= -0.288172 \times \log 115,83 \\
 &= -0.288172 \times 2,0638211 = 0,5947355 \\
 &= 10,0000000 - 0,5947355 = 9,4052645 \\
 \text{antilog } 9,4052645 &= 0,25425
 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{A}{2.59}\right) (0.936 A^{-0.048} - 1)$$

$$= 0.25425$$

$$0.5028 \times \left(\frac{A}{2.59}\right) (0.936 A^{-0.048} - 1)$$
$$= 0.5028 \times 0.25425 = 0.1278369$$

$$0.5828 \times \left(\frac{A}{2.59}\right) (0.936 A^{-0.048} - 1)$$

$$= 0.1278369$$

$Q = C \times 0,1278369$ de donde C

$$C = \frac{Q}{0.1278369} = \frac{4.80}{0.1278369} = 37.5$$

luego el valor de $C = 37.5$

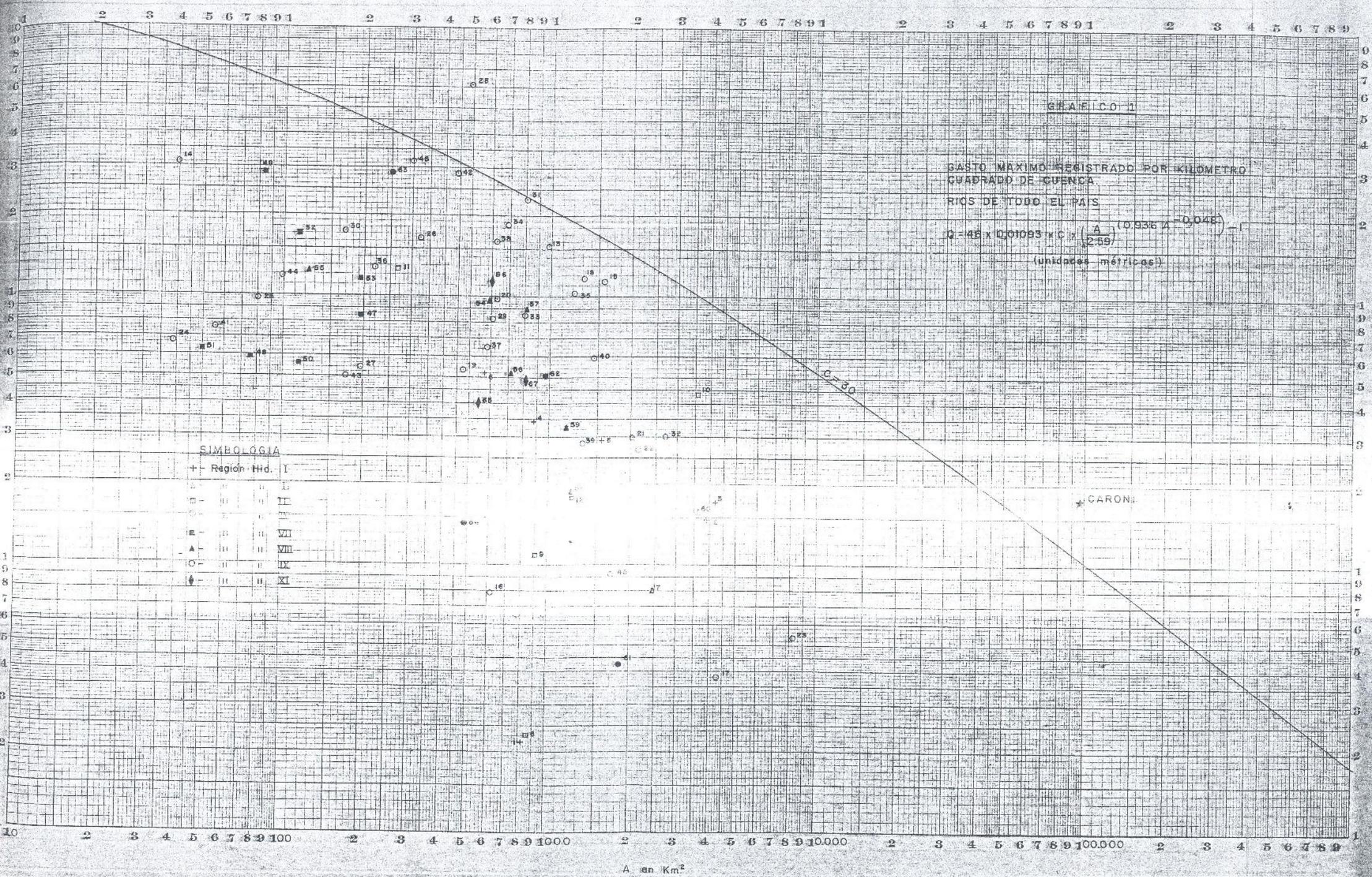


GRAFICO 11

GASTO MAXIMO REGISTRADO POR KILOMETRO CUADRADO DE CUENCA
 RIOS DE TODO EL PAIS

$$Q = 48 \times 0.01083 \times C \times \left(\frac{A}{2.59} \right)^{0.936} A^{-0.048}$$

(unidades métricas)

SIMBOLOGIA

- + - Región Hd. I
- - " " II
- - " " III
- - " " VI
- ▲ - " " VIII
- - " " IX
- ◆ - " " XI

CARONI

A en Km²

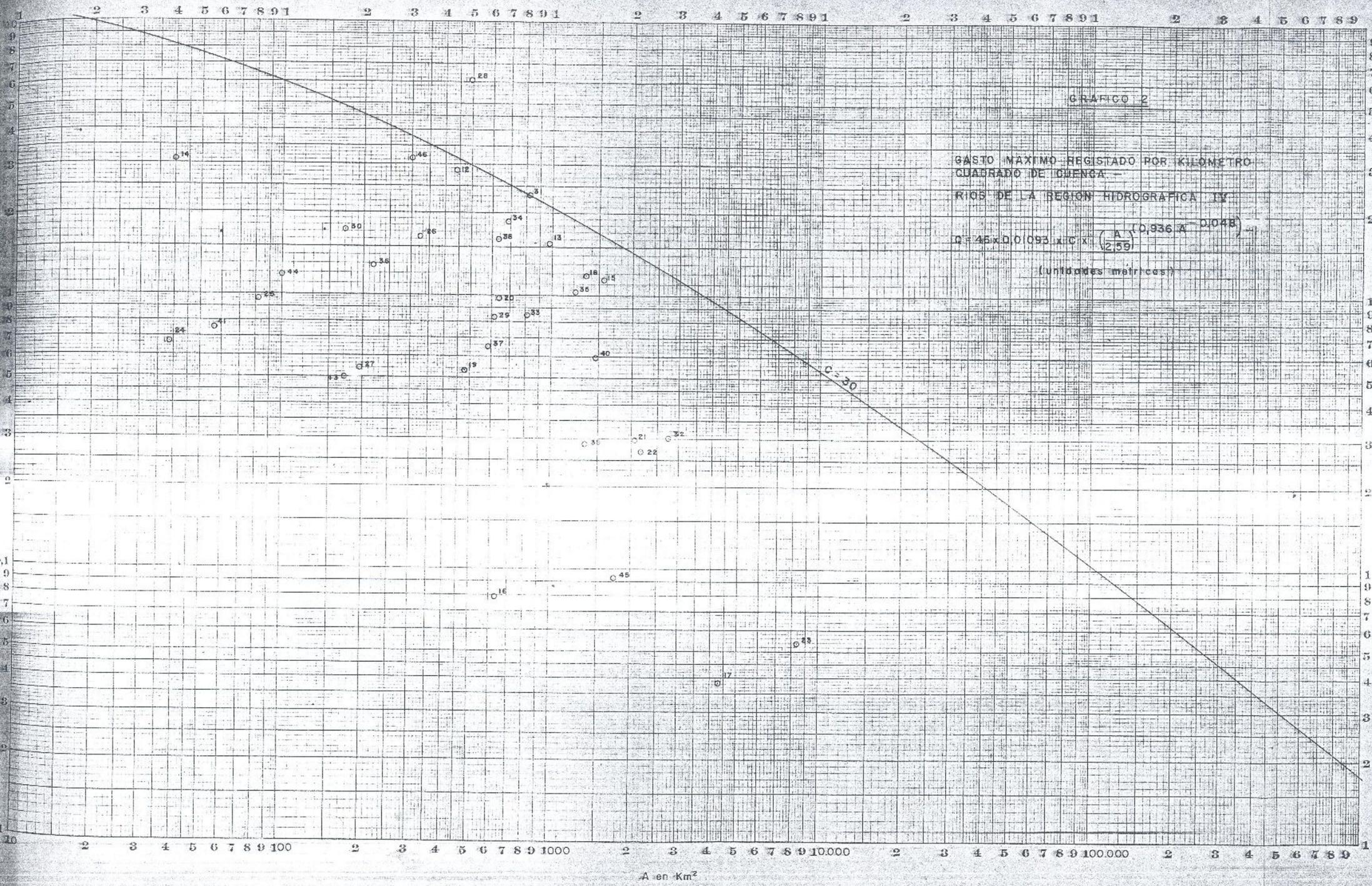


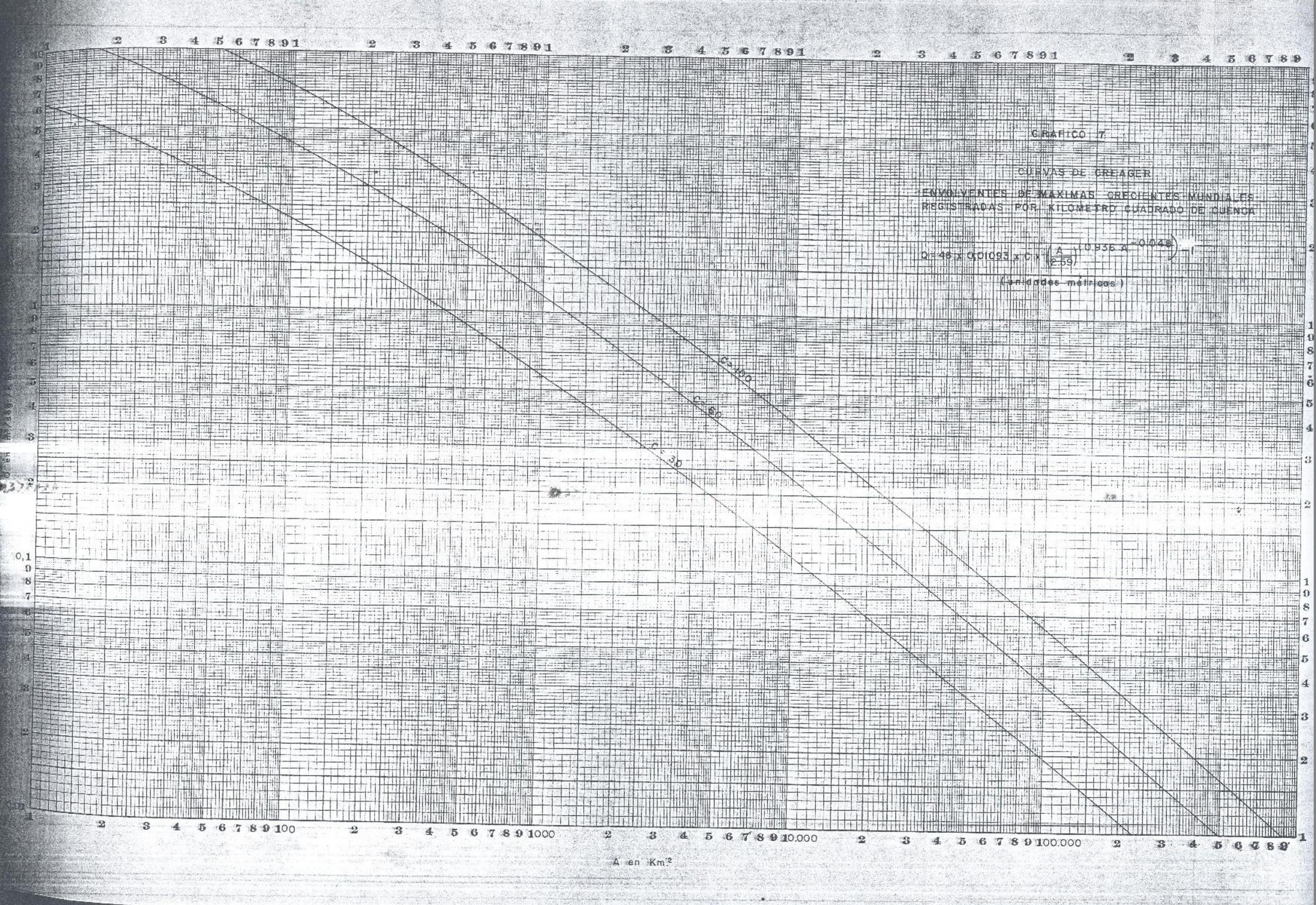
GRÁFICO 2

GASTO MÁXIMO REGISTRADO POR KILOMETRO CUADRADO DE CUENCA - RÍOS DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA IV

$$Q = 46 \times 0.0093 \times C \times \left(\frac{A}{2.59}\right)^{0.936} \times 0.048$$

(unidades métricas)

A en Km²



CAPITULO III

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

Una vez dibujadas las curvas envolventes para ríos de todo el país y región hidrográfica IV, se creyó necesario hacer un estudio de análisis de frecuencia de los ríos escogidos para trazar dichas curvas. El método que se utilizó fué el "Metodo Estadístico de Gumbel", por considerar que es uno de los más conservadores y práctico que se conoce en relación con los otros métodos conocidos, con la finalidad de poder prever los gastos que ocasionarían las crecientes. Por lo tanto, pasamos a explicar el "Método Estadístico de Gumbel".

Explicación teórica:

Este método está basado en la distribución de valores extremos mediante la ley de probabilidad. Si tenemos que X_1, X_2, X_n son los valores extremos de crecientes en cada año, la probabilidad de ocurrencia P de un valor igual o menor que X , está dada por la fórmula:

$$P = e^{-e^{-y}} \quad (1)$$

donde "e" es la base de los logaritmos Neperianos, "y" es una variable reducida dada por:

$$y = a (X - X_f) \quad (2)$$

donde " X_f " es la forma de distribución, difícil de obtener; y "a" es el parámetro de dispersión. Gumbel determinó que "a" y " X_f " son funciones de la media de " X_p " y de la desviación standart σ_x y obtuvo:

$$X_f = X_p - 0,45005 \cdot \sigma_x \quad (3)$$

$$a = \frac{1,28255}{\sigma_x} \quad (4)$$

Las constantes de las ecuaciones (3 y 4) se determinan teóricamente. La ecuación (1) es una expresión de la probabilidad de no ocurrencia del evento.

La forma práctica de aplicar este método se reduce a dibujar los puntos en un sistema de coordenadas donde las ordenadas representan crecientes y las abscisas valores de "y". Esta representación es una línea recta que define a la ecuación (2).

Para interpretar los resultados del gráfico anteriormente descrito es necesario obtener los valores en términos de probabilidad según la ecuación (1) y la escala para los períodos de retornos T_r puede ser calculada mediante la siguiente fórmula:

$$T_r = \frac{1}{1-P} \quad (5)$$

Las ecuaciones resultantes son:

$$X_f = X_p - X \frac{\bar{y}_n}{\sigma_n} \quad (6)$$

$$a = \frac{\sigma_n}{\sigma_x} \quad (7)$$

Las cantidades teóricas " \bar{y}_n " y " σ_n " son funciones solamente de la magnitud de los datos (Tabla I).

<u>n</u>	<u>\bar{y}_n</u>	<u>σ_n</u>
10	0.4952	0.9497
15	0.5128	1.0205
20	0.5235	1.0628
25	0.5308	1.0914

Combinando las ecuaciones (2,6,7), tenemos:

$$X = X_p + \frac{\sigma_X}{\sigma_n} (y - \bar{y}_n) \quad (8)$$

Chow³ ha demostrado que las funciones más frecuentes aplicables para análisis hidrológicos pueden ser resueltas en la forma general:

$$X = X_p + K \sigma_X \quad (9)$$

Donde el factor de frecuencia K toma valores diferentes dependiendo de la aproximación que se usa. De la ecuación (8) se puede observar que para el método de Gumbel $K = \frac{y - \bar{y}_n}{\sigma_n}$ y puede ser puesto en función de "T_r" y "n".

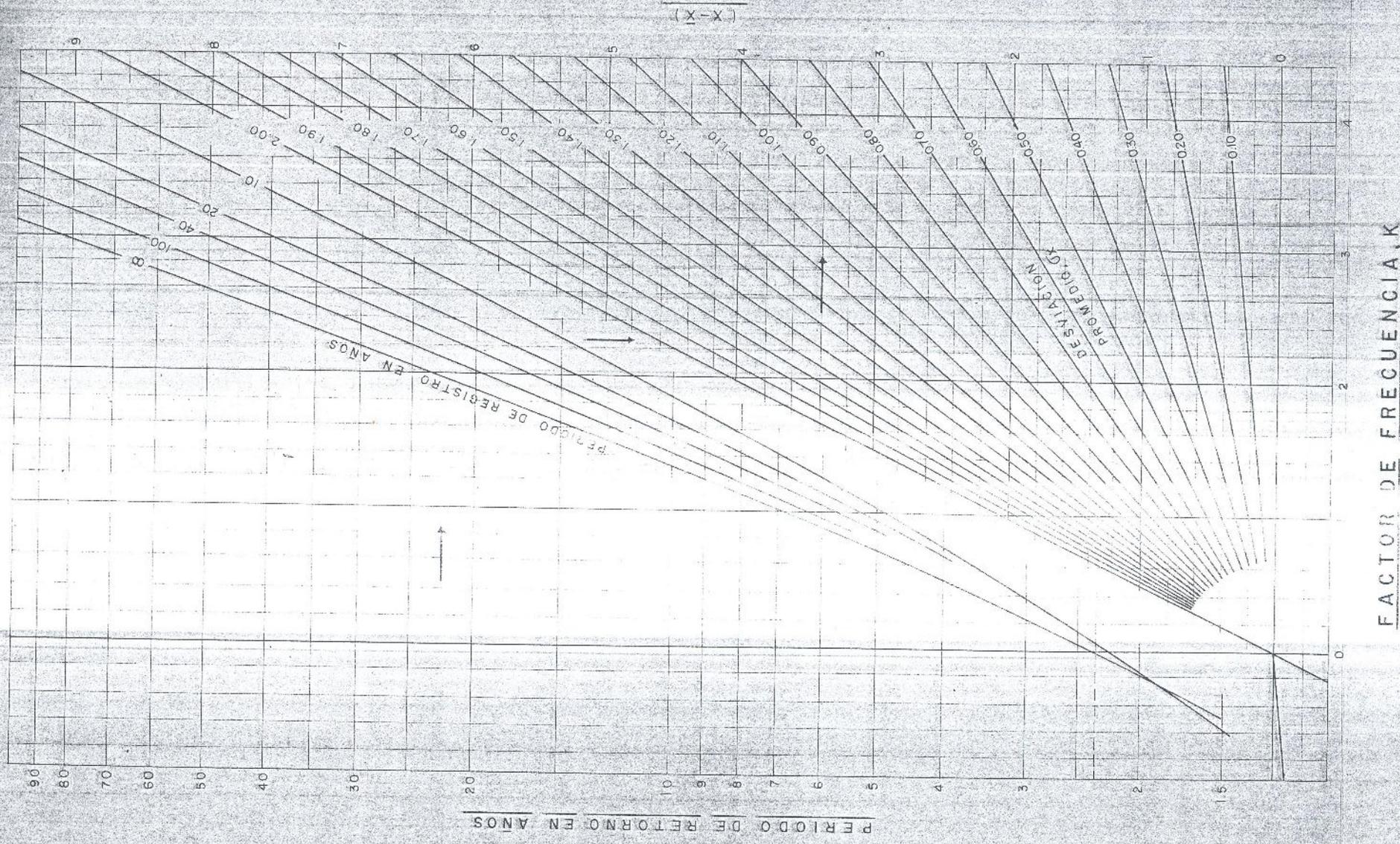
Manera de utilizar el gráfico de Gumbel:

Para encontrar el valor de un gasto para un período de retorno dado, entramos en el gráfico de Gumbel para análisis de frecuencia de la siguiente manera:

Entramos en el gráfico con el T_r deseado, luego se pasa en forma horizontal hasta cortar la curva del período de registro en años del río en estudio; luego bajamos verticalmente hasta cortar la curva de la desviación promedio $\sigma_X = \sqrt{\frac{(X - X_p)^2}{N - 1}}$; luego en forma horizontal hasta contar la escala de los X - X_p. Obtenido el valor de X - X_p, donde X_p es conocido, despejamos el valor de X, el cual será el gasto máximo probable de ocurrir en este período de retorno.

Nota.- Si el valor de X cae fuera del rango indicado, se multiplican tanto X como X - X_p por un factor apropiado.

GRAFICO DE GUMBEL PARA ANALISIS DE FRECUENCIA



FACTOR DE FRECUENCIA, K

NOTA: SI EL VALOR DE σx CAE FUERA DEL RANGO INDICADO, SE MULTIPLICAN TANTO σx COMO $X - \bar{X}$ POR UN FACTOR APROPIADO

CAPITULO IV

APLICACION DEL METODO DE GUMBEL A RIOS DE VENEZUELA

Selección de datos.-

Para la aplicación del método de Gumbel a ríos venezolanos se hizo una selección de todos aquéllos que tuvieran registros de diez años o más, eliminando todos los que tienen lecturas de mira, ya que estos datos no pueden usarse en un análisis de esta naturaleza, puesto que no se puede asegurar que el observador que anotó las lecturas de mira haya tomado al pico de la creciente. Por este motivo es que hemos trabajado únicamente con ríos que tienen estaciones automáticas registradoras de nivel de crecientes, datos que hemos tomado de la publicación "Resumen de datos hidrométricos 1.940-1.962" del Ministerio de Obras Públicas.

Aplicación del método de Gumbel.-

El modo que aplicamos el método de Gumbel es el siguiente:

Conocido el número de años n y los valores de crecientes máximas anuales x se calculó:

1º.- El valor promedio X_p

$$X_p = \frac{\sum x}{N}$$

2º.- La desviación Standart

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{(x - X_p)^2}{N - 1}}$$

3º.- El período de retorno correspondiente a cada valor de x mediante la fórmula $Tr = \frac{n+1}{m}$ siendo m el orden de cada valor anotados en orden decreciente. Por diversas razones los períodos de algunos de estos ríos, no son continuos ó al eliminar aquellos datos de lecturas de mira nos quedan períodos discontinuos.

Gumbel¹ para períodos discontinuos dice lo siguiente:

"Tomar la suma del número total de picos observados, éste será el valor de n . El valor del $1/T_r$ será igual a $\frac{m}{n+1}$; y la unidad en el papel de probabilidades como abscisas se rá igual al cociente del número total de años, sobre el número de picos".

Como ejemplo ilustrativo, tomaremos los datos presentados por Gumbel¹: "Supongamos que existen los datos dispersos de 1.762 a 1.840 y de 1.846 a 1.934 de donde se tomaron 75 picos observados y los datos continuos de 1.935 a 1.942, en este caso se tendrá que $n = 83$; para el valor de $1/T_r$ se tendrá el valor $\frac{m}{84}$. Tenemos entonces 83 picos para 181 años. El T_r no será para años completos sino que usaremos como unidad en el eje de las abscisas, el valor $\frac{181}{83} = 2,18$ años".

Nosotros hemos tomado estos períodos discontinuos, como series anuales continuas, porque consideramos que aplicar Gumbel¹ para períodos discontinuos es un refinamiento - innecesario en nuestro caso, ya que los años de registro de estos ríos no pasan de 25 años y la discontinuidad en dichos registros es de 5 a 6 años como máximo y la unidad a usar - en el papel de probabilidades como abscisa varía entre 1 a 1,3 años. Para nuestro trabajo hemos considerado la unidad a usar en el papel de probabilidades igual a un año.

42.- Luego se procede a calcular la probabilidad de no ocurrencia en porcentaje y las máximas probables para los tiempos de - retorno que se deseen, de la siguiente manera:

$$P = \frac{T_r - 1}{T_r} .$$

5^o.- Conocido el valor de P de la ecuación: $P = e^{-e^{-y}}$, despejamos el valor de "y" obteniendo que el $\text{Ln} \left(\text{Ln} \frac{1}{P} \right) = y$.

El $\text{Ln} \frac{1}{P}$ será siempre positivo ya que, $0 < P < 1$.

6^o.- Conocido "y", los valores \bar{y}_n ; σ_n sacados de la Tabla Nº 1 se procede a calcular el valor de K y de X.

$$K = \frac{y - \bar{y}_n}{\sigma_n} \quad X = X_p + K \sigma_x$$

Una vez conocidos estos valores se procedió a dibujar los valores de x contra el T_r correspondiente en el papel de probabilidades de Gumbel, efectuando los siguientes pasos:

- a) Tomamos como período de retorno, los valores de 100, 50; y 2.3 años con sus respectivos valores de x. El $T_r = 2.3$ corresponde al valor X_p (valor promedio).
- b) Dibujamos estos tres valores y se procedió a dibujar la recta que los une.
- c) Luego se dibujaron los demás valores de x contra sus respectivos T_r .

Estos cálculos se hicieron mediante un programa de máquinas I.B.M., preparado y procesado por el Ing^o José Yamin de la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas.

En las páginas 22 al 67, se encuentran los cálculos de cada río con sus respectivo gráfico.

