

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE INFORMACION BASICA



ESTUDIO HIDROLOGICO
DEL RIO TUY
EN HACIENDA BARRIOS
JUNIO 1974



DIVISION DE HIDROLOGIA

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA CUENCA	1
3. ESTUDIOS REALIZADOS ANTERIORMENTE	2
4. PRECIPITACION	2
4.1 Precipitación Media Anual	2
4.2 Precipitación Directa Sobre el Embalse	3
4.3 Lluvia de Diseño	4
5. EVAPORACION	5
5.1 Evaporación Media Anual	5
5.2 Evaporación Directa del Embalse	5
6. PERDIDAS O GANANCIAS SOBRE EL EMBALSE	6
7. ESCURRIMIENTO.....	6
7.1 Frecuencia de Volúmenes Mínimos	8
7.2 Curva de Masas por Diferencias Acumuladas	8
7.3 Curva de Extracciones	8
8. CRECIENTES	10
8.1 Frecuencia de Caudales Máximos Instantáneos	11
8.2 Hidrograma Unitario	11
8.3 Hidrogramas para Frecuencias de 5; 10; 25; 50 y 100 Años	12
8.4 Creciente Originada por la Lluvia de Diseño	13
9. RESULTADOS	14

ANEXO

1 INTRODUCCION

El gran desarrollo urbano e industrial que ha experimentado la zona de los Valles de Aragua, hace necesario realizar transferencias de agua a fin de satisfacer las demandas futuras, por ello se ha previsto la construcción de una presa en la cuenca alta del río Tuy, en el sitio Hacienda Barrios, donde la topografía y los costos de transferencia lo hacen económicamente factible.

La Oficina de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas analizó las alternativas de aprovechamiento de esta cuenca en base a las disponibilidades calculadas a partir de los registros de escurrimiento del período 1952-1964, seleccionándose en el "Estudio de las Alternativas para el Abastecimiento de Agua en la Cuenca del Lago de Valencia" (Abril 1972) aquella correspondiente a 800 l/s de gasto continuo con una altura de presa de 36 m, lo que equivale a una capacidad útil de 33 mill m³, sin embargo los resultados del presente estudio hidrológico, basado en la actualización de los datos (período 1953-1973), demuestran la tendencia decreciente del rendimiento de la cuenca obteniéndose una disponibilidad media anual menor (26 mill m³), lo cual implica una extracción inferior (730 l/s) con esa capacidad de embalse.

Este estudio ha sido realizado en la División de Hidrología de la Dirección General de los Recursos Hidráulicos por la Ing. Miriam de Guilarte.

2 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA CUENCA

La zona objeto del estudio pertenece a la cuenca alta del río Tuy, abarca una superficie de 213 Km², descontando la cuenca contribuyente a la

presa de Agua Fría, cuyas aguas son derivadas para el acueducto de Caracas; comprende el área que drena desde el nacimiento del río Tuy, en el flanco sur de la cordillera de la costa cerca de la Colonia Tovar a unos 2000 msnm, hasta una elevación alrededor de 570 m. El río Tuy en este tramo tiene una dirección Norte-Sur, con una longitud aproximada de 20 km y una pendiente media del cauce de 3,7 % (Mapa N° 1).

3 ESTUDIOS REALIZADOS ANTERIORMENTE

- a) Informe sobre el Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos de la Cuenca Alta del Río Tuy en Sitio de Presa "Hacienda Barrios"-Región Hidrográfica VIII. Guido Posewitz-Diciembre 1964.
- b) Lluvia de Diseño para las hojas de los ríos Tuy y Guapo. División de Hidrología-Noviembre 1964.
- c) Estudio de las alternativas para el abastecimiento de agua en la cuenca del Lago de Valencia-Oficina de Planeamiento-Abril 1972.

4 PRECIPITACION

4.1 Precipitación Media Anual

Con el fin de determinar el patrón isoyético de la cuenca hasta el sitio en estudio, se utilizó la información pluviométrica existente en la cuenca del río Tuy hasta Hacienda Tazón para estimar la distribución de la precipitación en forma integral (Mapa N° 2). En la Tabla N° 1 del anexo se presenta la información relativa a ubicación y período de registro de las estaciones empleadas.

Para unificar el período de registro se seleccionó el lapso 1960-1973 (14 años) para el análisis. En el mapa isoyético (Mapa N° 2) se observa la presencia de un centro de baja precipitación sobre la zona de interés, lo cual trae como consecuencia el bajo escurrimiento que se registra en la estación fluviométrica Hacienda Barrios, en relación a otras subcuencas en la hoya del río Tuy con un área igual o algo menor, pero con otra orientación.

La precipitación media anual hasta el sitio de presa, calculada por el método isoyético, es de 950 m.m., existiendo un valor máximo de 1200 mm anuales en la zona de la montaña al norte de la cuenca y disminuyendo hacia el sur hasta un centro de 800 mm sobre la zona de las haciendas Quebrada Seca y La Urbina; en el mismo patrón puede observarse que la precipitación media anual sobre la zona del embalse alcanza un valor medio anual de 900 mm.