TABLA 1

METODO DE GUMBEL

<u>n</u>	<u>\bar{y}_n</u>	<u>σ_n</u>
8	0.4813	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9497
11	0.4996	0.9676
12	0.5035	0.9833
13	0.5070	0.9972
14	0.5100	1.0095
15	0.5128	1.02057
16	0.5157	1.0316
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5220	1.0566
20	0.52355	1.06283
21	0.5252	1.0696
22	0.5268	1.0754
23	0.5283	1.0811
24	0.5296	1.0864
25	0.53086	1.09145
26	0.5320	1.0961
27	0.5332	1.1004
28	0.5343	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.53622	1.11238

<u>n</u>	<u>\bar{y}_n</u>	<u>σ_n</u>
31	0.5371	1.1159
32	0.5380	1.1193
33	0.5388	1.1226
34	0.5396	1.1255
35	0.54034	1.12847
36	0.5410	1.1313
37	0.5418	1.1339
38	0.5424	1.1363
39	0.5430	1.1388
40	0.54362	1.14132
41	0.5442	1.1436
42	0.5448	1.1458
43	0.5453	1.1480
44	0.5458	1.1499
45	0.54630	1.15185
46	0.5468	1.1538
47	0.5473	1.1557
48	0.5477	1.1574
49	0.5481	1.1590
50	0.54854	1.16066
51	0.5489	1.1623
52	0.5493	1.1638
53	0.5497	1.1653
54	0.5501	1.1667
55	0.5504	1.1681
56	0.5508	1.1696

n	\bar{y}_n	σ_n
57	0.5511	1.1708
58	0.5515	1.1721
59	0.5518	1.1734
60	0.55208	1.17467
62	0.5527	1.1770
64	0.5533	1.1793
66	0.5538	1.1814
68	0.5543	1.1834
70	0.55477	1.18536
72	0.5552	1.1873
74	0.5557	1.1890
76	0.5561	1.1906
78	0.5565	1.1923
80	0.55688	1.19382
82	0.5572	1.1953
84	0.5576	1.1967
86	0.5580	1.1980
88	0.5583	1.1994
90	0.5586	1.20073
92	0.5589	1.2020
94	0.5592	1.2032
96	0.5595	1.2044
98	0.5598	1.2055
100	0.56002	1.20649
150	0.56461	1.22534
200	0.56715	1.23598

n	\bar{y}_n	σ_n
250	0.56878	1.24292
300	0.56993	1.24786
400	0.57144	1.25450
500	0.57240	1.25880
750	0.57377	1.26506
1,000	0.57450	1.26851

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Acarigua AÑOS DE REGISTRO: 11
 ESTACION: Pte. Acarigua PERIODO: 1.950-1.951-1.951-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
15000.0	648.4	420493.36	1	12.00
1350.0	498.4	248456.98	2	6.00
1100.0	248.4	61729.68	3	4.00
1070.0	218.4	47722.41	4	3.00
900.0	48.4	2347.84	5	2.40
724.0	-127.5	16267.84	6	2.00
712.0	-139.5	19472.93	7	1.71
640.0	-211.5	44751.47	8	1.50
486.0	-365.5	133623.47	9	1.33
465.0	-386.5	149417.38	10	1.09
9367.0		1330514.70		

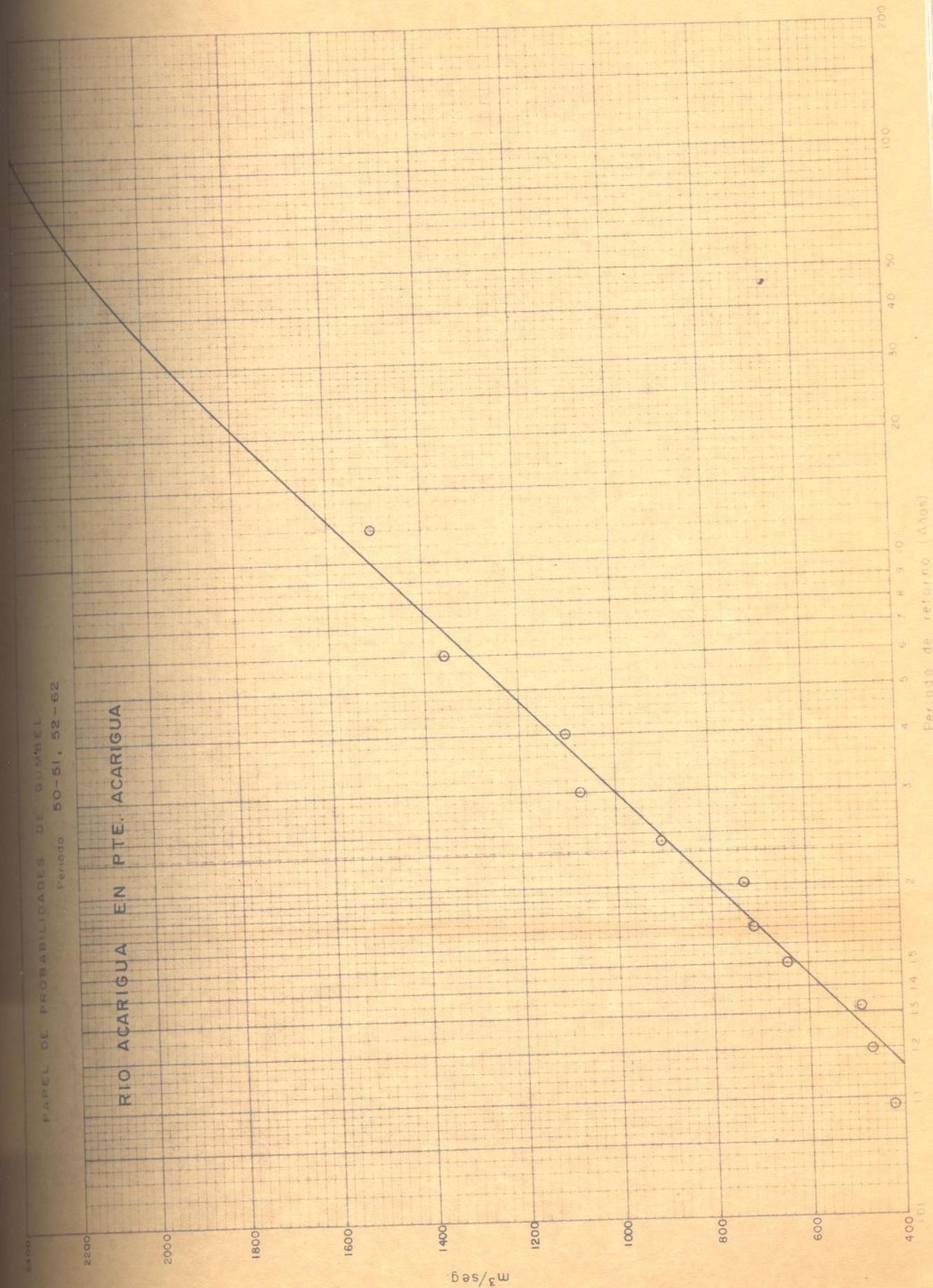
XP = 851.5

SIGMA = 364.762

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
2397.	99.000	100.0
2312.	98.750	80.0
2134.	98.000	50.0
1782.	95.000	20.0
1228.	80.000	5.0
874	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Periodo 50-51, 52-62

RIO ACARIGUA EN PTE. ACARIGUA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Aragua

AÑOS DE REGISTRO: 19

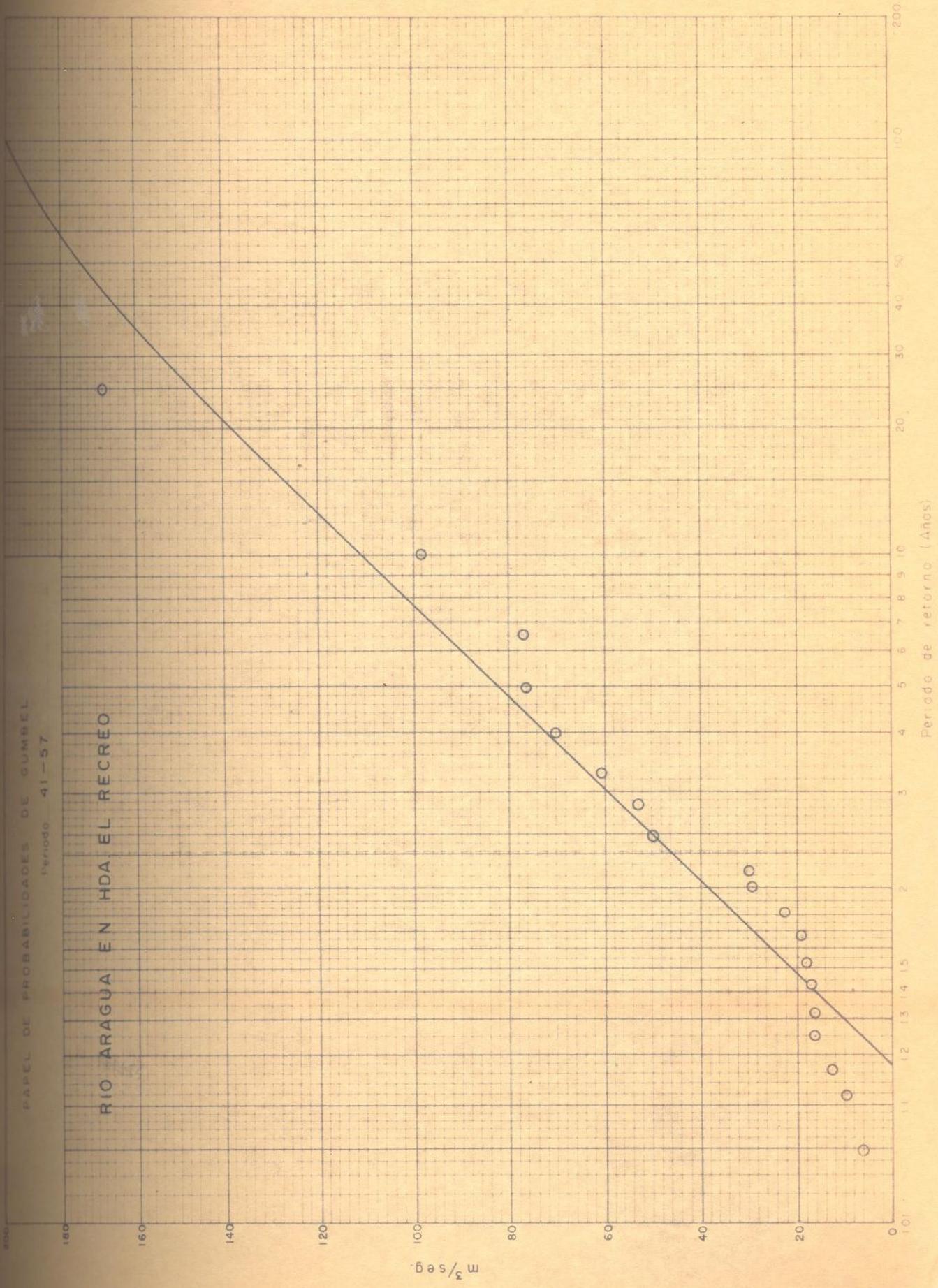
ESTACION: Hda. El Recreo PERIODO: 1.940-1.957 1.960-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
168.0	123.2	15194.45	1	20.00
98.0	53.2	2837.24	2	10.00
77.2	32.4	1054.02	3	6.66
76.0	31.2	977.54	4	5.00
70.0	25.2	638.36	5	4.00
60.0	15.2	233.04	6	3.33
52.5	7.7	60.30	7	2.85
49.8	5.0	25.66	8	2.50
29.5	-15.2	232.08	9	2.22
28.2	-16.5	273.38	10	2.00
22.6	-22.1	489.92	11	1.81
19.0	-25.7	662.24	12	1.66
18.0	-26.7	714.71	13	1.53
17.7	-27.0	730.84	14	1.42
16.8	-27.9	780.32	15	1.33
16.6	-28.1	791.53	16	1.25
14.5	-30.2	914.10	17	1.17
9.5	-35.2	1240.74	18	1.11
6.0	-38.6	1497.24	19	1.05
849.9		29347.79		

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Periodo 41-57

RIO ARAGUA EN HDA EL RECREO



XP = 44.7

SIGMA = 40.378

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
200.	99.000	100.0
192.	98.750	80.0
173.	98.000	50.0
138.	95.000	20.0
82.	80.000	5.0
46.	56.521	2.3

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Aragua

AÑOS DE REGISTRO: 12

ESTACION: La Chorrera

PERIODO: 1.948-1.952-1.954-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
85.0	22.4	504.37	1	13.00
81.9	19.3	374.74	2	6.50
78.0	15.4	238.96	3	4.33
72.6	10.0	101.17	4	3.25
70.0	7.4	55.62	5	2.60
66.0	3.4	11.96	6	2.16
62.0	-0.5	.29	7	1.85
58.5	-4.0	16.33	8	1.62
55.6	-6.9	48.18	9	1.44
46.6	-15.9	254.13	10	1.30
41.0	-21.5	464.04	11	1.18
33.3	-29.2	855.07	12	1.08
750.5		2924.90		

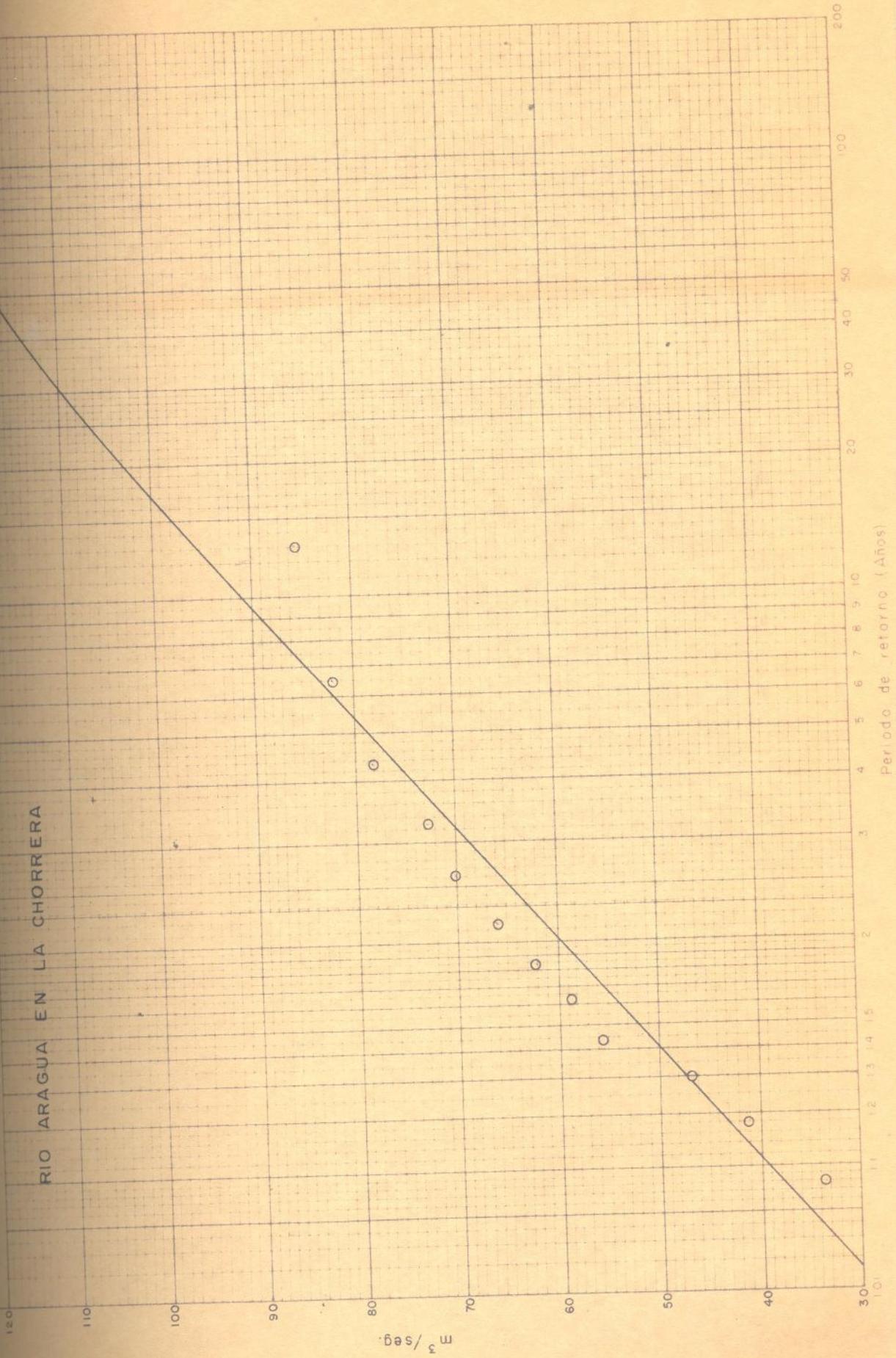
XP = 62.5

SIGMA = 16.306

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
130.	99.000	100.0
126.	98.750	80.0
118.	98.000	50.0
103.	95.000	20.0
79.	80.000	5.0
63.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 48-52, 54-62

RIO ARAGUA EN LA CHORRERA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Boconó AÑOS DE REGISTRO: 10
 ESTACION: Peña Larga PERIODO: 1952-1962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
1850.0	662.6	439038.76	1	11.00
1450.0	262.6	68958.76	2	5.50
1400.0	212.6	45198.76	3	3.66
1258.0	70.6	4984.36	4	2.75
1150.0	-37.4	1398.76	5	2.20
1085.0	-102.4	10485.76	6	1.83
1041.0	-146.4	21432.96	7	1.57
940.0	-247.4	61106.76	8	1.37
940.0	-247.4	61206.76	9	1.22
760.0	-427.4	182670.76	10	1.10
11874.0		896582.40		

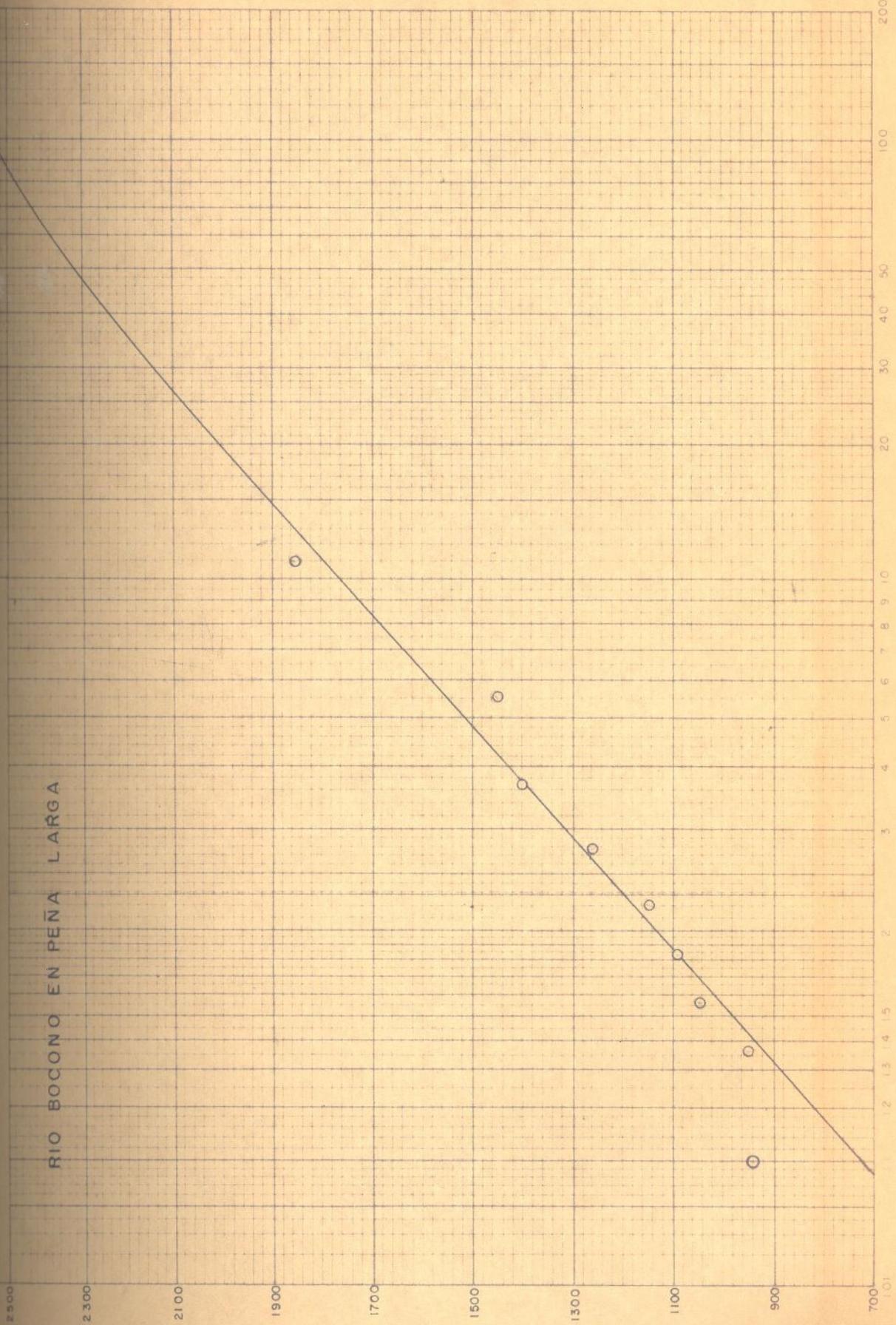
XP = 1187.4

SIGMA = 315.626

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
2551.	99.000	100.0
2477.	98.750	80.0
2319.	98.000	50.0
2009.	95.000	20.0
1521.	80.000	5.0
1209.	56.521	2.3

RIO BOCONO EN PEÑA LARGA

m³/seg



Período de retorno (Años)

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Bucare AÑOS DE REGISTRO: 15
 ESTACION: Piedras Negras PERIODO: 1.947-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

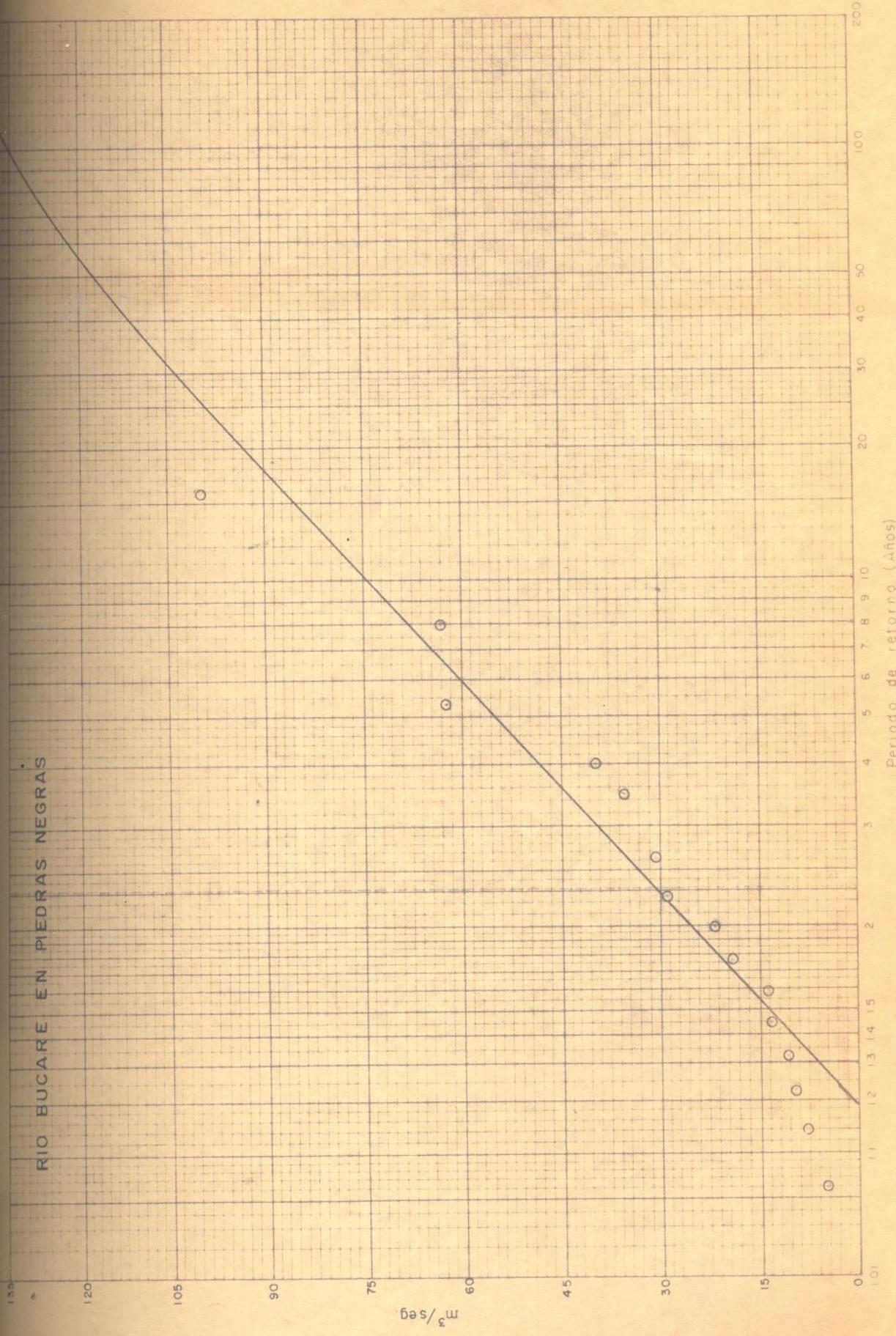
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
100.0	69.3	4811.55	1	16.00
63.0	32.3	1047.51	2	8.00
62.0	31.3	983.78	3	5.33
39.6	8.9	80.37	4	4.00
35.2	4.5	20.84	5	3.20
30.7	0.0	0.00	6	2.66
29.0	-1.6	2.67	7	2.28
21.5	-9.1	83.44	8	2.00
18.7	-11.9	142.43	9	1.77
13.5	-17.1	293.59	10	1.60
13.3	-17.3	300.49	11	1.45
10.7	-19.9	397.39	12	1.33
9.4	-21.2	450.91	13	1.23
7.9	-22.6	514.59	14	1.14
4.9	-25.6	658.67	15	1.06
459.5		9788.28		

XP = 30.6

SIGMA = 26.441

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
136.	99.000	100.0
130.	98.750	80.0
118.	98.000	50.0
94.	95.000	20.0
56.	80.000	5.0
31.	56.521	2.3

RIO BUCARE EN PIEDRAS NEGRAS



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Cojedés AÑOS DE REGISTRO: 15

ESTACION: Pte.Sn. Raf. de Onoto PERIODO: 1.942-1.945 1.950-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
1650.0	1308.1	1711212.90	1	16.00
620.0	278.1	77358.15	2	8.00
515.0	173.1	29975.15	3	5.33
350.0	8.1	66.15	4	4.00
265.0	-76.8	5908.48	5	3.20
260.0	-81.8	6702.15	6	2.66
240.0	-101.8	10376.81	7	2.28
200.0	-141.8	20126.14	8	2.00
177.0	-164.8	27181.01	9	1.77
167.0	-174.8	30578.34	10	1.60
162.0	-179.8	32352.01	11	1.45
156.0	-185.8	34546.41	12	1.33
152.0	-189.8	36049.34	13	1.23
110.0	-231.8	53762.14	14	1.14
104.0	-137.8	56580.54	15	1.06
5128.0		2132775.2		

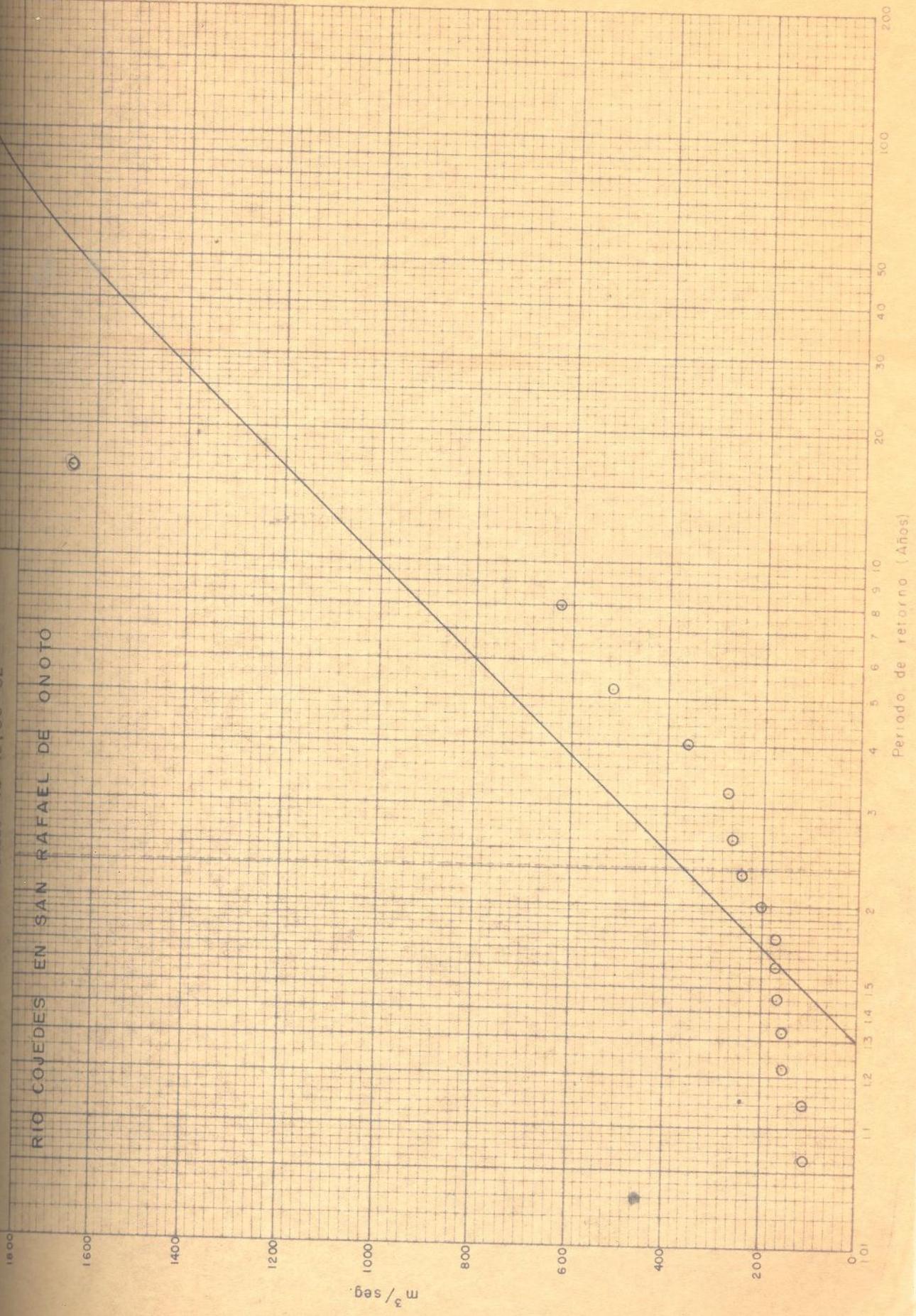
XP = 341.8

SIGMA = 390.308

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1905.	99.000	100.0
1819.	98.750	80.0
1638.	98.000	50.0
1281.	95.000	20.0
719.	80.000	5.0
360.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 42-45, 50-62

RIO COJEDES EN SAN RAFAEL DE ONOTO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Grande

AÑOS DE REGISTRO: 11

ESTACION: Carpintero PERIODO: 1.943-1.944-1.945-1.947-1.949-1.957

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-P	(X-XP) ²	M	TR
374.0	132.2	17481.64	1	12.00
341.0	99.2	9844.24	2	6.00
325.0	83.2	6925.26	3	4.00
297.0	55.2	3049.04	4	3.00
271.0	29.2	853.70	5	2.40
256.0	14.2	202.15	6	2.00
245.0	3.2	10.35	7	1.71
184.0	-57.7	3338.73	8	1.50
156.0	-85.7	7358.51	9	1.33
143.0	-98.7	9757.84	10	1.20
67.0	-174.1	30339.30	11	1.09
2659.6		89160.82		

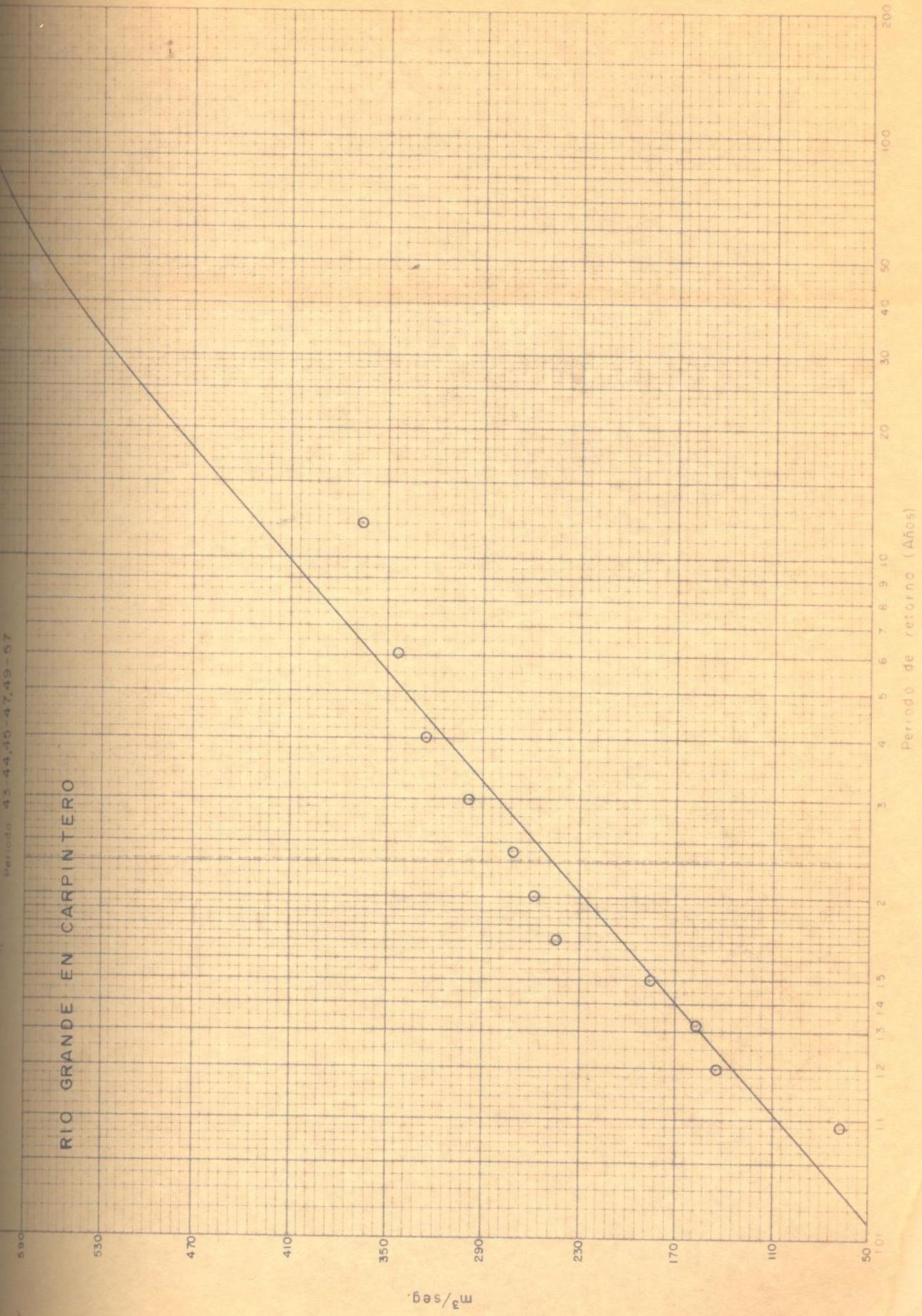
XP = 241.7

SIGMA = 94.425

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
641.	99.000	100.0
620.	98.750	80.0
573.	98.000	50.0
482.	95.000	20.0
339.	80.000	5.0
247.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 43-44,45-47,49-57

RIO GRANDE EN CARPINTERO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Guacara AÑOS DE REGISTRO: 13
 ESTACION: Las Vegas PERIODO: 1.949-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

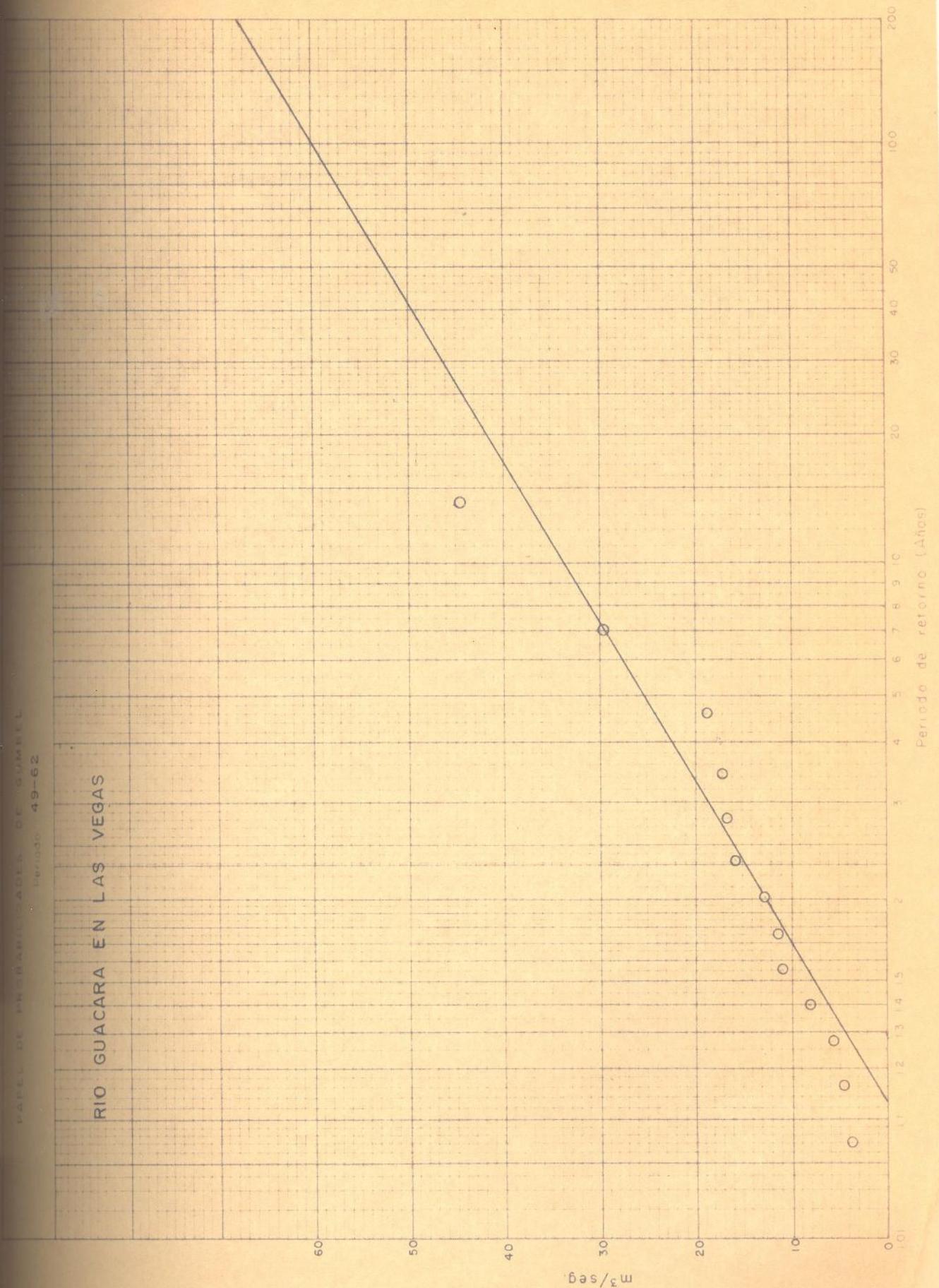
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
44.0	28.7	824.48	1	14.00
29.6	14.3	204.88	2	7.00
18.8	3.5	12.34	3	4.66
17.0	1.7	2.93	4	3.50
16.5	1.2	1.47	5	2.80
15.8	.5	.26	6	2.33
12.8	-2.4	6.18	7	2.00
11.4	-3.8	15.10	8	1.75
10.8	-4.4	20.12	9	1.55
8.1	-7.1	51.49	10	1.40
5.8	-9.4	88.47	11	1.27
4.4	-10.8	118.29	12	1.16
3.6	-11.6	136.09	13	1.07
198.7		1.482.16		

XP = 15.2

SIGMA = 11.113

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
60.	99.000	100.0
58.	98.750	80.0
53.	98.000	50.0
42.	95.000	20.0
26.	80.000	5.0
15.	56.521	2.3

RIO GUACARA EN LAS VEGAS



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Guache AÑOS DE REGISTRO: 12
 ESTACION: Pte. Viejo PERIODO: 1.950-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
945.0	534.0	285156.00	1	13.00
604.0	193.0	37249.00	2	6.50
540.0	129.0	16641.00	3	4.33
525.0	114.0	12996.00	4	3.25
490.0	79.0	6241.00	5	2.60
443.0	32.0	1024.00	6	2.16
340.0	-71.0	5041.00	7	1.85
265.0	-146.0	21316.00	8	1.62
230.0	-181.0	32761.00	9	1.44
205.0	-206.0	42436.00	10	1.30
175.0	-236.0	55696.00	11	1.18
170.0	-241.0	58081.00	12	1.08
4932.0		574638.00		

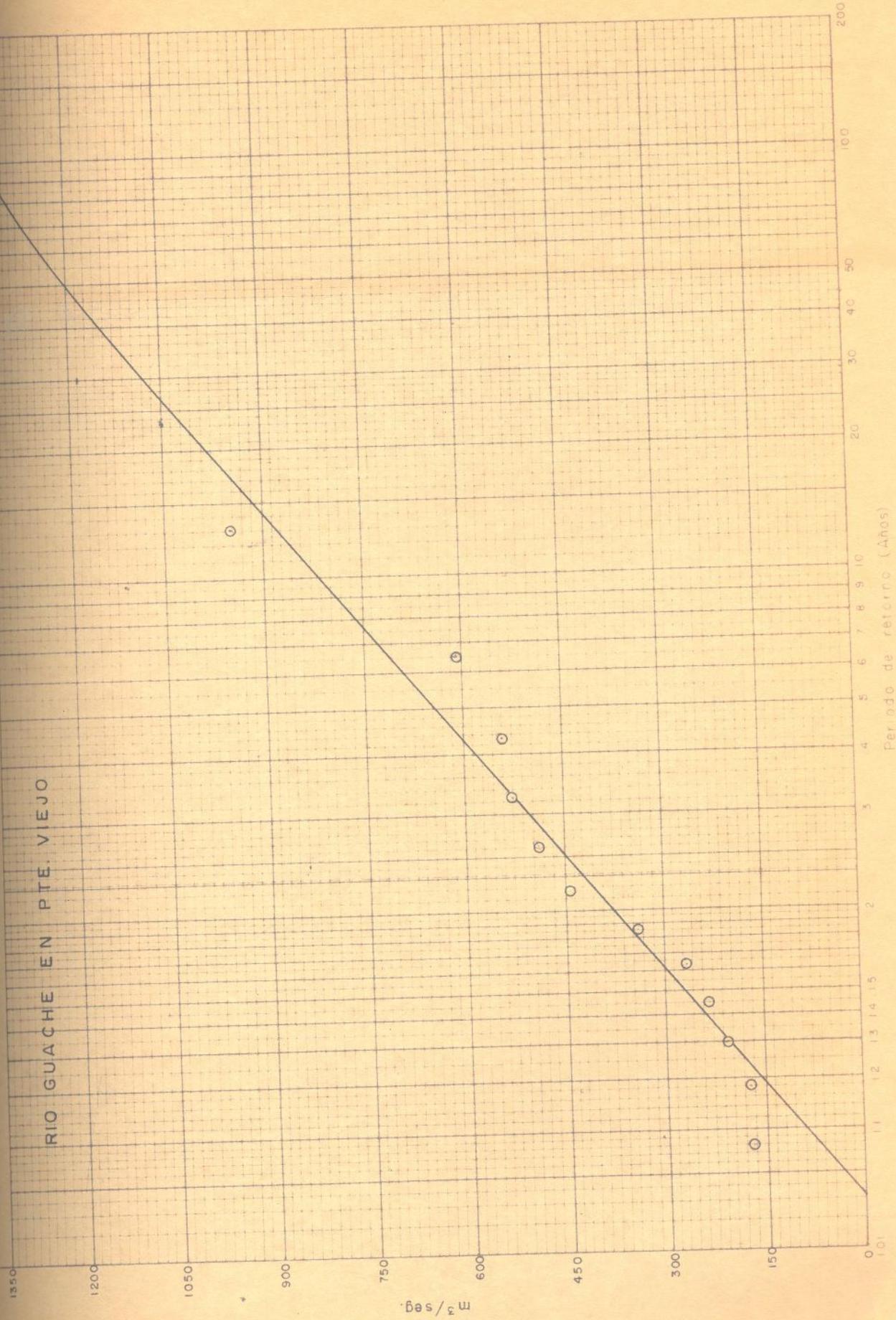
XP = 411.0

SIGMA = 228.560

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1336.	99.000	100.0
1311.	98.750	80.0
1200.	98.000	50.0
984.	95.000	20.0
642.	80.000	5.0
424.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Periodo 50-62

RIO GUACHACHE EN PTE. VIEJO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Guárico AÑOS DE REGISTRO: 22
 ESTACION: La Puerta PERIODO: 1.940-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
610.0	418.6	175233.57	1	23.00
462.0	270.6	73229.28	2	11.50
415.0	223.6	50001.02	3	7.66
330.0	138.6	19212.48	4	5.75
290.0	98.6	9723.75	5	4.60
282.0	90.6	8210.00	6	3.83
247.0	55.6	3092.37	7	3.28
195.0	3.6	13.02	8	2.87
188.0	-3.3	11.49	9	2.55
172.0	-19.3	376.00	10	2.30
170.0	-21.3	457.57	11	2.09
148.0	-43.3	1882.77	12	1.91
144.0	-47.3	2245.89	13	1.76
93.6	-97.7	9563.06	14	1.64
78.0	-113.3	12857.49	15	1.53
67.0	-124.3	15473.09	16	1.43
66.0	-125.3	15722.87	17	1.35
56.0	-135.3	18330.69	18	1.27
53.5	-137.8	19013.90	19	1.21
51.0	-140.3	19709.60	20	1.15
49.0	-142.3	20275.16	21	1.09

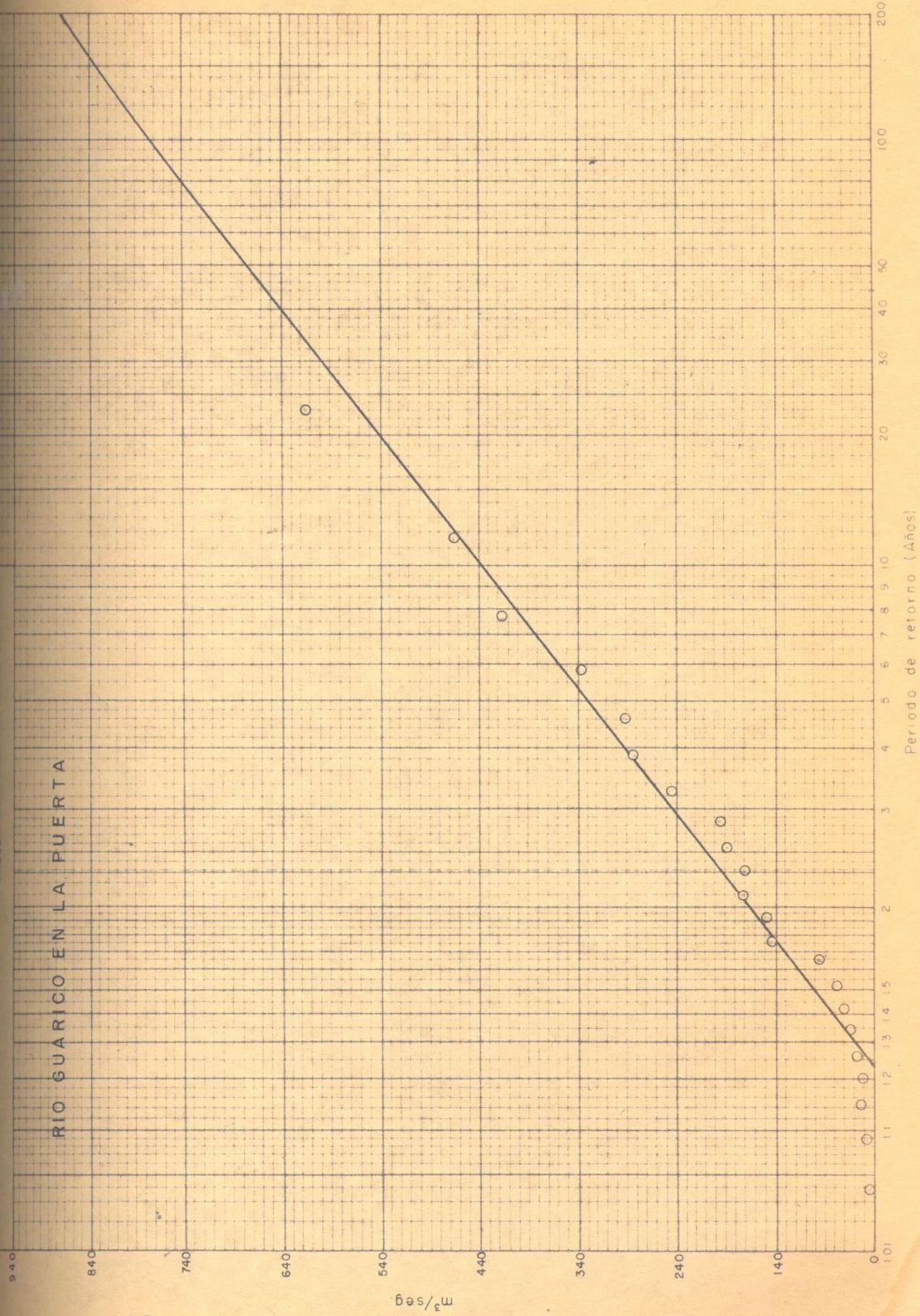
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ⁺⁺²	M	TR
43.5	-147.8	21871.71	22	1.04
4210.6		496506.78		

XP = 191.3

SIGMA = 153.763

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
773.	99.000	100.0
741.	98.750	80.0
673.	98.000	50.0
540.	95.000	20.0
330.	80.000	5.0
196.	56.521	2.3

RIO GUARICO EN LA PUERTA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Guárico AÑOS DE REGISTRO: 10
 ESTACION: Boca de Cagua PERIODO: 1.954-1.964