4.2 Precipitación Directa sobre el Embalse

Para estimar los volúmenes de agua que caen directamente al embalse, provenientes de la precipitación sobre la superficie libre, se consideraron como representativos los datos de la estación pluviométrica Quebrada Seca-La Urbina, afectados por un coeficiente de ajuste que expresa la relación entre la precipitación media anual estimada para el sitio de embalse (900 mm) y la precipitación media anual calculada para la mencionada estación (782 mm), resultando un coe -

ficiente de 1,15. En la Tabla N° 2 del anexo se presentan los valores mensuales adoptados para el cálculo de las pérdidas o ganancias.

4.3 Lluvia de Diseño

La lluvia usada en la determinación de la creciente de diseño, se obtuvo a partir del estudio "Lluvia de Diseño para las hoyas de los ríos Tuy y Guapo", en el cual fueron analizadas y maximizadas 9 tormentas ocurridas en las cuencas de los ríos Tuy y Guapo, teniéndose en esta forma una estimación de la tormenta máxima probable en cualquier subcuenca de dichos ríos. Así, para un área de 213 Km², ubicada al lado oeste de la confluencia de los ríos Tuy y Guaire se obtuvieron los siguientes valores para las distintas duraciones:

TABLA - 1

Duración (horas)	Lluvia de Diseño (mm)
1	48
2	90
3	112
6	128
12	140
24	152

A partir de estos valores se elaboró la curva de altura-duración para un área de 213 Km² (Figura N° 1-Anexo).

Estas lluvias resultan ser algo sobre-estimadas para la zona de las cabeceras del Tuy debido a la diferencia existente entre el régimen normal de precipitación en la cuenca hasta Hacienda Barrios, la cual

es estrecha y tiene una orientación Norte - Sur, y el régimen del resto de la cuenca formada por los valles del Tuy con una orientación Oeste-Este; siendo ambas áreas consideradas en el mencionado informe como una sola zona homogénea en cuanto a ocurrencias de lluvias.

5 EVAPORACION

5.1 Evaporación Media Anual

Debido a que no se dispone de registros de evaporación en el sitio del embalse, y a la variación respecto al espacio, existente en las regiones montañosas, se utilizaron los datos evaporimétricos de estaciones adyacentes a la zona en estudio, elaborándose un mapa de iso líneas de evaporación media anual (Mapa N° 3), el cual muestra la distribución de dicho parámetro en la cuenca, quedando demostrado que en las zonas de mayor altitud la evaporación es menor que en las zonas relativamente bajas, es decir, la evaporación disminuye al aumentar la elevación. A partir de este patrón se estimó la evaporación media, medida en tina tipo A para el sitio de embalse, en un valor de 1700 mm anuales.

5.2 Evaporación Directa del Embalse

Los volúmenes perdidos por evaporación directa desde la superficie libre del agua en el embalse se estimaron tomando como base la estación Suata, aplicando dos factores de ajuste, el primero indica la

relación entre la evaporación media anual estimada para el sitio de embalse (1700 mm) y la evaporación media anual calculada para la estación indicada (2128 mm), el valor obtenido para tal factor es de 0,80; el segundo factor reduce el valor de la evaporación medida en la tina a la evaporación desde la superficie libre de un embalse, tomándose un coeficiente de tina de 0,80. Se obtiene en esta forma un factor total de 0,64.

Los valores de evaporación mensual obtenidos se presentan en la Tabla N° 3 del Anexo.

6 PERDIDAS O GANANCIAS SOBRE EL EMBALSE

Los volúmenes ganados ó perdidos en el embalse por efectos de la precipitación y evaporación directa sobre la superficie de agua se calcularon en base a los valores obtenidos en los apartes 4 y 5 (Tablas N° 2 y N° 3-Anexo).

Los resultados de las pérdidas o ganancias se muestran en el Cuadro N° 1 del punto Resultados, comenzando en el año 1953, época en que el escurrimiento tiende a un régimen relativamente uniforme.

7 ESCURRIMIENTO

La estación hidrométrica Hacienda Barrios está ubicada aproximadamente 1 Km. aguas abajo del sitio de presa; ya que no existen tributarios de importancia en el tramo desde la presa a la estación, los escurrimientos registrados en esta última se consideran representativos de los aportes al embalse.

Los volúmenes extraídos directamente al río con fines de riego aguas arriba del sitio de presa no se consideran como disponibilidades del embalse por ser derechos adquiridos con anterioridad, dichos volúmenes no son registrados en Hda. Barrios, por lo cual no se hace necesaria su estimación a los fines del presente estudio.