ANALISIS DE CRECIENTES

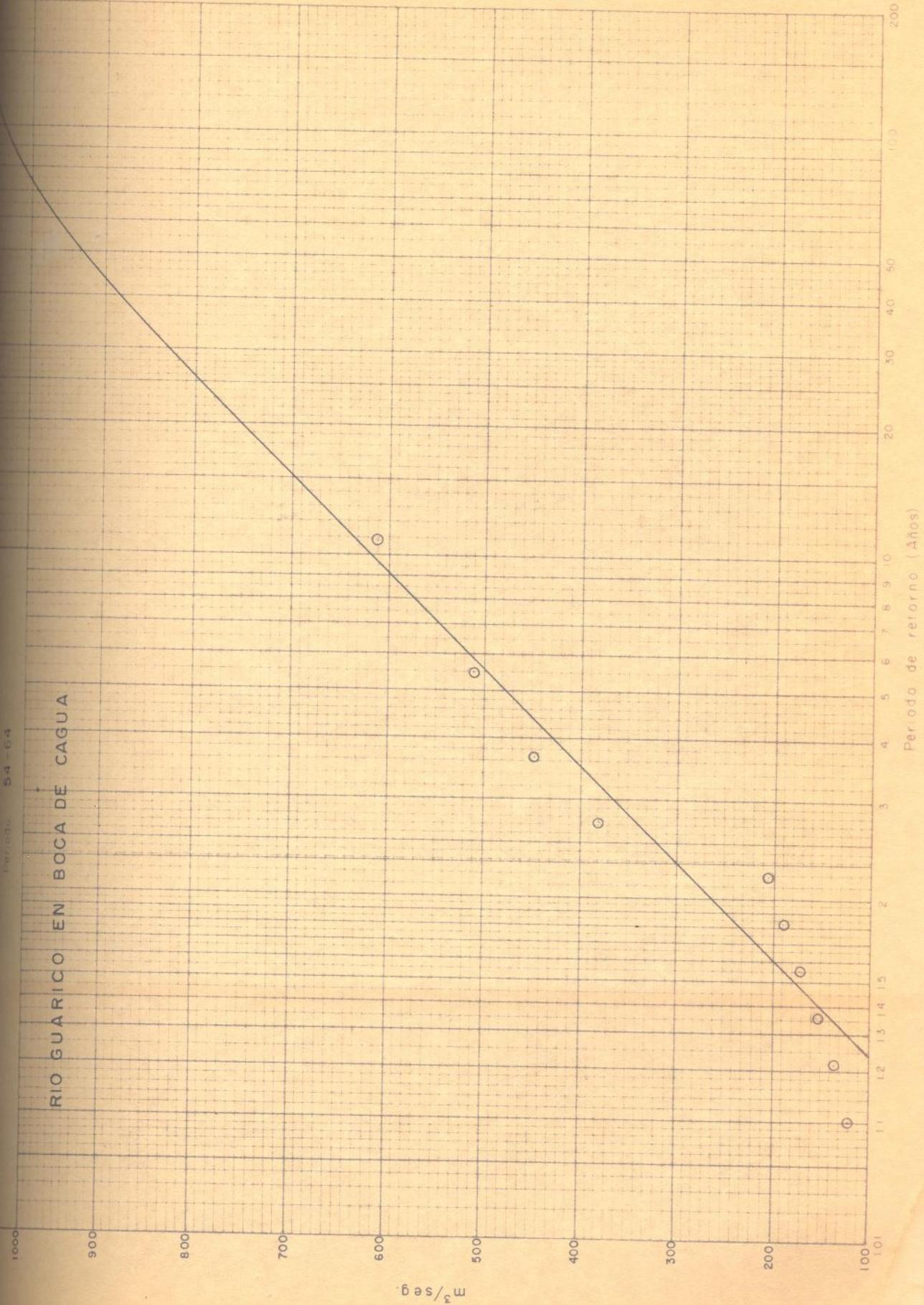
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
610.0	317.7	100933.29	1	11.00
510.0	217.7	47393.29	2	5.50
448.0	155.7	24242.49	3	3.66
380.0	87.7	7691.29	4	2.75
204.0	-88.3	7796.89	5	2.20
190.0	-102.3	10465.29	6	1.83
172.0	-120.3	14472.09	7	1.57
153.0	-139.3	19404.49	8	1.37
135.0	-157.3	24743.29	9	1.22
121.0	-171.3	29343.69	10	1.10
2923.0		286486.10		

XP = 292.3

SIGMA = 178.414

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1063.	99.000	100.0
1021.	98.750	80.0
932.	98.000	50.0
757.	95.000	20.0
481.	80.000	5.0
304.	56.521	2.3

RIO GUARICO EN BOCA DE CAGUA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Guataparo AÑOS DE REGISTRO: 11
 ESTACION: Cía Inglesa PERIODO: 1.951-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

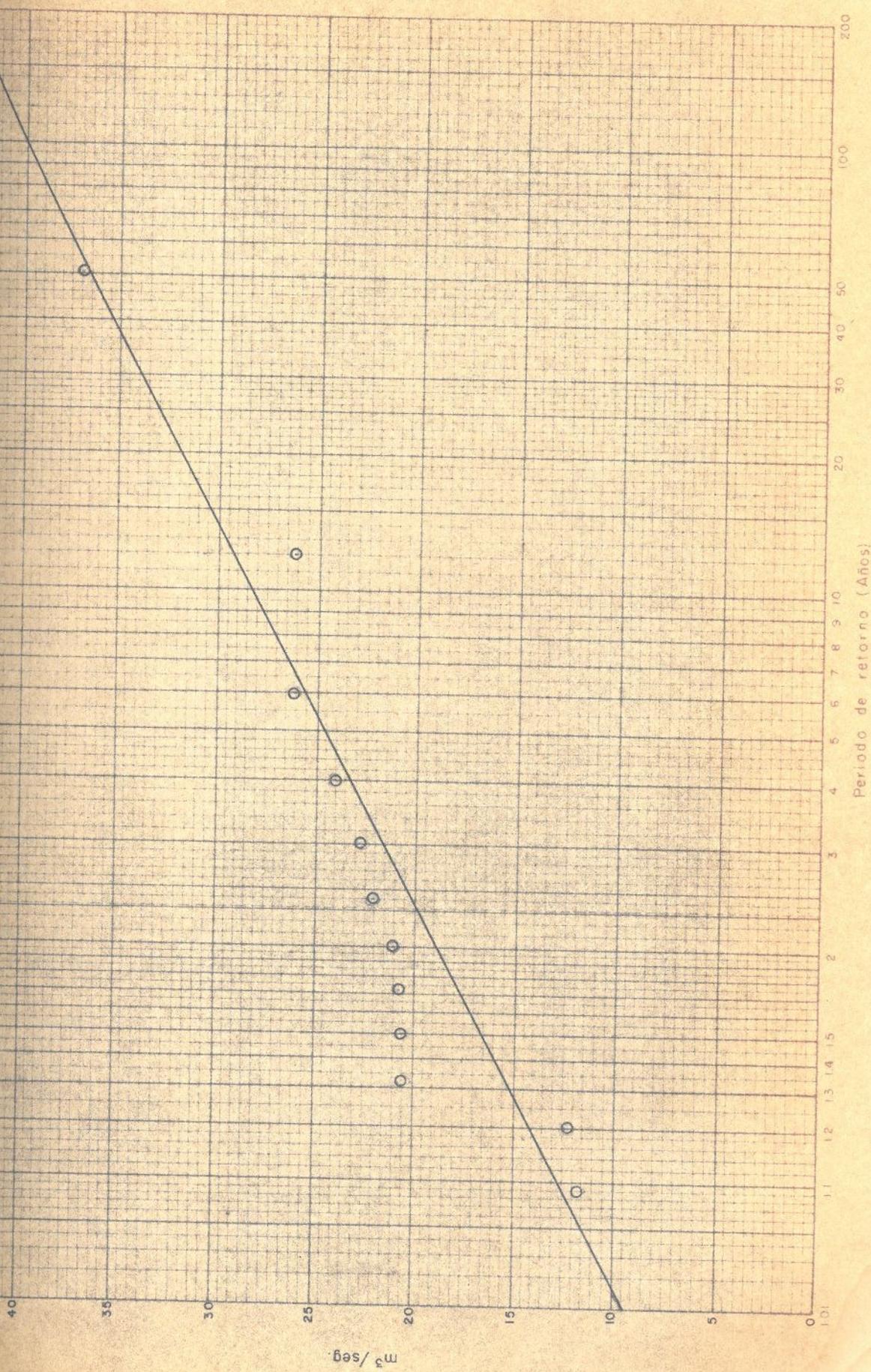
VALORES (X)	X-P	(X-XP) ²	M	TR
26.0	5.3	28.28	1	12.00
26.0	5.3	28.28	2	6.00
24.0	3.3	11.01	3	4.00
22.6	1.9	3.67	4	3.00
22.0	1.3	1.73	5	2.40
21.0	.3	.10	6	2.00
20.9	.2	.04	7	1.71
20.6	0.0	0.00	8	1.50
20.5	-.1	.03	9	1.33
12.4	-8.2	68.58	10	1.20
11.5	-9.1	84.30	11	1.09
227.5		226.07		

XP = 20.6

SIGMA = 4.754

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
40.	99.000	100.0
39.	98.750	80.0
37.	98.000	50.0
32.	95.000	20.0
25.	80.000	5.0
20.	56.521	2.3

RIO GUATAPARO EN CIA. INGLESA



Período de retorno (Años)

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Las Minas AÑOS DE REGISTRO: 17
 ESTACION: Barrancón PERIODO: 1.945-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
242.0	191.9	36849.09	1	18.00
154.0	103.9	10807.92	2	9.00
95.0	44.9	2021.50	3	6.00
67.0	16.9	287.68	4	4.50
53.0	2.9	8.76	5	3.60
40.0	-10.0	100.77	6	3.00
36.2	-13.8	191.51	7	2.57
28.4	-21.6	468.23	8	2.25
28.4	-21.6	468.23	9	2.00
25.0	-25.0	626.94	10	1.80
21.8	-28.2	797.43	11	1.63
17.8	-32.2	1039.34	12	1.50
15.3	-34.7	1206.78	13	1.38
13.5	-36.5	1335.08	14	1.28
8.1	-41.8	1754.67	15	1.20
2.6	-47.4	2250.44	16	1.12
2.5	-47.5	2258.98	17	1.05
850.6		62473.42		

XP = 50.0

SIGMA = 62.486

PROBABILIDAD DE
NO OCURRENCIA
EN PORCENTAJE

TIEMPO DE
RETORNO

99.000

100.0

98.750

80.0

98.000

50.0

95.000

20.0

80.000

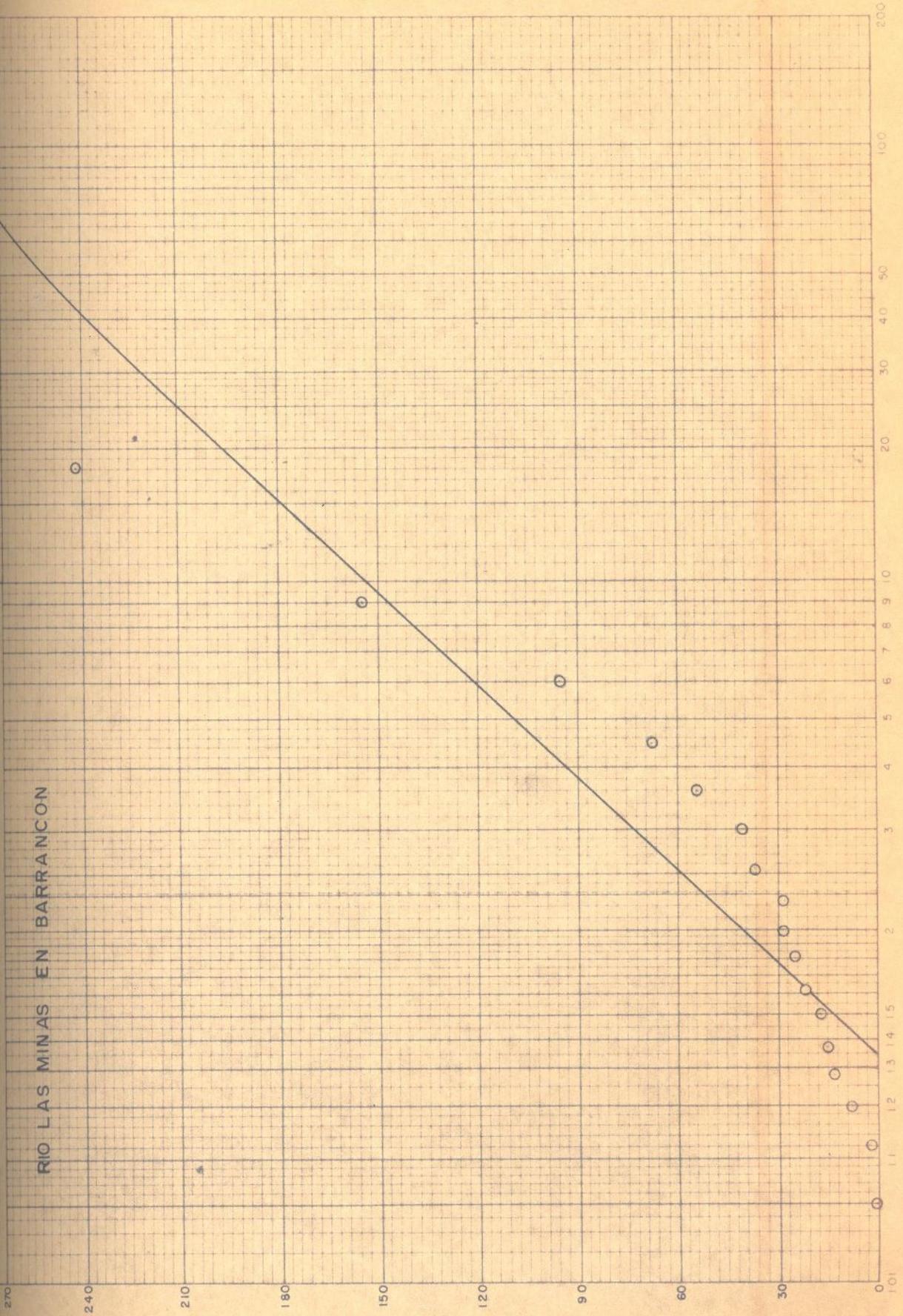
5.0

56.521

2.3

RIO LAS MINAS EN BARRANCON

m^3/seg



Período de retorno (Años)

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Los Guayos AÑOS DE REGISTRO: 11

ESTACION: Pte. Los Guayos PERIODO: 1.950-1.953-1.954-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
63.5	40.7	1662.41	1	12.00
57.6	34.8	1216.10	2	6.00
26.5	3.7	14.23	3	4.00
18.7	-4.0	16.21	4	3.00
16.9	-5.8	33.95	5	2.40
14.6	-8.1	66.05	6	2.00
12.7	-10.0	100.54	7	1.71
12.4	-10.3	106.65	8	1.50
10.4	-12.3	151.96	9	1.33
10.0	-12.7	161.98	10	1.20
6.7	-16.0	256.87	11	1.09
250.0		3787.00		

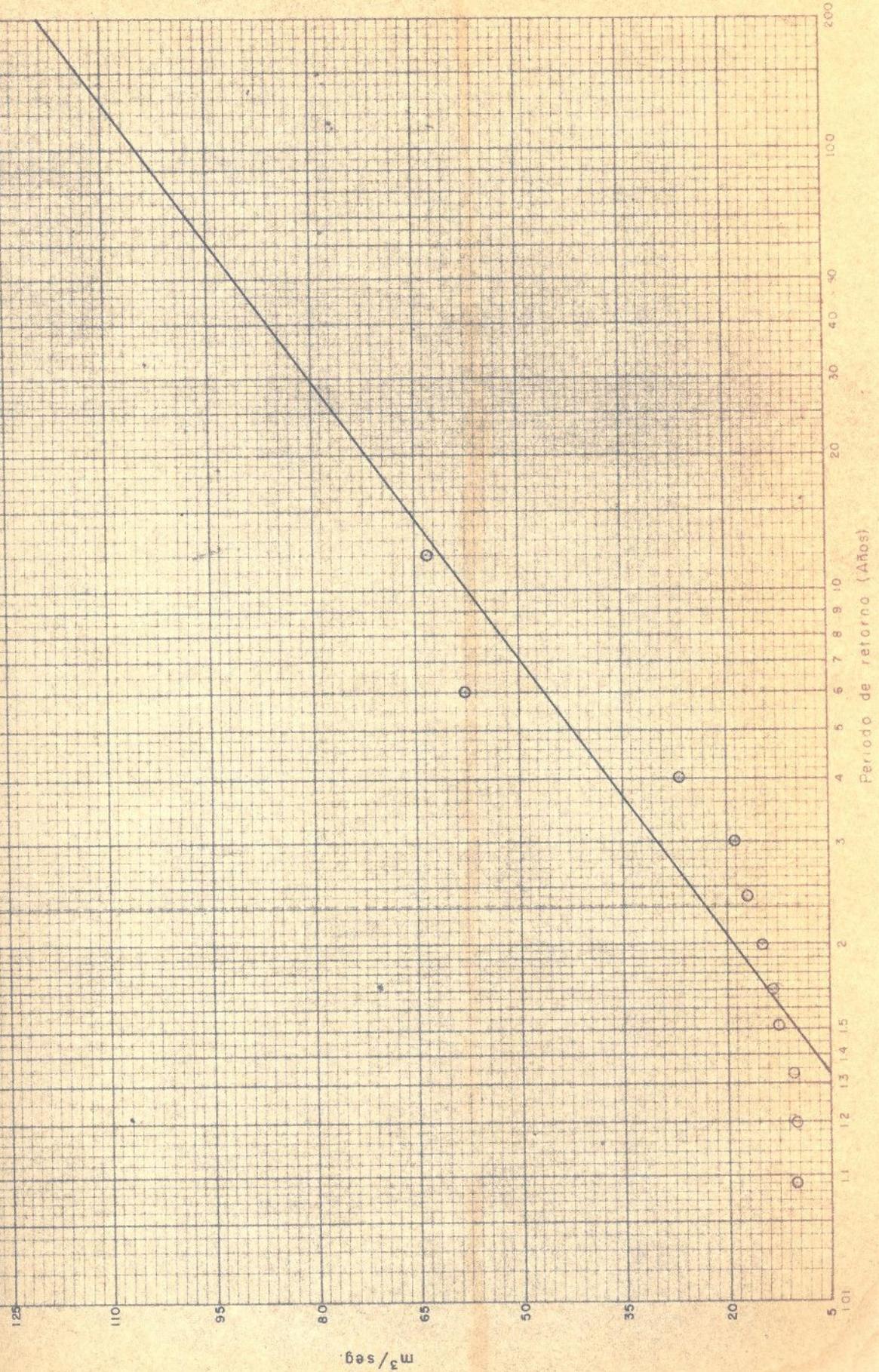
XP = 22.7

SIGMA = 19.460

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
105.	99.000	100.0
100.	98.750	80.0
91.	98.000	50.0
72.	95.000	20.0
42.	80.000	5.0
23.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Periodo 50-53,54-62

RIO LOS GUAYOS EN PTE. LOS GUAYOS



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Manzanares AÑOS DE REGISTRO: 13
 ESTACION: Guaripa PERIODO: 1.941-1.954

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
410.0	131.5	17302.36	1	14.00
386.0	107.5	11564.52	2	7.00
380.0	101.5	10310.06	3	4.66
350.0	71.5	5117.75	4	3.50
330.0	51.5	2656.21	5	2.80
288.0	9.5	90.98	6	2.33
285.0	6.5	42.75	7	2.00
273.0	-5.4	29.82	8	1.75
264.0	-14.4	209.13	9	1.55
203.0	-75.4	5694.44	10	1.40
160.0	-118.4	14033.13	11	1.27
153.0	-125.4	15740.59	12	1.16
138.0	-140.4	19729.44	13	1.07
3620.0		102521.22		

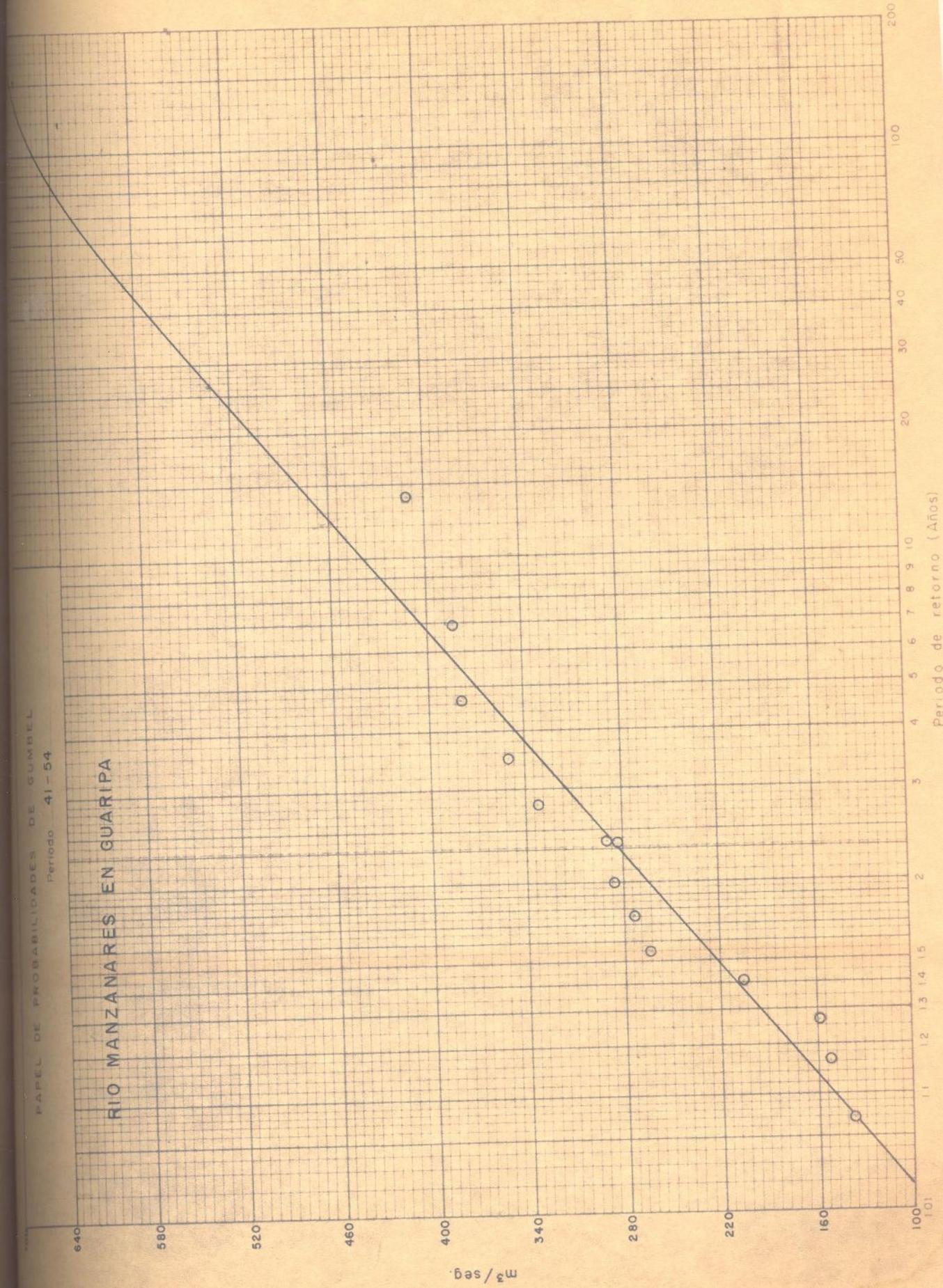
XP = 278.4

SIGMA = 92.430

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
657.	99.000	100.0
637.	98.750	80.0
593.	98.000	50.0
506.	95.000	20.0
370.	80.000	5.0
283.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 41-54

RIO MANZANARES EN GUARIPA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Masparro AÑOS DE REGISTRO: 11
 ESTACION: Pte. Masparro PERIODO: 1.951-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

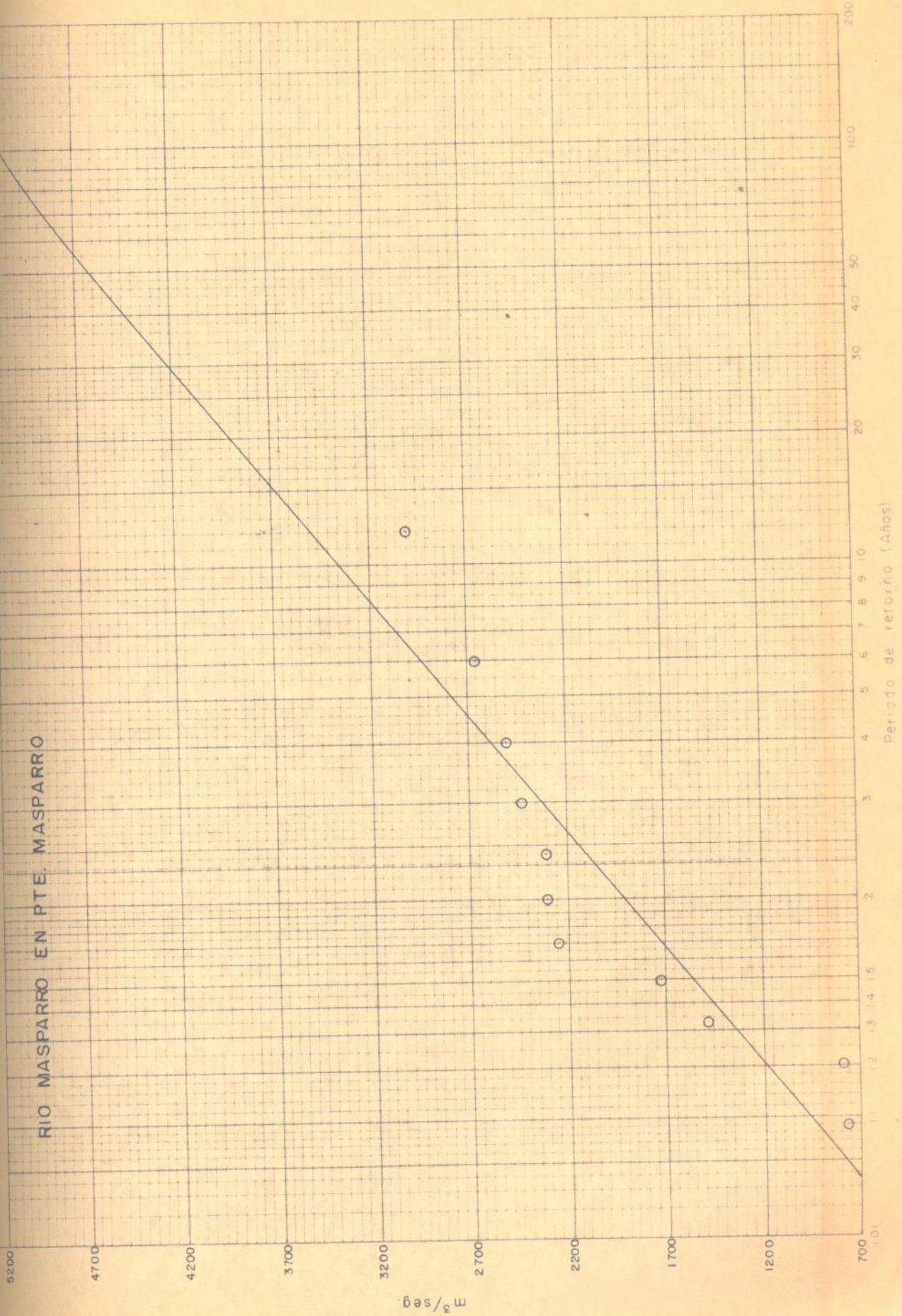
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
3000.0	988.7	977581.67	1	12.00
2650.0	638.7	407972.56	2	6.00
2500.0	488.7	238854.37	3	4.00
2420.0	408.7	167058.00	4	3.00
2300.0	288.7	83363.45	5	2.40
2300.0	288.7	83363.45	6	2.00
2240.0	228.7	52316.17	7	1.71
1715.0	-296.2	87777.51	8	1.50
1475.0	-536.2	287588.40	9	1.33
764.0	-1247.2	1555689.10	10	1.20
760.0	-1251.2	1565683.30	11	1.09
22124.0		5507247.70		

XP = 2011.2

SIGMA = 742.108

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
5156.	99.000	100.0
4984.	98.750	80.0
4620.	98.000	50.0
3906.	95.000	20.0
2778.	80.000	5.0
2058.	56.521	2.3

RIO MASPARRO EN PTE. MASPARRO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Motatán AÑOS DE REGISTRO: 21

ESTACION: Agua Viva PERIODO: 1.941-1.62

ANALISIS DE CRECIENTES

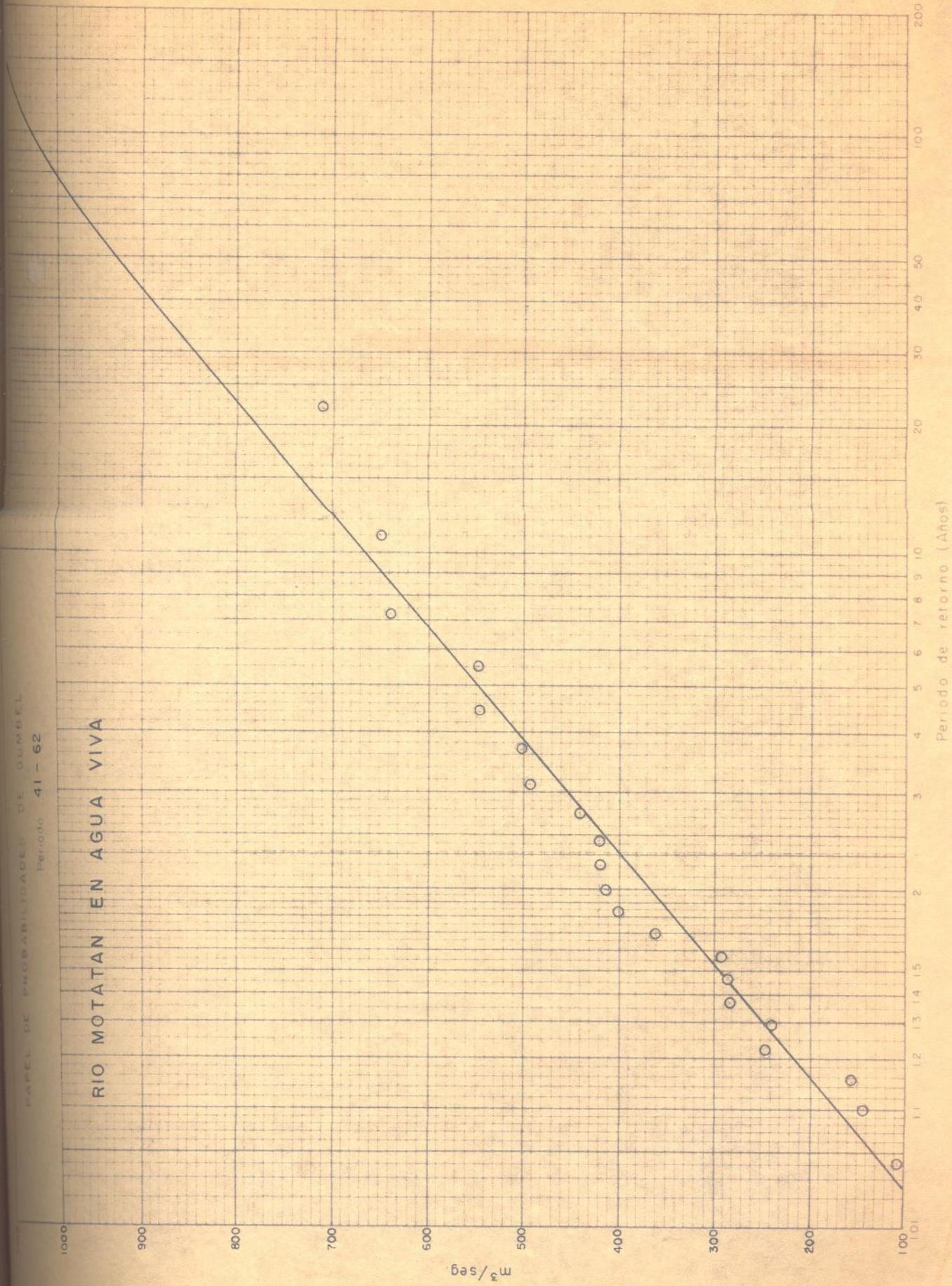
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
710.0	314.2	98745.58	1	22.00
650.0	254.2	64637.01	2	11.00
640.0	244.2	59652.24	3	7.33
548.0	152.2	23176.43	4	5.50
548.0	152.2	23176.43	5	4.40
501.0	105.2	11075.05	6	3.66
495.0	99.2	9848.20	7	3.14
440.0	44.2	1957.00	8	2.75
422.0	26.2	688.43	9	2.44
421.0	25.2	636.96	10	2.20
413.0	17.2	297.15	11	2.00
400.0	4.2	17.96	12	1.83
360.0	-35.7	1278.91	13	1.69
290.0	-105.7	11185.57	14	1.57
285.0	-110.7	12268.19	15	1.46
283.0	-112.7	12715.24	16	1.37
251.0	-144.7	20956.00	17	1.29
245.0	-150.7	22729.15	18	1.22
157.0	-238.7	57007.24	19	1.15
143.0	-252.7	63888.57	20	1.10
109.0	-286.7	82232.38	21	1.04
8311.0		578169.69		

XP = 395.7

SIGMA = 170.024

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1043.	99.000	100.0
1007.	98.750	80.0
932.	98.000	50.0
784.	95.000	20.0
550.	80.000	5.0
401.	56.521	2.3

RIO MOTATAN EN AGUA VIVA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Paguey AÑOS DE REGISTRO: 12
 ESTACION: El Paso PERIODO: 1.950-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

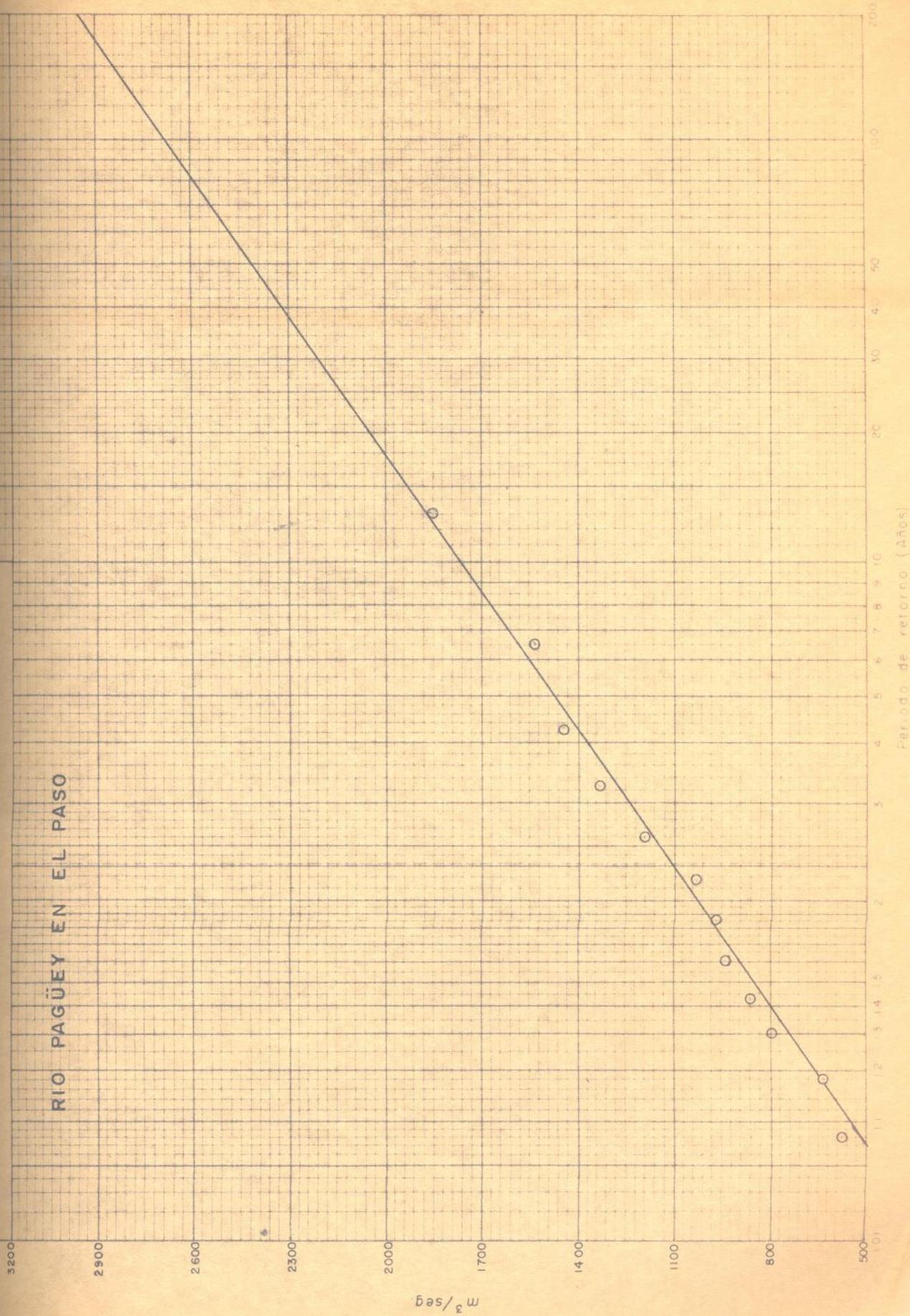
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
1856.0	757.0	573049.00	1	13.00
1534.0	435.0	189225.00	2	6.50
1450.0	351.0	123201.00	3	4.33
1330.0	231.0	53361.00	4	3.25
1190.0	91.0	8281.00	5	2.60
1030.0	-69.0	4761.00	6	2.16
975.0	-124.0	15376.00	7	1.85
940.0	-159.0	25281.00	8	1.62
860.0	-239.0	57121.00	9	1.44
800.0	-299.0	89401.00	10	1.30
640.0	-459.0	210681.00	11	1.18
583.0	-516.0	266256.00	12	1.08
13188.0		1615994.00		

XP = 1099.0

SIGMA = 383.286

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
2695.	99.000	100.0
2608.	98.750	80.0
2423.	98.000	50.0
2060.	95.000	20.0
1487.	80.000	5.0
1121.	56.521	2.3

RIO PAGÜEY EN EL PASO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Palmar AÑOS DE REGISTRO: 18
 ESTACION: Las Múcuras PERIODO: 1.942-1.947-1.949-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

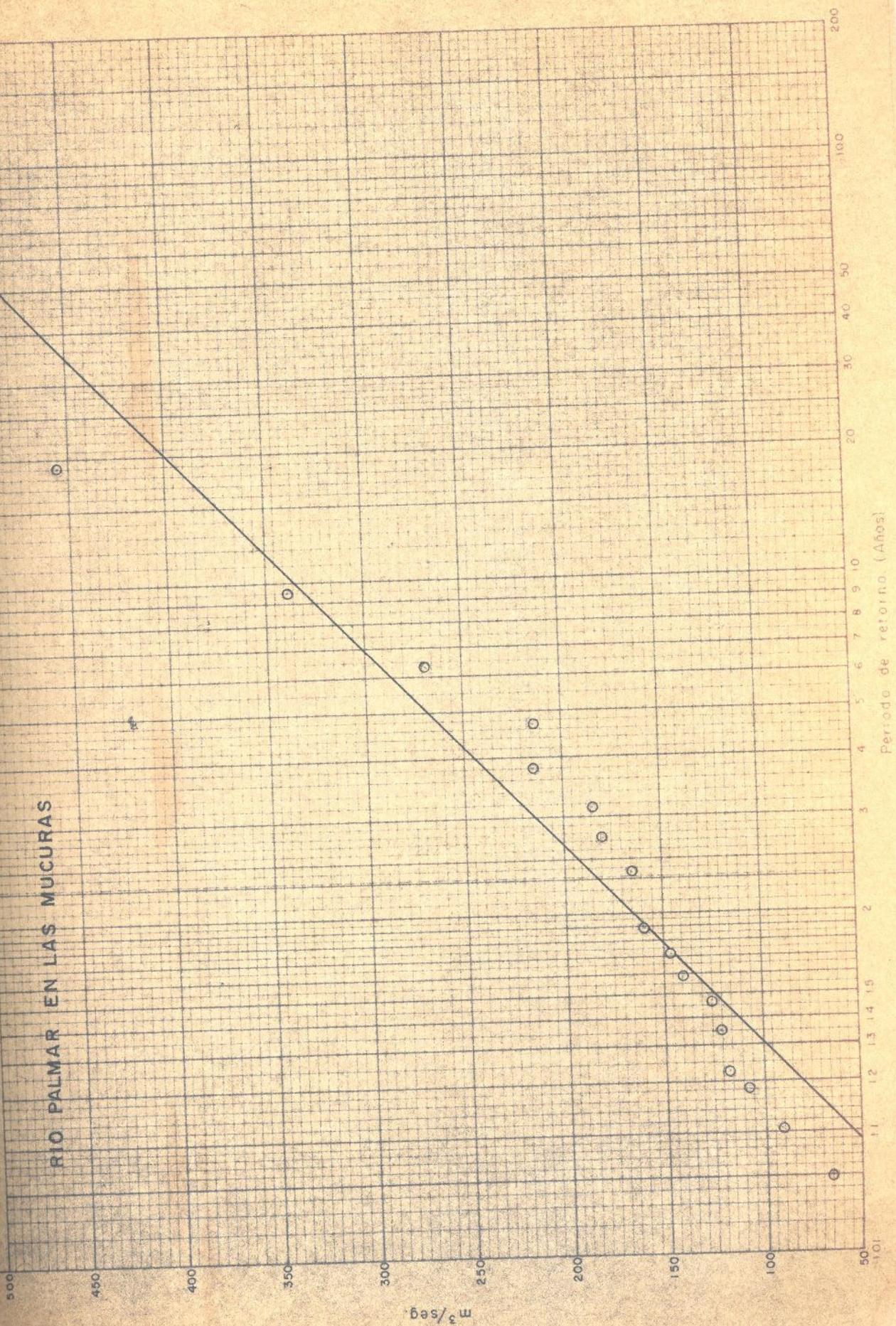
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
455.0	273.8	75009.03	1	19.00
338.0	156.8	24610.63	2	9.50
268.0	86.8	7547.74	3	6.33
215.0	33.8	1147.70	4	4.75
215.0	33.8	1147.70	5	3.80
185.0	3.8	15.03	6	3.16
181.0	-.1	.01	7	2.71
165.0	-16.1	259.92	8	2.37
165.0	-16.1	259.92	9	2.11
160.0	-21.1	446.14	10	1.90
146.0	-35.1	1233.57	11	1.72
140.0	-41.1	1691.03	12	1.58
125.0	-56.1	3149.70	13	1.46
122.0	-59.1	3495.43	14	1.35
116.0	-65.1	4240.90	15	1.26
107.0	-74.1	5494.10	16	1.18
92.2	-88.9	7907.16	17	1.11
65.0	-116.1	13484.36	18	1.05
3260.2		151140.09		

XP = 181.1

SIGMA = 94.289

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
547.	99.000	100.0
527.	98.750	80.0
485.	98.000	50.0
401.	95.000	20.0
269.	80.000	5.0
184.	56.521	2.3

RIO PALMAR EN LAS MUCURAS



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Pao AÑOS DE REGISTRO: 11
 ESTACION: Paso La Balsa PERIODO: 1.951-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
820.0	425.1	180779.58	1	12.00
660.0	265.1	70321.39	2	6.00
520.0	125.1	15670.48	3	4.00
370.0	-24.8	615.94	4	3.00
358.0	-36.8	1355.57	5	2.40
350.0	-44.8	2008.66	6	2.00
337.0	-57.8	3342.94	7	1.71
306.0	-88.8	7888.66	8	1.50
220.0	-174.8	30561.39	9	1.33
206.0	-188.8	35652.30	10	1.20
196.0	-198.8	39528.66	11	1.09
4343.0		387725.57		

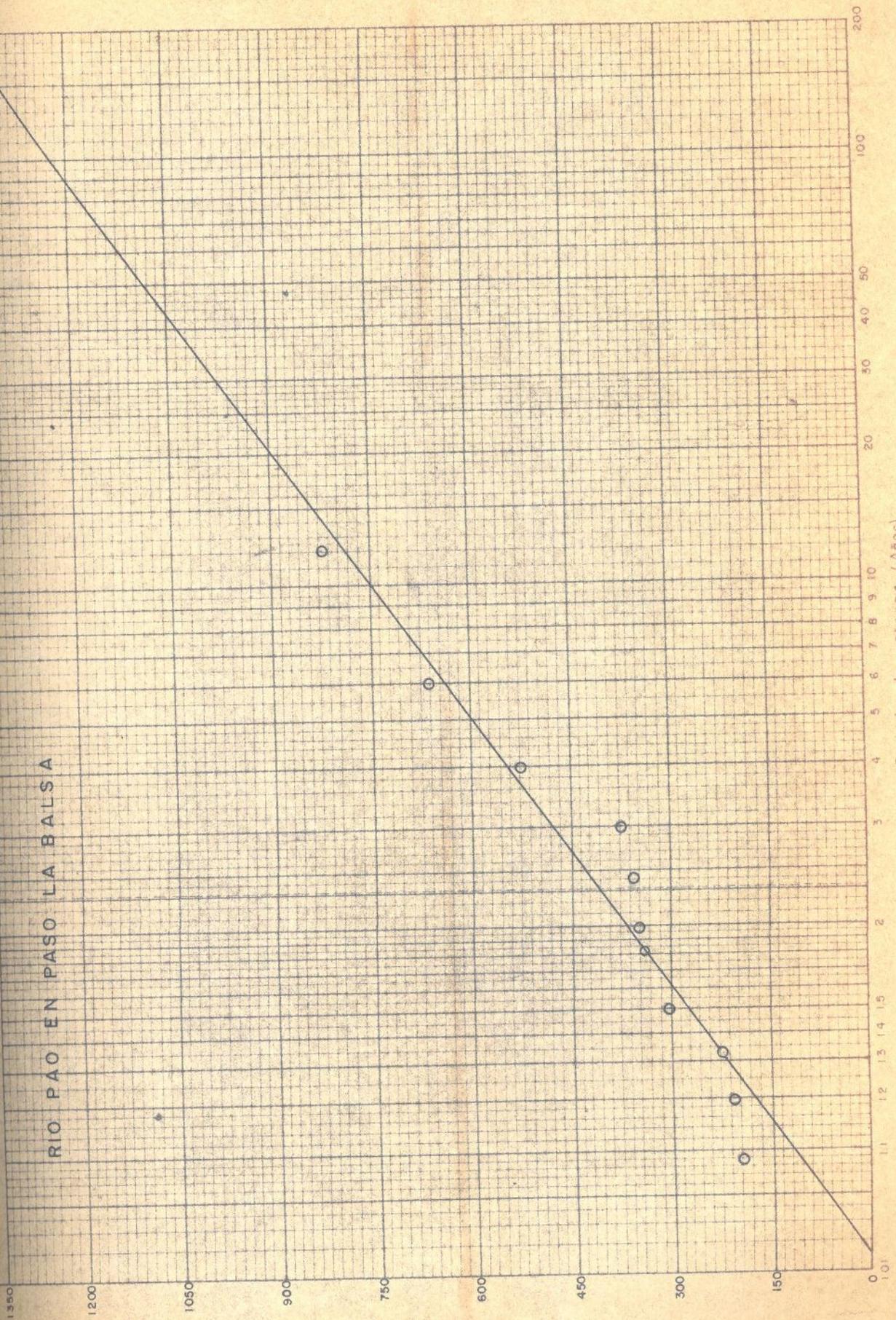
XP = 394.8

SIGMA = 196.907

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1229.	99.000	100.0
1183.	98.750	80.0
1087.	98.000	50.0
897.	95.000	20.0
598.	80.000	5.0
407.	56.521	2.3

RIO PAO EN PASO LA BALSA

m^3/seg



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Querecual AÑOS DE REGISTRO: 14
ESTACION: Querecual PERIODO: 1.948-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

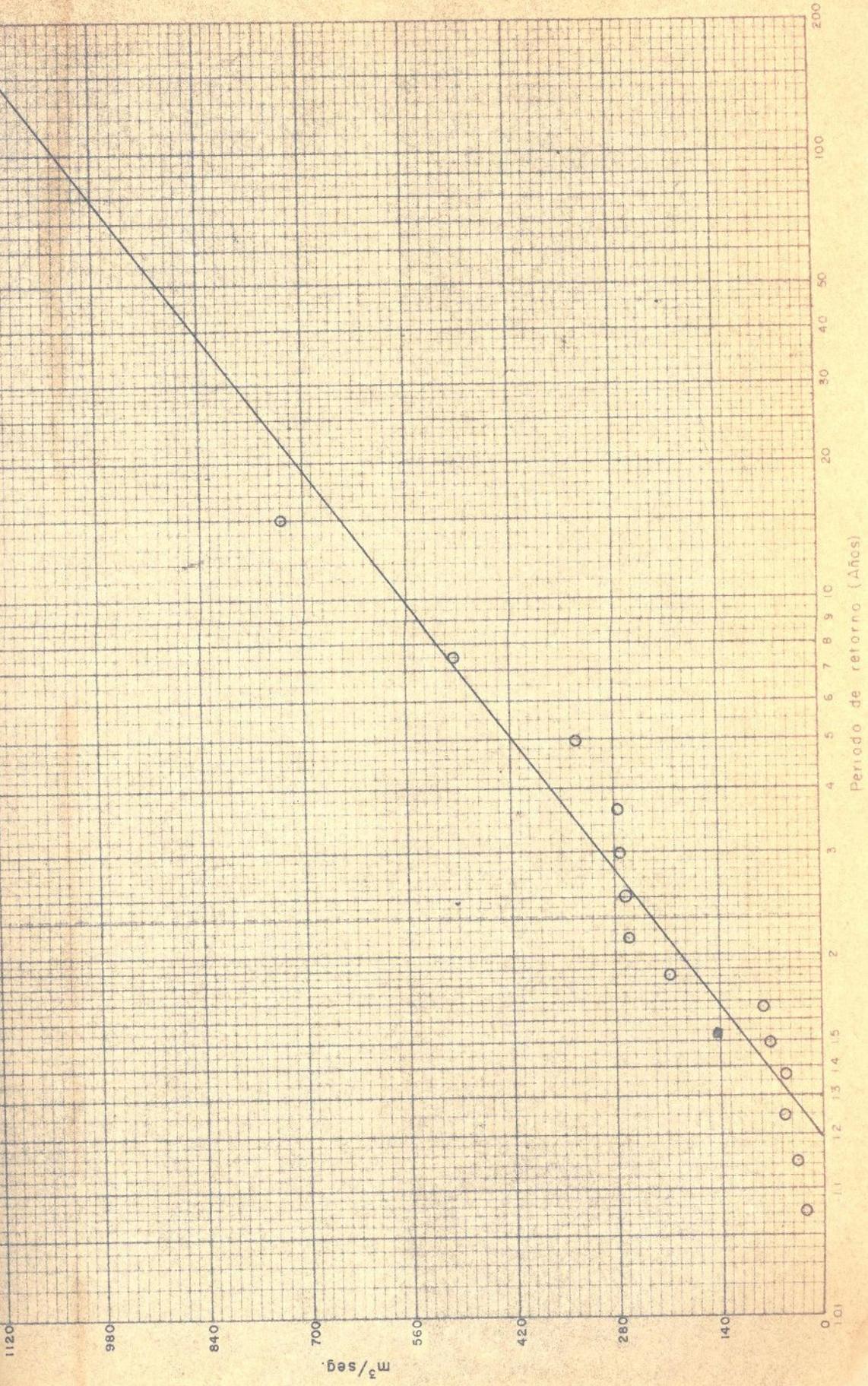
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
727.0	503.2	253267.75	1	15.00
493.0	269.2	72499.41	2	7.50
322.0	98.2	9654.46	3	5.00
275.0	51.2	2627.29	4	3.75
272.0	48.2	2328.75	5	3.00
260.0	36.2	1314.58	6	2.50
256.0	32.2	1040.52	7	2.14
208.0	-15.7	247.83	8	1.87
82.0	-141.7	20091.03	9	1.66
70.7	-153.0	23422.11	10	1.50
56.0	-167.7	28137.66	11	1.36
47.4	-176.3	31096.80	12	1.25
35.8	-187.9	35322.51	13	1.15
27.5	-196.2	38511.25	14	1.07
3132.4		519561.95		

XP = 223.7

SIGMA = 199.915

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1033.	99.000	100.0
989.	98.750	80.0
895.	98.000	50.0
710.	95.000	20.0
419.	80.000	5.0
233.	56.521	2.3

RIO QUERECUAL EN QUERECUAL



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Sarare AÑOS DE REGISTRO: 12
 ESTACION: Sarare PERIODO: 1.950-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
270.0	159.7	25512.07	1	13.00
141.0	30.7	944.02	2	6.50
130.0	19.7	389.07	3	4.33
125.0	14.7	216.82	4	3.25
118.0	7.7	59.67	5	2.60
109.0	-1.2	1.62	6	2.16
94.0	-16.2	264.87	7	1.85
90.4	-19.8	395.01	8	1.62
90.0	-20.2	411.07	9	1.44
68.0	-42.2	1787.17	10	1.30
67.0	-43.2	1872.72	11	1.18
20.9	-89.3	7987.89	12	1.08
1323.3		39842.05		

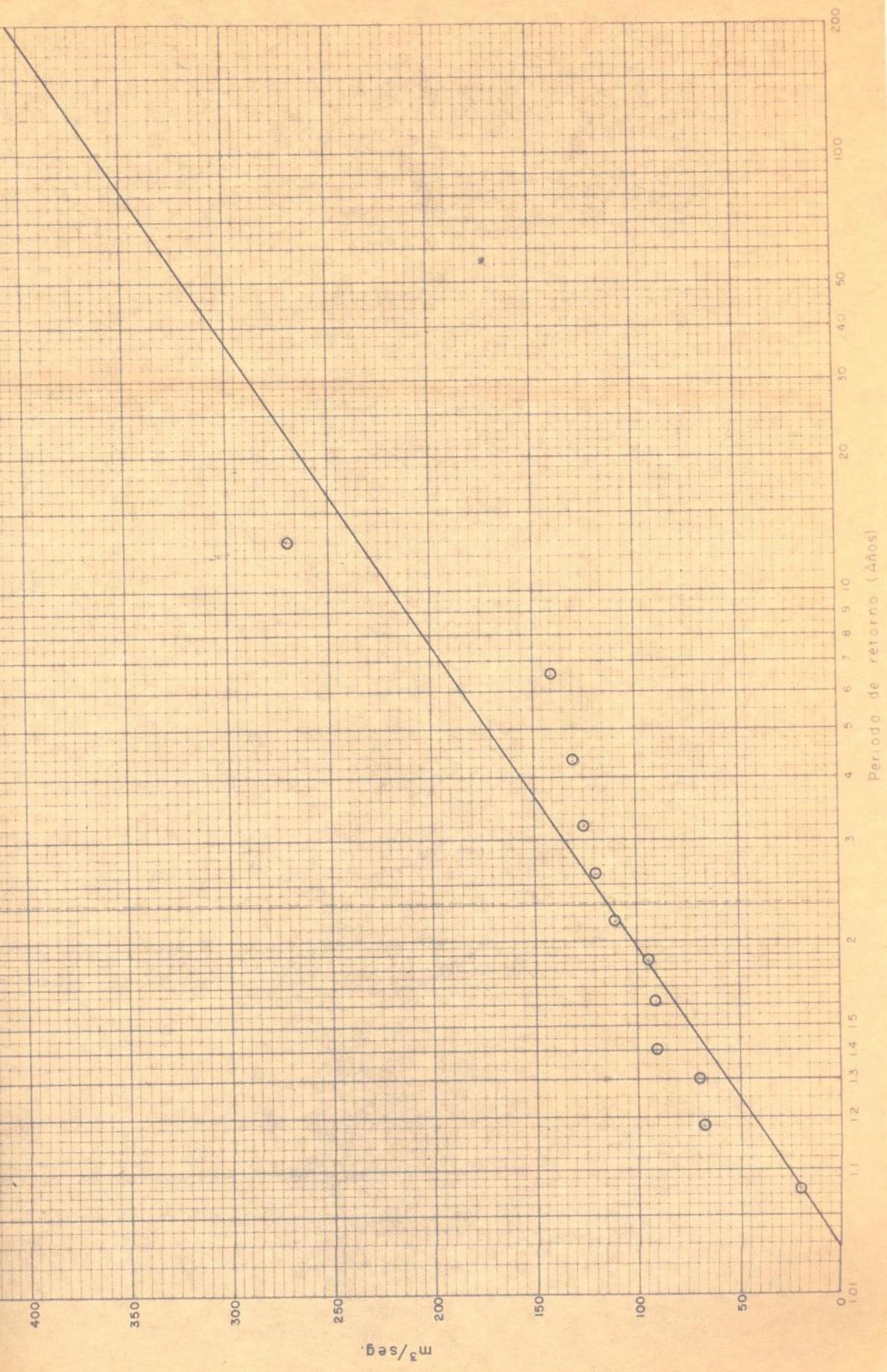
XP = 110.2

SIGMA = 60.183

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
361.	99.000	100.0
347.	98.750	80.0
318.	98.000	50.0
261.	95.000	20.0
171.	80.000	5.0
113.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 12 años (50-62)

RIO SARARE - ESTACION SARARE



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Tirgua AÑOS DE REGISTRO: 19
 ESTACION: Paso Viboral PERIODO: 1.941-1.945 1.947-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
886.0	503.4	253485.75	1	20.00
835.0	452.4	204732.44	2	10.00
820.0	437.4	191383.22	3	6.66
639.0	256.4	65778.75	4	5.00
535.0	152.4	23248.22	5	4.00
407.0	24.4	598.96	6	3.33
371.0	-11.5	132.85	7	2.85
360.0	-22.5	507.43	8	2.50
354.0	-28.5	813.75	9	2.22
305.0	-77.5	6010.32	10	2.00
280.0	-102.5	10511.64	11	1.81
248.0	-134.5	18097.32	12	1.66
230.0	-152.5	23264.27	13	1.53
190.0	-192.5	37066.38	14	1.42
184.0	-198.5	39412.69	15	1.33
170.0	-212.5	45167.43	16	1.25
165.0	-217.5	47317.69	17	1.17
160.0	-222.5	49517.95	18	1.11
129.0	-253.5	64275.58	19	1.05
7268.0		1081322.50		

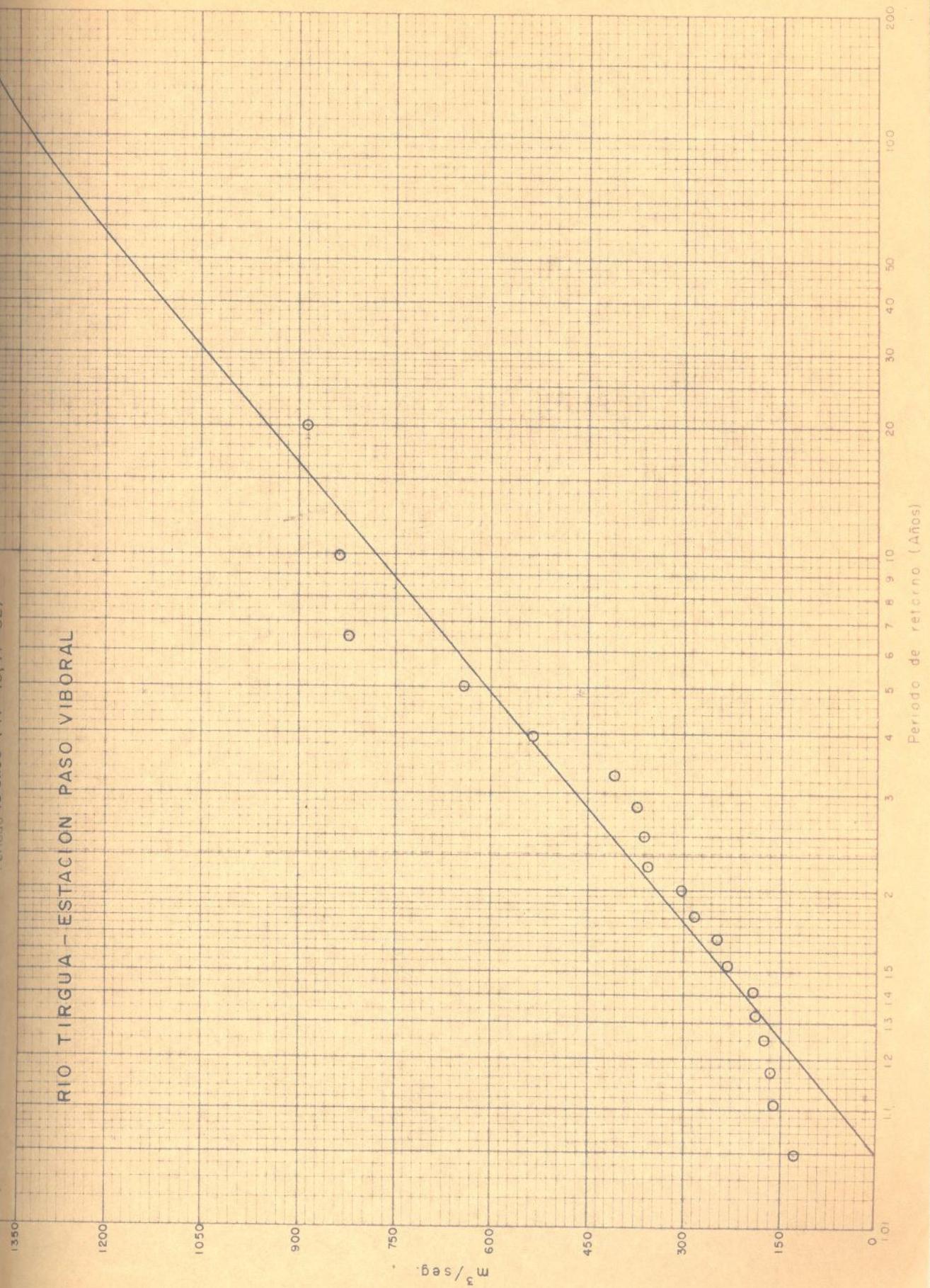
XP = 382.5

SIGMA = 245.098

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1328.	99.000	100.0
1276.	98.750	80.0
1166.	98.000	50.0
950.	95.000	20.0
609.	80.000	5.0
391.	56.521	2.3

PAPÉL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 19 años (41-45,47-62)

RIO TIRGUA - ESTACION PASO VIBORAL



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Tinaco AÑOS DE REGISTRO: 11
 ESTACION: Pte. Tinaco PERIODO: 1951-1962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
1000.0	653.0	426527.85	1	12.00
540.0	193.0	37284.09	2	6.00
380.0	33.0	1095.00	3	4.00
350.0	3.0	9.55	4	3.00
265.0	-81.9	6709.09	5	2.40
265.0	-81.9	6709.09	6	2.00
255.0	-91.9	8447.28	7	1.71
221.0	-125.9	15853.09	8	1.50
205.0	-141.9	20138.18	9	1.33
170.0	-176.9	31296.82	10	1.20
165.0	-181.9	33090.91	11	1.09
3816.0		587160.95		

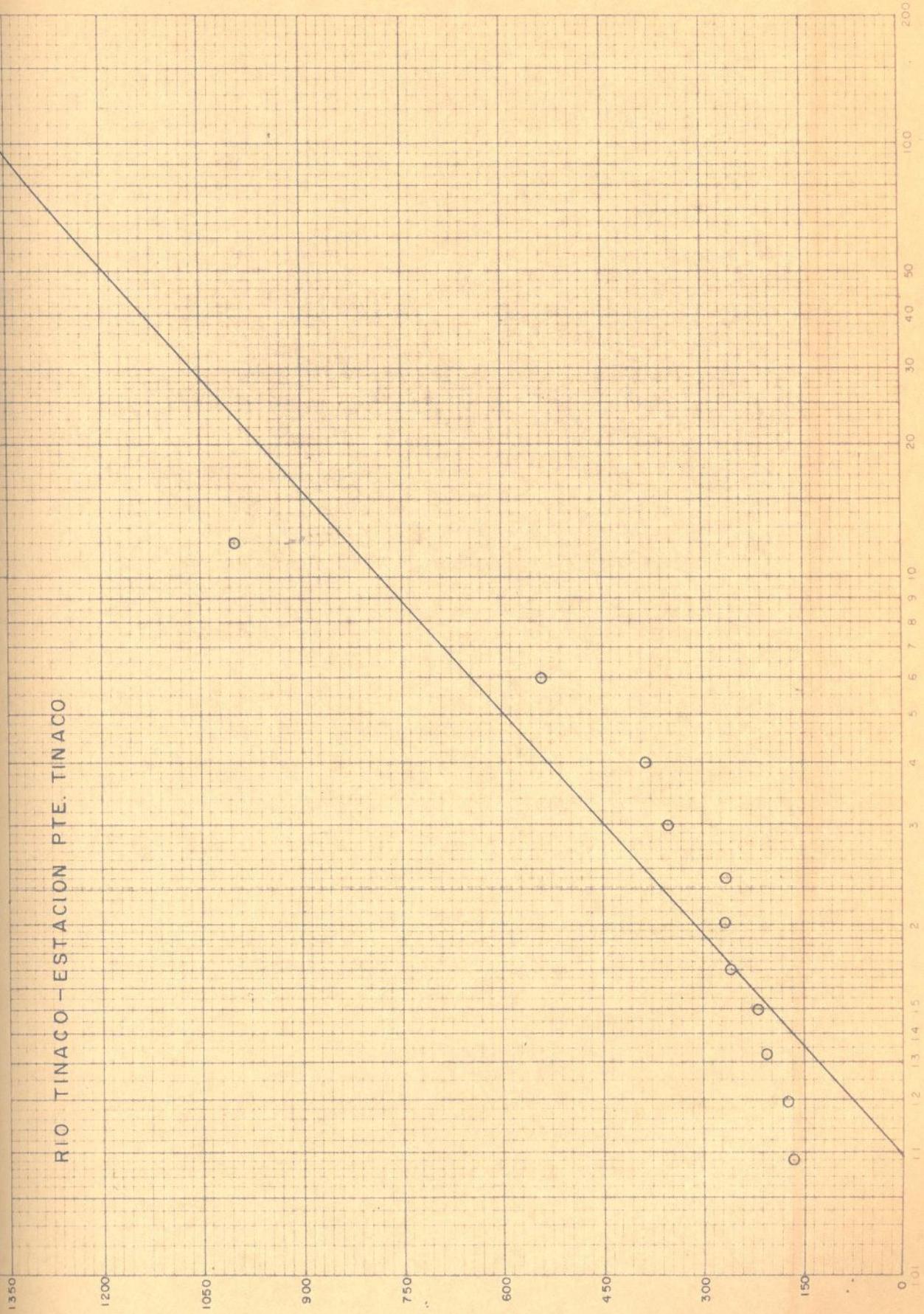
XP = 346.9

SIGMA = 242.314

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
1373.	99.000	100.0
1317.	98.750	80.0
1198.	98.000	50.0
965.	95.000	20.0
597.	80.000	5.0
362.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 11 años (51 - 62)

RIO TINACO - ESTACION PTE. TINACO



METODO ESTADISTICO DE BUMBEL

RIO: Tocarón AÑOS DE REGISTRO: 10

ESTACION: Parcela Chavero PERIODO: 1.951-1.954-1.955-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

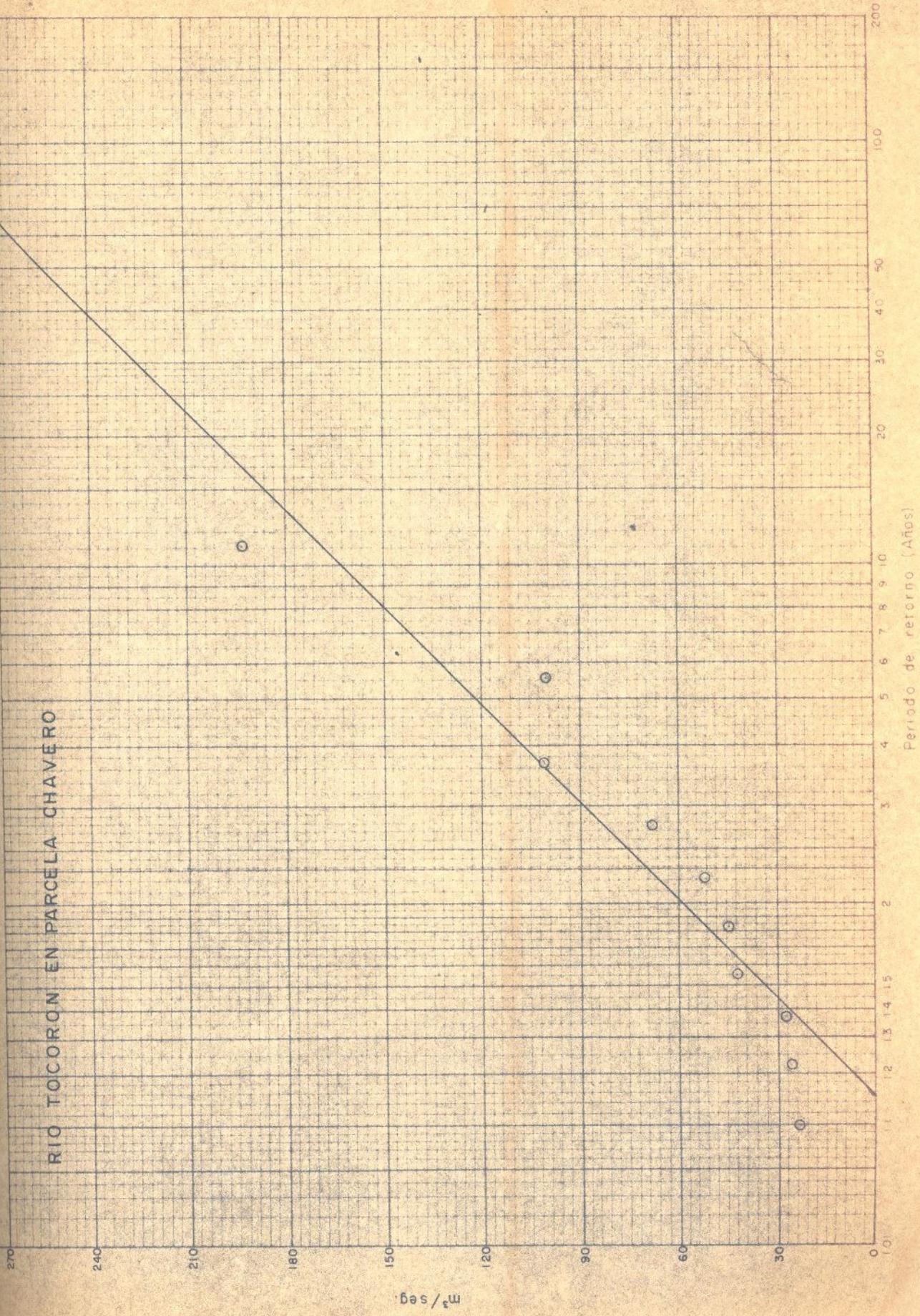
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
193.0	125.7	15820.60	1	11.00
100.0	32.7	1074.52	2	5.50
100.0	32.7	1074.52	3	3.66
66.0	-1.2	1.48	4	2.75
51.0	-16.2	263.08	5	2.20
44.5	-22.7	516.19	6	1.83
42.0	-25.2	636.04	7	1.57
27.0	-40.2	1617.64	8	1.37
26.6	-40.6	1649.98	9	1.22
22.1	-45.1	2035.81	10	1.10
672.2		24689.93		

XP = 67.2

SIGMA = 52.376

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
293.	99.000	100.0
281.	98.750	80.0
255.	98.000	50.0
203.	95.000	20.0
122.	80.000	5.0
70.	56.521	2.3

RIO TOCORON EN PARCELA CHAVERO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Tocuyo AÑOS DE REGISTRO: 12

ESTACION: Pte. Torres PERIODO: 1.950-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
1570.0	942.1	887678.09	1	13.00
1375.0	747.1	558258.07	2	6.50
1370.0	742.1	550811.41	3	4.33
504.0	-123.8	15334.69	4	3.25
444.0	-183.8	33794.69	5	2.60
409.0	-218.8	47888.02	6	2.16
400.0	-227.8	51908.02	7	1.85
384.0	-243.8	59454.69	8	1.62
348.0	-279.8	78306.69	9	1.44
320.0	-307.8	94761.35	10	1.30
218.0	-409.8	167963.35	11	1.18
192.0	-435.8	189950.69	12	1.08
7534.0		2736109.10		

XP = 627.8

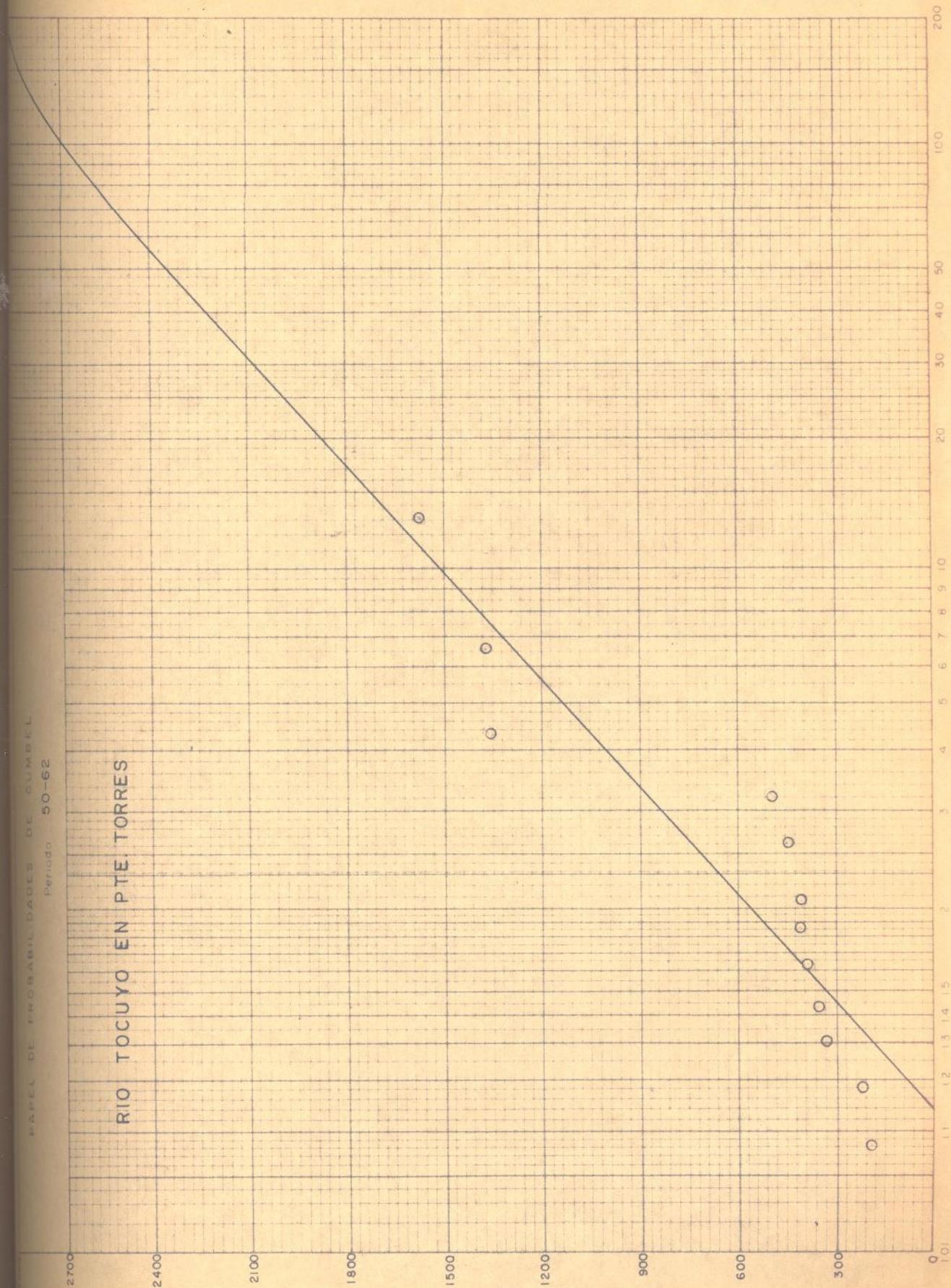
SIGMA = 498.735

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
2705.	99.000	100.0
2591.	98.750	80.0
2351.	98.000	50.0
1878.	95.000	20.0
1133.	80.000	5.0
657.	56.521	2.3

RIO TOCUYO EN PTE TORRES

m³ / seg

Período de retorno (Años)



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Tucutunemo AÑOS DE REGISTRO: 14
 ESTACION: Tucutunemito PERIODO: 1.947-1.949 1.950-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

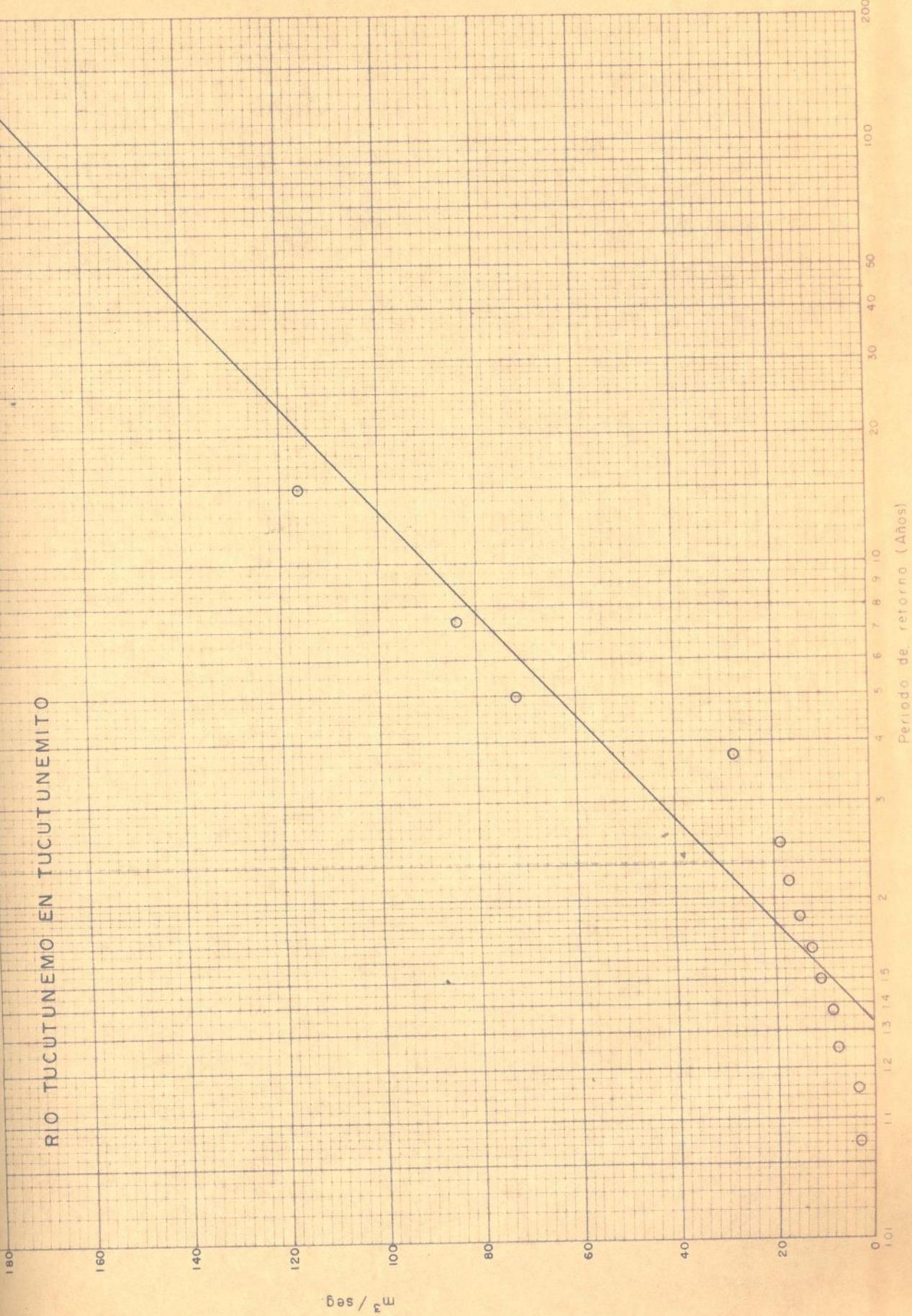
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
116.0	86.1	7415.91	1	15.00
84.0	54.1	2928.51	2	7.50
72.0	42.1	1773.73	3	5.00
27.0	-2.8	8.31	4	3.75
24.5	-5.3	28.99	5	3.00
18.6	-11.2	127.33	6	2.50
16.6	-13.2	176.47	7	2.14
15.2	-14.6	215.62	8	1.87
12.7	-17.1	295.29	9	1.66
11.5	-18.3	337.98	10	1.50
8.3	-21.5	465.88	11	1.36
6.3	-23.5	554.80	12	1.25
2.9	-26.9	728.15	13	1.15
2.7	-27.1	736.26	14	1.07
418.3		15793.28		

XP = 29.8

SIGMA = 34.854

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
171.	99.000	100.0
163.	98.750	80.0
146.	98.000	50.0
114.	95.000	20.0
64.	80.000	5.0
31.	56.521	2.3

RIO TUCUTUNEMO EN TUCUTUNEMITO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Turmero ANOS DE REGISTRO: 18
 ESTACION: Turmero PERIODO: 1.944-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

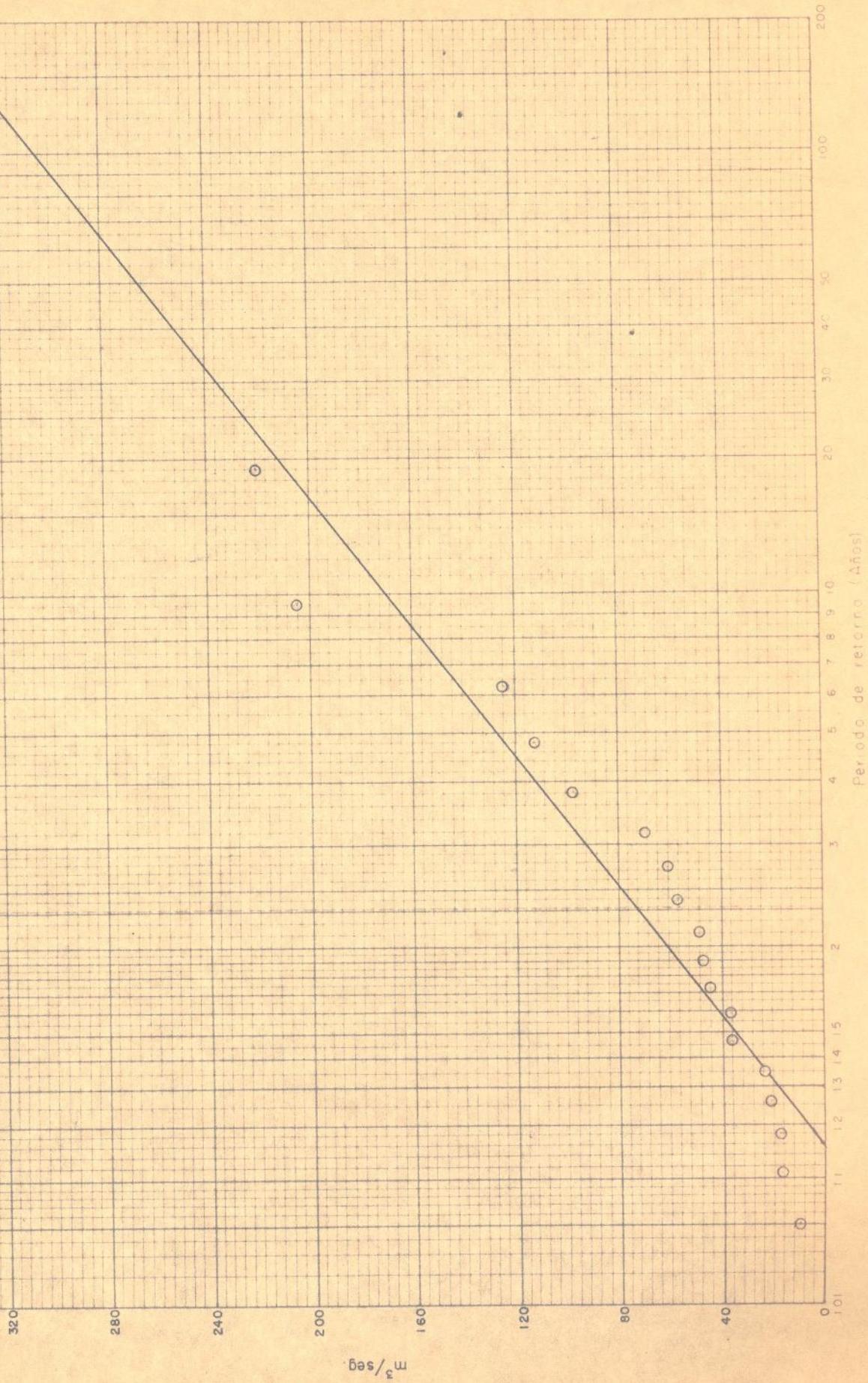
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
220.0	150.8	22743.99	1	19.00
205.0	135.8	18444.66	2	9.50
123.0	53.8	2895.63	3	6.33
112.0	42.8	1832.79	4	4.75
97.6	28.4	807.19	5	3.80
68.4	-.7	.62	6	3.16
60.5	-8.6	75.49	7	2.71
56.5	-12.6	161.00	8	2.37
48.0	-21.1	448.96	9	2.11
47.5	-21.6	470.40	10	1.90
44.5	-24.6	609.54	11	1.72
37.0	-32.1	1036.12	12	1.58
36.2	-32.9	1088.26	13	1.46
22.1	-47.0	2217.36	14	1.35
21.5	-47.6	2274.23	15	1.26
17.5	-51.6	2671.74	16	1.18
17.5	-51.6	2671.74	17	1.11
10.6	-58.5	3432.65	18	1.05
1245.4		63882.43		

XP = 69.1

SIGMA = 61.300

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
307.	99.000	100.0
294.	98.750	80.0
266.	98.000	50.0
212.	95.000	20.0
126.	80.000	5.0
71.	56.521	2.3

RIO TURMERO EN TURMERO



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Tuy AÑOS DE REGISTRO: 21
 ESTACION: Tazón PERIODO: 1.941-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

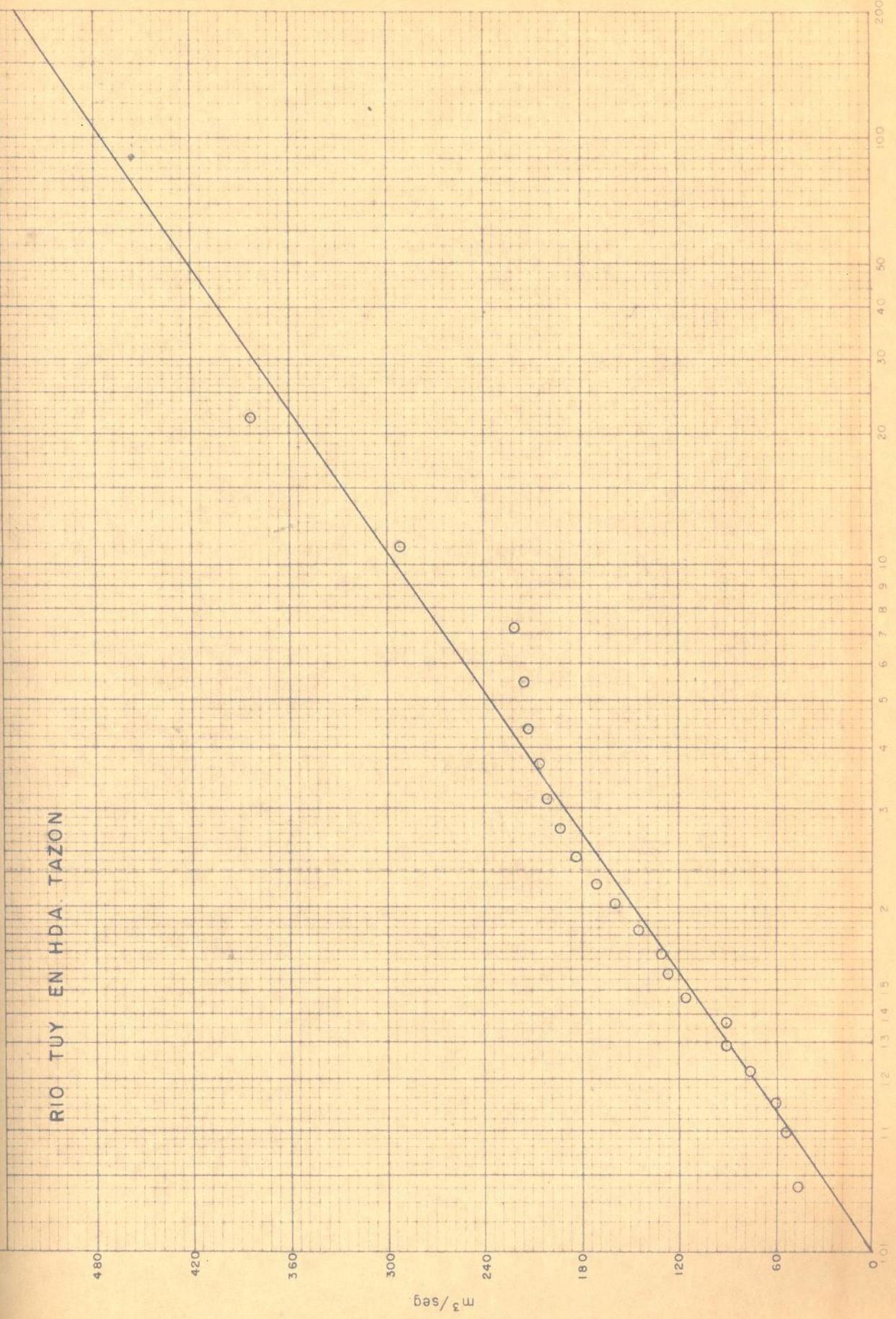
VALORES: (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
385.0	225.1	50672.15	1	22.00
290.0	130.1	16927.25	2	11.00
220.0	60.1	3612.58	3	7.33
215.0	55.1	3036.53	4	5.50
213.0	53.1	2820.11	5	4.40
205.0	45.1	2034.44	6	3.66
200.0	40.1	1608.39	7	3.14
193.0	33.1	1095.92	8	2.75
182.0	22.1	488.62	9	2.44
170.0	10.1	102.10	10	2.20
157.0	-2.8	8.38	11	2.00
142.0	-17.8	320.23	12	1.83
130.0	-29.8	893.72	13	1.69
127.0	-32.8	1082.09	14	1.57
116.0	-43.8	1926.79	15	1.46
90.0	-69.8	4885.34	16	1.37
90.0	-69.8	4885.34	17	1.29
76.0	-83.8	7038.40	18	1.22
59.0	-100.8	10179.84	19	1.15
54.0	-105.8	11213.79	20	1.10
43.8	-116.0	13478.10	21	1.04
3357.8		138310.18		

XP = 159.8

SIGMA = 83.159

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
476.	99.000	100.0
459.	98.750	80.0
422.	98.000	50.0
349.	95.000	20.0
235.	80.000	5.0
162.	56.521	2.3

RIO TUY EN HDA. TAZÓN



Periodo de retorno (Años)

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Tuy AÑOS DE REGISTRO: 15

ESTACION: El Vigía PERIODO: 1.947-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

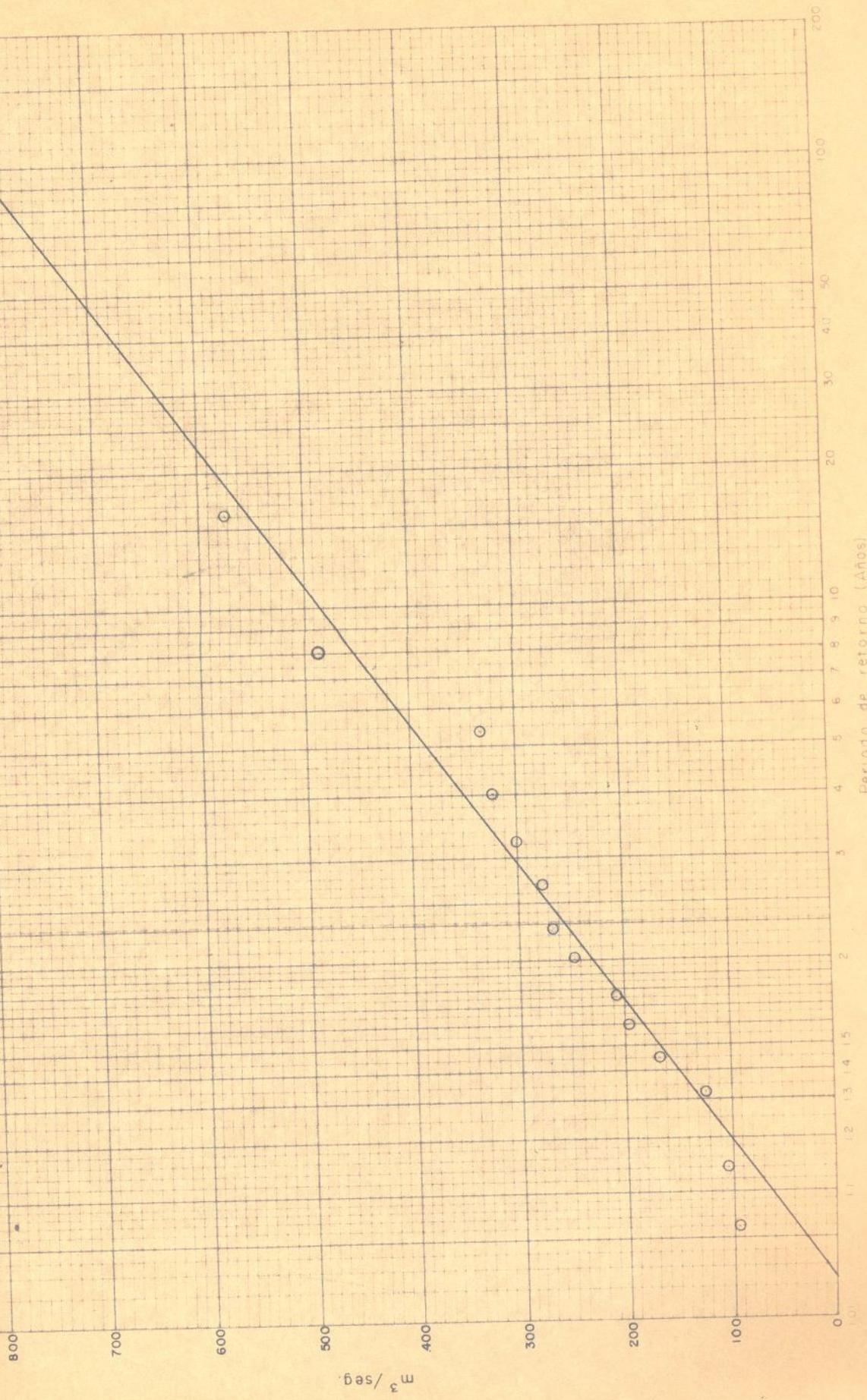
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
572.0	318.5	101459.23	1	16.00
486.0	232.5	54068.65	2	8.00
330.0	76.5	5856.33	3	5.33
320.0	66.5	4425.79	4	4.00
300.0	46.5	2164.73	5	3.20
277.0	23.5	553.50	6	2.66
261.0	7.5	56.65	7	2.28
248.0	-5.4	29.95	8	2.00
207.0	-46.4	2159.77	9	1.77
195.0	-58.4	3419.13	10	1.60
167.0	-86.4	7477.63	11	1.45
123.0	-130.4	17023.28	12	1.33
112.0	-141.4	20014.70	13	1.23
105.0	-148.4	22044.32	14	1.14
99.1	-154.3	23831.12	15	1.06
3802.1		264584.78		

XP = 253.4

SIGMA = 137.473

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
804.	99.000	100.0
773.	98.750	80.0
710.	98.000	50.0
584.	95.000	20.0
386.	80.000	5.0
259.	56.521	2.3

RIO TUY EN EL VIGIA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Yaracuy AÑOS DE REGISTRO: 11
 ESTACION: Pte. Cumaripa PERIODO: 1.951-1.962

ANALISIS DE CRECIENTES

VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
326.0	178.8	31992.20	1	12.00
290.0	142.8	20410.01	2	6.00
210.0	62.8	3951.83	3	4.00
186.0	38.8	1510.38	4	3.00
185.0	37.8	1433.65	5	2.40
143.0	-4.1	17.10	6	2.00
86.5	-60.6	3676.76	7	1.71
68.0	-79.1	6262.56	8	1.50
58.5	-88.6	7856.40	9	1.33
33.5	-113.6	12913.22	10	1.20
32.0	-115.1	13256.38	11	1.09
1618.5		103280.54		

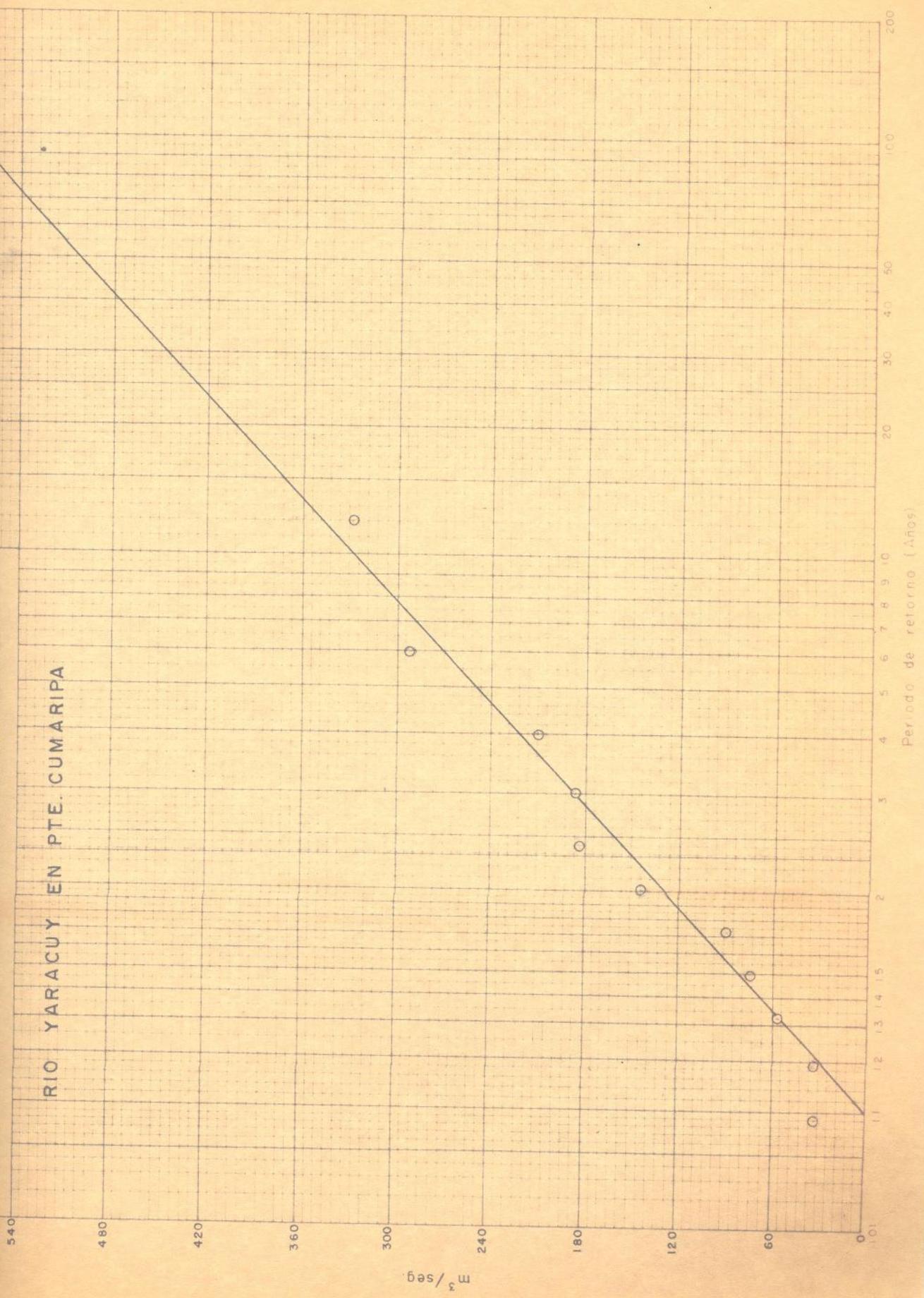
XP = 147.1

SIGMA = 101.627

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
577.	99.000	100.0
554.	98.750	80.0
504.	98.000	50.0
406.	95.000	20.0
252.	80.000	5.0
153.	56.521	2.3

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL
Período 51-62

RIO YARACUY EN PTE. CUMARIPA



METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

RIO: Yaracuy

AÑOS DE REGISTRO: 17

ESTACION: Pte. Peñon

PERIODO: 1.943-1.957-1.958-1.961

ANALISIS DE CRECIENTES

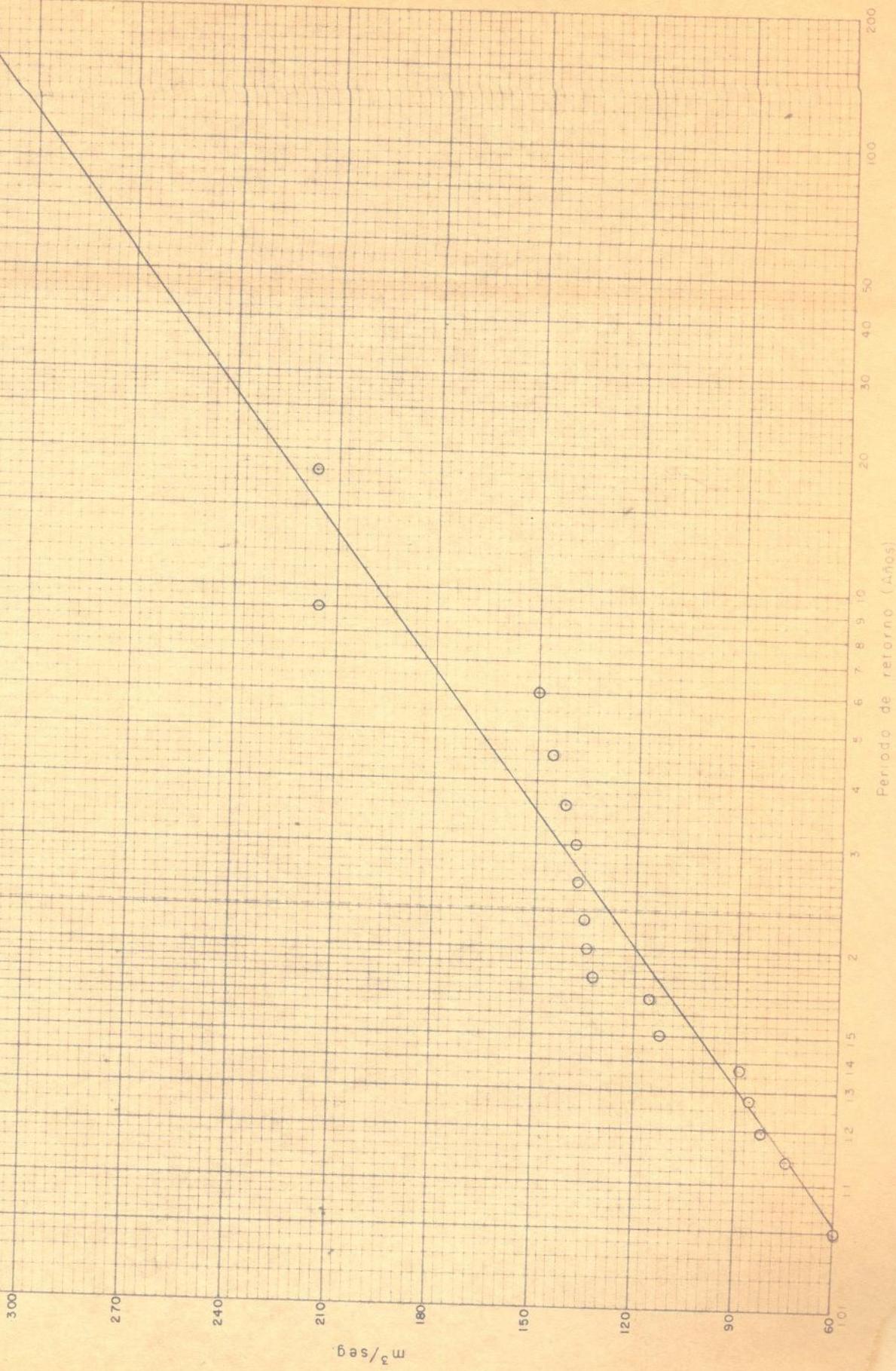
VALORES (X)	X-XP	(X-XP) ²	M	TR
216.0	88.9	7916.81	1	18.00
215.0	87.9	7739.86	2	9.00
150.0	22.9	527.91	3	6.00
145.0	17.9	323.15	4	4.50
141.0	13.9	195.34	5	3.60
138.0	10.9	120.48	6	3.00
136.0	8.9	80.57	7	2.57
135.0	7.9	63.62	8	2.25
133.0	5.9	35.71	9	2.00
132.0	4.9	24.76	10	1.80
115.0	-12.0	144.56	11	1.63
112.0	-15.0	225.70	12	1.50
88.0	-39.0	1522.83	13	1.38
86.8	-40.2	1617.93	14	1.28
82.1	-44.9	2018.12	15	1.20
74.5	-52.5	2758.72	16	1.12
60.0	-67.0	4492.15	17	1.05
2159.4		29808.28		

XP = 127.0

SIGMA = 43.162

DATO	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA EN PORCENTAJE	TIEMPO DE RETORNO
296.	99.000	100.0
286.	98.750	80.0
267.	98.000	50.0
228.	95.000	20.0
167.	80.000	5.0
128.	56.521	2.3

RIO YARACUY EN PTE. PEÑON



Obtención de curvas envolventes para los $T_r = 100$ años y $T_r = 50$ años.-

El trazado de las envolventes para ríos de todo el país y Región Hidrográfica IV, para los $T_r = 100$ y $T_r = 50$ años respectivamente, se hizo en base a los datos calculados por el método de Gumbel para ríos de todo el país de la siguiente manera:

Se tomó el valor del gasto máximo probable de uno de los ríos, a ocurrir en dichos períodos de retorno. Luego se dividió el valor de este gasto entre el área de la cuenca drenada por el río considerado, para obtener el gasto unitario por km^2 de cuenca. Cuadro 4-A B C D.

Una vez obtenido el valor del gasto unitario, se procedió a dibujar en un papel logarítmico, gasto unitario versus área drenada. *Dibujados estos puntos se trazaron las envolventes para los $T_r = 100$ años y $T_r = 50$ años para ríos de todo el país y Región Hidrográfica IV, y finalmente fué calculado el valor de C de la ecuación de Creager, para cada una de estas curvas. En forma análoga al cálculo hecho en el capítulo II.*

REGION HIDROGRAFICA I

RIO	ESTACION	AREA km ²	CRECIENTE PARA T _R = 50	CRECIENTE PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Motatán	Água Viva	4.200	932	1.043	0,222	0,248

REGION HIDROGRAFICA III

RIO	ESTACION	AREA km ²	CRECIENTE PARA T _R = 50	CRECIENTE PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Bucare	Aguas Negras	910	118	136	0,130	0,149
Tocuyo	Pte. Torres	3.590	2.351	2.705	0,654	0,753
Yaracuy	Pte. Cumaripa	266	504	577	1.895	2.169
Yaracuy	Pte. Peñón	1.206	267	296	0,221	0,245

Cuadro 4-A

RIO	ESTACION	AREA km ²	CRECIENTES PARA T _R = 50	CRECIENTES PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Acarigua	Pte. Acarigua	970	2.134	2.347	2.200	2.471
Boconó	Peña Larga	1.580	2.319	2.551	1.468	1.615
Cojedes	Pte. Sn. Raf. de Onoto	4.325	1.638	1.905	0.379	0.440
Guache	Pte. Viejo	300	1.200	1.363	4.000	4.543
Guárico	La Puerta	625	673	773	1.077	1.237
Guataparo	Cía Inglesa	39	37	40	0.949	1.026
Masparro	Pte. Masparro	495	4.620	5.156	9.333	10.416
Paguey	El Paso	810	2.423	2.695	2.991	3.328
Pao	Paso La Balsa	2.730	1.087	1.229	0.398	0.450
Sarare	Sarare	220	318	361	1.445	1.641
Tinaco	Pte. Tinaco	625	1.198	1.373	1.917	2.197
Tirgua	Paso Viboral	1.490	1.166	1.328	0.783	0.891
Tucutunemo	Tucutunemito	99	146	171	1.475	1.727
Guárico	Boca de Cagua	2.040	932	1.063	0.457	0.521

RIO	ESTACION	ÁREA km ²	CRECIENTE PARA T _R = 50	CRECIENTE PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Aragua	Hda. El Recreo	198	173	200	0.874	1.010
Guacara	Las Vegas	75	53	60	0.707	0.800
Las Minas	Barrancón	85	253	295	2.976	3.470
Guayos	Pte. Los Guayos	114	91	105	0.798	0.921
Tocorón	Parcela Chavero	114	255	293	2.237	2.570
Turmero	Turmero	192	266	307	1.385	1.598

REGION HIDROGRAFICA VIII

RIO	ESTACION	AREA km ²	CRECIENTE PARA T _R = 50	CRECIENTE PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Grande	Carpintero	719	573	641	0.797	0.891
Tuy	Hda. Tazón	1.180	422	476	0.357	0.403
Tuy	El Vigía	3.620	710	804	0.196	0.222

REGION HIDROGRAFICA IX

RIO	ESTACION	AREA km ²	CRECIENTE PARA T _R = 50	CRECIENTE PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Aragua	Lá Chorrera	1.881	118	106	0.062	0.069
Querecual	Querecual	254	895	1.033	3.524	4.067

REGION HIDROGRAFICA XI

RIO	ESTACION	AREA km ²	CRECIENTE PARA T _R = 50	CRECIENTE PARA T _R = 100	Q/A T _R = 50	Q/A T _R = 100
Manzanares	Guaripa	830	593	657	0.714	0.792

Cuadro 4--D

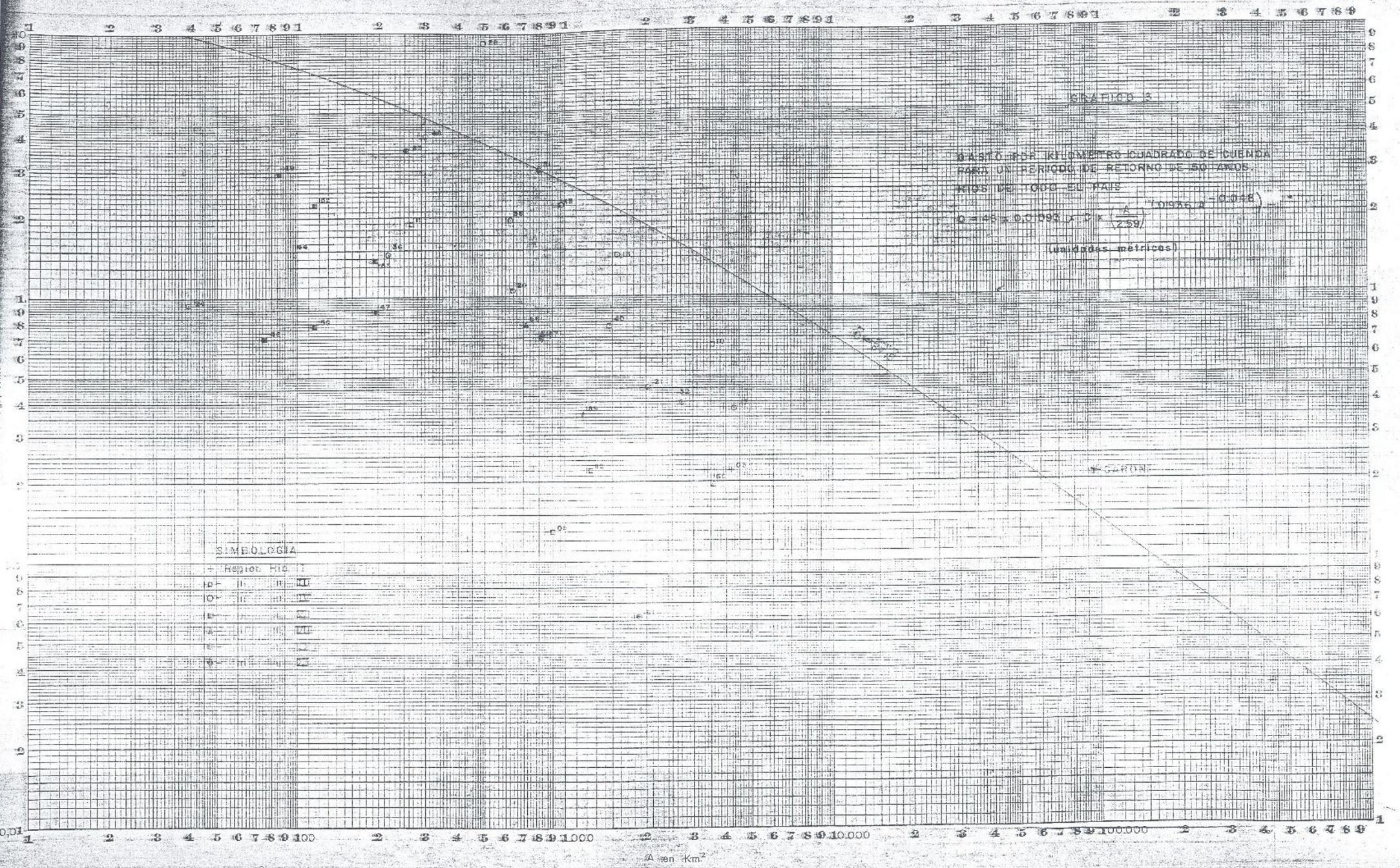


GRAFICO 3

CAUDAL POR KILOMETRO CUADRADO DE CUENCA
 PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS
 MEDIO DE TODO EL PAIS

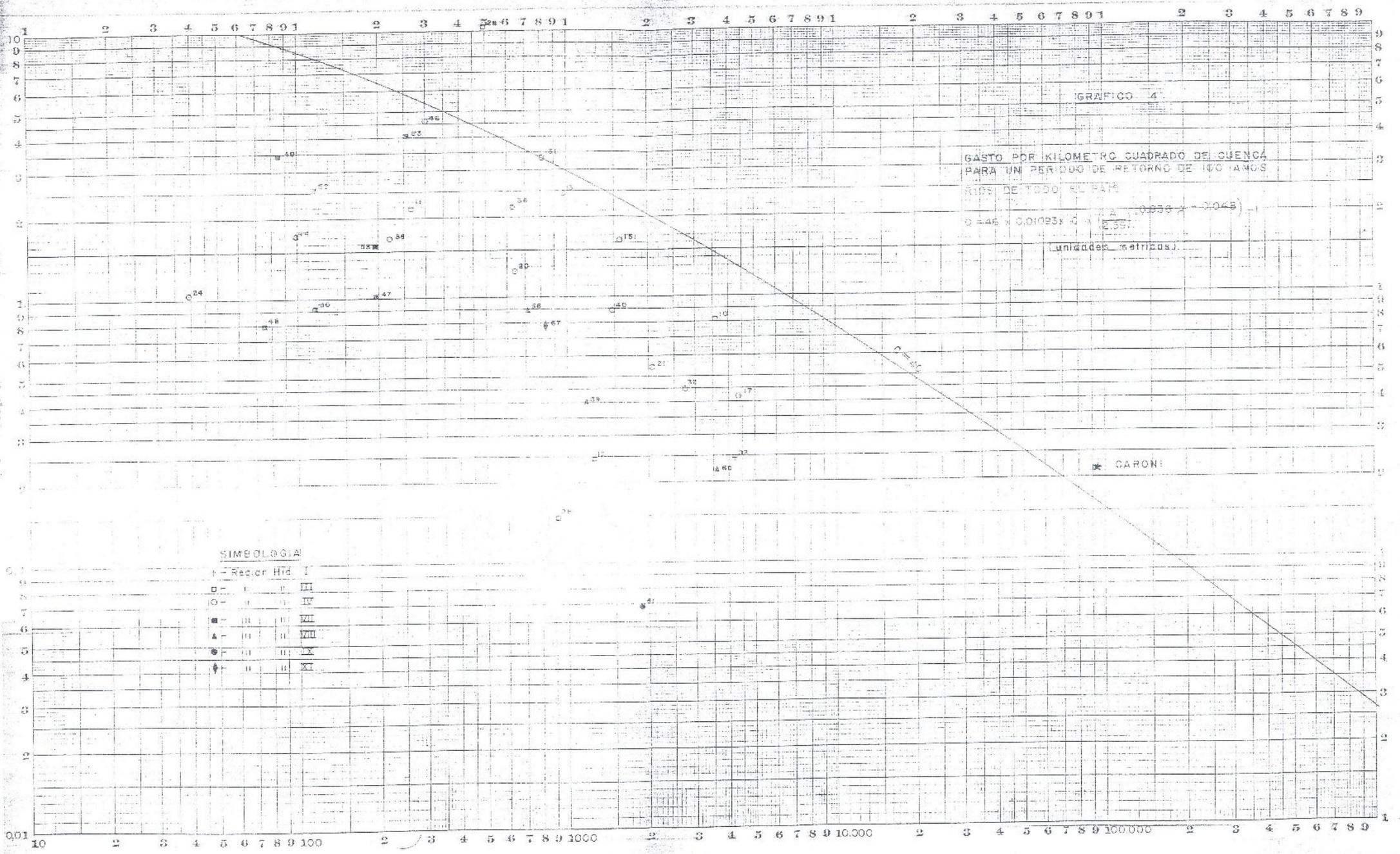
$$Q = 4.6 \times 0.0092 \times A^{0.75} \quad (0.926 A^{0.75})$$

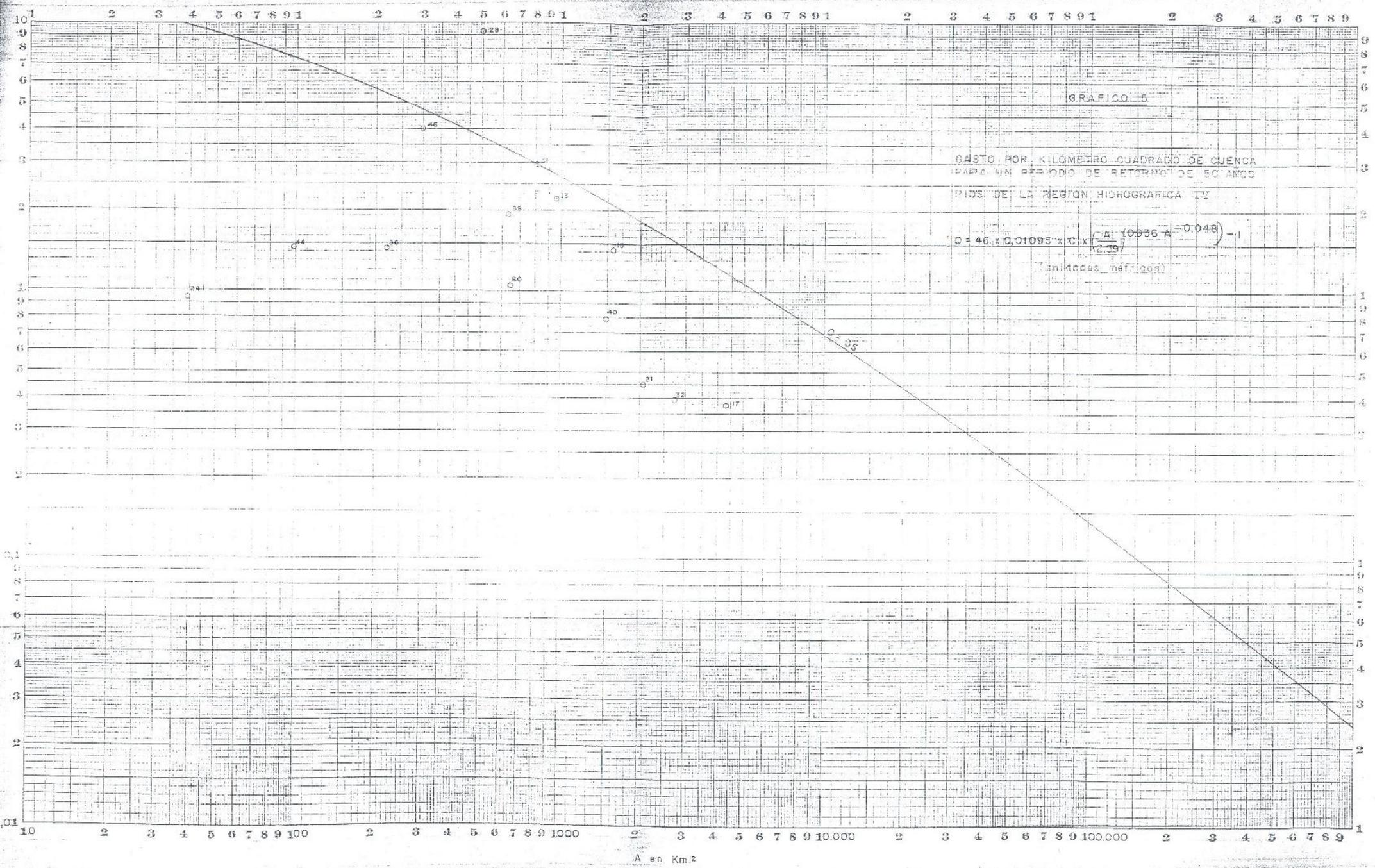
(unidades métricas)

SIMBOLOGIA

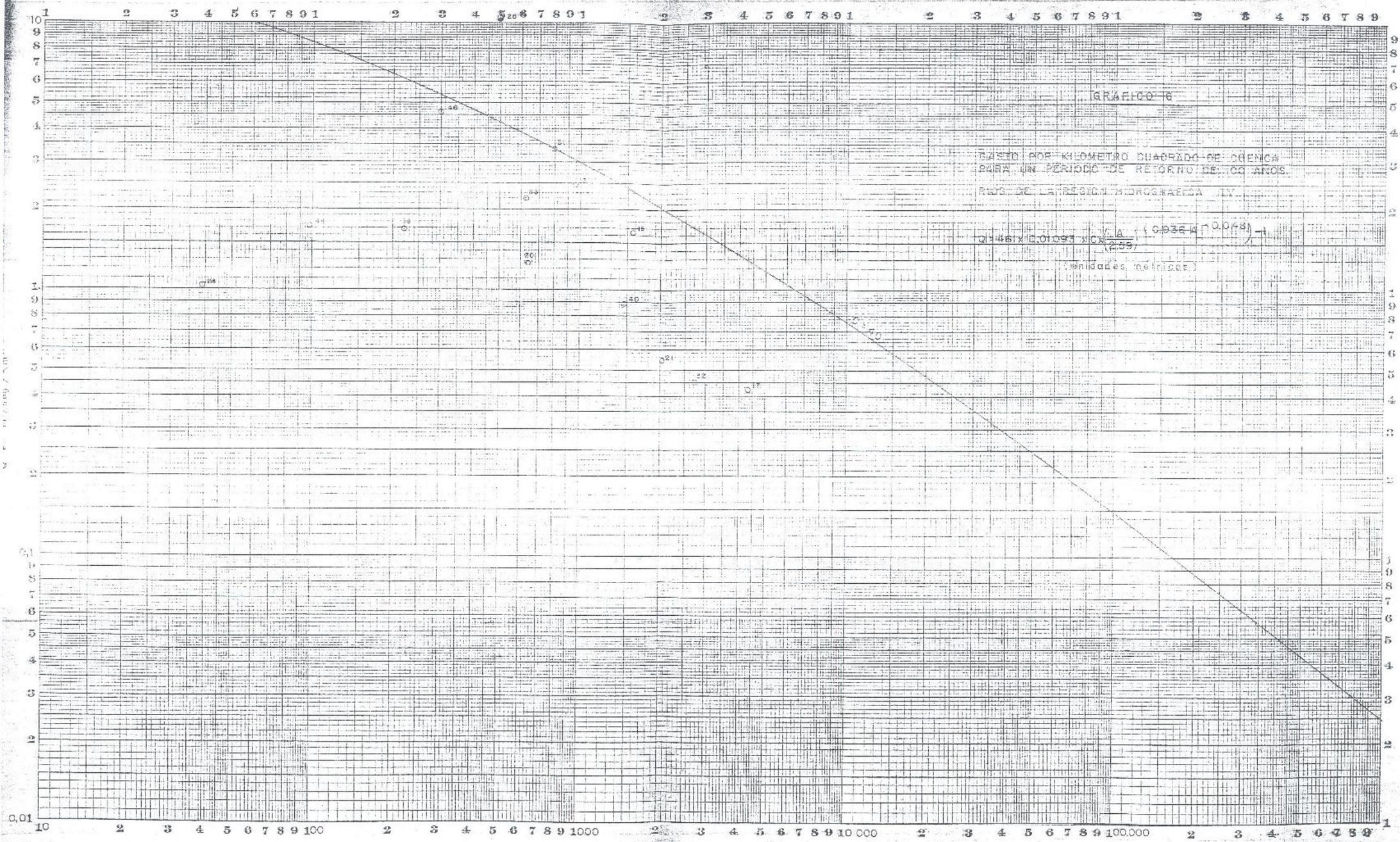
- + Region HIZ III
- o Region HIZ II
- o Region HIZ I
- o Region HIZ IV
- o Region HIZ V
- o Region HIZ VI
- o Region HIZ VII
- o Region HIZ VIII
- o Region HIZ IX
- o Region HIZ X
- o Region HIZ XI
- o Region HIZ XII
- o Region HIZ XIII
- o Region HIZ XIV
- o Region HIZ XV
- o Region HIZ XVI
- o Region HIZ XVII
- o Region HIZ XVIII
- o Region HIZ XIX
- o Region HIZ XX
- o Region HIZ XXI
- o Region HIZ XXII
- o Region HIZ XXIII
- o Region HIZ XXIV
- o Region HIZ XXV
- o Region HIZ XXVI
- o Region HIZ XXVII
- o Region HIZ XXVIII
- o Region HIZ XXIX
- o Region HIZ XXX

A en Km²





A en Km²



CAPITULO V

C O N C L U S I O N E S

Después de haber analizado y comparado detalladamente las curvas - envolventes hemos observado lo siguiente:

1º.- Que el valor del coeficiente que corresponde a la envolvente de las crecientes máximas registradas por km^2 de cuenca para ríos del país es de $C = 30$.

2º.- Que el valor del coeficiente para la envolvente de las crecientes máximas registradas, para ríos de la región hidrográfica IV es de $C = 30$.

El hecho de que esta región tenga una envolvente de coeficiente igual al coeficiente de la envolvente de ríos del país, se debe a que la mayor parte de estos ríos se encuentran situados dentro de dicha región.

3º.- El valor del coeficiente para la curva envolvente para las crecientes para ríos del país, considerando un período de retorno de 50 años es de $C = 37,5$.

4º.- Al considerar un período de retorno de 100 años para las crecientes de los ríos del país, obtuvimos un coeficiente para la envolvente de $C = 40$.

5º.- En el caso particular de las crecientes máximas registradas para ríos de la región hidrográfica IV al aplicar un período de retorno de 50 años, obtuvimos un valor para el coeficiente de dicha envolvente de $C = 35$ y para un período de retorno de 100 años nos dió un valor de $C = 40$.

Recomendaciones:

De acuerdo al trabajo efectuado podríamos decir que si en el futuro se incrementarán los estudios en forma sistemática y coordinada, aumentando el número de estaciones de observación, en especial registradoras, al obtener entonces mayor cobertura del país cualquier conclusión podría estar respaldada por la gran cantidad de valores y lógicamente la aplicación de estos métodos sería más exacta.

REFERENCIAS

- 1º.- Gumbel, E. J. "The Statistical Forecast of Floods", December 1.948.
- 2º.- Creager Justin y Hinds "Engineers for Dams", Vol. II John Wiley, New York, 1957.
- 3º.- Chow, V. T. "A General Formula for Hydrology Frequency Analysis" Trans. Am. Geophys Union. Vol. 32, pp 231-237, April 1.951. Citado por Linsley Jr., R. K. Kohler, M. A., y Paulhus, J.L.H.
- 4º.- Linsley Jr., R.K. Kohler, M. A. Paulhus, J. L. H. "Hydrology for Engineers". Mc. Graw-Hill, New York, 1.958.
- 5º.- Gómez Navarro y Aracil "Saltos de Agua y Presas de Embalse". Vol. I, Tipografía Artística, Madrid, 1.952.
- 6º.- Linsley Jr., R. K. Kohler, M. A. Paulhus, J. L. H. "Applied Hydrology", Mc. Graw-Hill, New York, 1.949.
- 7º.- Wisler, C. D. Brater, E. F. "Hydrology", New York, John John Wiley and Sons, INC. London Chapman & Hall Limited.
- 8º.- Gabaldón, Arnoldo José Witzke, E. F. "Diseño y Modelos Hidráulicos del Vertedero de la Presa de Guri", Universidad Católica "Andrés Bello". Caracas, Julio 1.960.
- 9º.- Pedroza de Andrade, Homero Xavier "Hidráulica Aplicada". Editora Científica, Río de Janeiro, 1.957

I N D I C E

Introducción Pág. Nº 1

CAPITULO I

METODO DE LAS CURVAS ENVOLVENTES

Estimación de crecientes " " 2
Fórmulas más conocidas " " 2
Usos de las curvas envolventes " " 3

CAPITULO II

OBTENCION DE LAS CURVAS ENVOLVENTES PARA VENEZUELA EN BASE A CRECIENTES MAXIMAS REGISTRADAS

Selección de ríos " " 5
Obtención de las envolventes " " 6

CAPITULO III

METODO ESTADISTICO DE GUMBEL

Explicación Teórica " " 12
Manera de utilizar el gráfico de Gumbel " " 14

CAPITULO IV

APLICACION DEL METODO DE GUMBEL A RIOS VENEZOLANOS

Selección de datos " " 15
Aplicación del método de Gumbel " " 15
Obtención de curvas envolventes para los
 T_r 100 y 50 años " " 62

CAPITULO V

Conclusiones " " 69
Referencias y Obras consultadas " " 71