El período de registro en la estación hidrométrica comienza en 1941 con lecturas de mira hasta septiembre de 1962, época en la cual fué instalado un fluviógrafo para el registro continuo del escurrimiento. En la Figura N° 2 del Anexo se muestran en forma gráfica la secuencia de volúmenes anuales registrados para el período 1941-1973. Al analizar este gráfico puede observarse que existen dos períodos con regímenes diferentes, poniéndose de manifiesto la disminución del rendimiento que ha sufrido la cuenca entre un período y otro; con el fin de constatar la fidelidad de los datos se hizo el mismo gráfico para la estación fluviográfica Río Tuy en Hda. Tazón, la cual tiene una cuenca de 1150 Km² aproximadamente, y se observó igual tendencia en el rendimiento, por lo que se concluye que tal disminución ha existido en la cuenca misma, en parte por deforestación y aumento de consumo en las cabeceras, y además por uso incontrolado con fines de riego en zonas adyacentes al curso del río. En base a lo expuesto se adoptó como período de estudio el lapso 1953-1973 (21 años), con un volumen anual medio de 26 mill m³.

En el Cuadro N° 2 del aparte Resultados se presentan los valores mensuales y anuales para el período indicado.

7.1 Frecuencia de Volúmenes Mínicos

A partir de los datos de volúmenes mensuales se estableció una serie anual formada por el valor mínimo mensual, aplicando un análisis de frecuencia a la serie mediante el cálculo del período de retorno correspondiente a cada valor, para lo cual se empleó la fórmula $Tr = \frac{n + 1}{m}$ y se llevaron los resultados a un gráfico de coordenadas log-probabilidad normal.

El proceso se repitió para series de valores mínimos mensuales resultantes de promediar N meses consecutivos, variando N de 2 a 6 meses; se obtuvo en esta forma las curvas de frecuencia correspondientes a las 6 series analizadas. En el gráfico N° 1 del punto Resultados se presentan las curvas mencionadas.

7.2 Curva de Masas por Diferencias Acumuladas

Con los volúmenes mensuales adoptados para el período 1953-1973, se elaboró el diagrama de masas del escurrimiento (Figura N° 3 Anexo) en la forma de diferencias acumuladas respecto al volumen medio mensual calculado para el período (2,17 mill m³/mes). En este gráfico se ponen de manifiesto los lapsos de deficiencia (tendencia negativa) y de excedencia (tendencia positiva) que ha experimentado el caudal del río en el sitio de embalse.

7.3 Curva de Extracciones

Para obtener la relación extracción-almacenamiento se anali -

zó el diagrama de masas mediante el Algoritmo de Secuencia de Picos de Thomas, determinándose en esta forma la capacidad útil mínima necesaria para satisfacer una determinada extracción constante durante todo el período en forma tal que no ocurran déficits y el embalse llegue al nivel mínimo de operación por lo menos una vez en el intervalo, lo cual representa el aprovechamiento óptimo. Para estos fines se asume que los aportes se repiten en ciclos de 21 años, período considerado en los cálculos. Se adoptaron diferentes tasas de extracción, expresadas como un porcentaje de regulación del volumen medio para el ciclo adoptado. En la tabla siguiente se presentan los valores obtenidos, sin considerar pérdidas o ganancias en el vaso.

TABLA - 2

Regulación %	Extracción		Almac. útil Mill. m ³
	Mill. m ³ /mes	m ³ /seg	
100	2,17	0,82	75,03
95	2,06	0,78	54,93
90	1,96	0,74	34,93
85	1,85	0,70	29,58
80	1,74	0,66	25,67
75	1,63	0,62	21,77
70	1,52	0,58	18,01
65	1,41	0,54	14,31
60	1,30	0,49	10,72
55	1,19	0,45	7,99
50	1,09	0,41	5,60
45	0,98	0,37	3,77
40	0,87	0,33	3,12
35	0,76	0,29	2,46
30	0,65	0,25	1,86
25	0,54	0,21	1,37
20	0,43	0,16	0,94
15	0,33	0,12	0,50
10	0,22	0,08	0,15

La curva basada en estos valores se presenta en el gráfico N°2 de la sección Resultados, expresada la extracción en m^3/seg en el gráfico "a" y en $mill m^3/mes$ en el gráfico "b".

De la conformación de la curva se deduce que la capacidad útil óptima está entre 30 y 36 $mill m^3$, lo cual corresponde a una extracción continua de 700 a 750 lts/seg .

La alternativa de 800 lts/seg , seleccionada en el "Estudio de las Alternativas para el Abastecimiento de agua en la Cuenca del Lago de Valencia", (Ref. c) según esta curva requiere una capacidad de 64 $mill m^3$, lo cual no corresponde a la presa calculada a tal efecto con una capacidad útil de 33 $mill m^3$. La diferencia se debe a que los cálculos del mencionado informe se basan en el escurrimiento registrado en Hacienda Barrios para el período 1952-1964 (Ref. a), y como se mencionó anteriormente el rendimiento del río tiene una tendencia decreciente, teniéndose como resultado que el promedio anual para el lapso 1952-1964 es de 31,3 $mill m^3$ y para 1953-1973 es de 26,07 $mill m^3$.

8 CRECIENTES

Para el análisis de las crecientes que pueden llegar al embalse se consideró el período de registro de la estación fluviométrica Hacienda Barrios, comenzando en 1962, ya que antes de ese año el escurrimiento se determinaba mediante lecturas de mira.

8.1 Frecuencia de Caudales Maximos Instantáneos

Para determinar los caudales maximos para las frecuencias convencionales (5; 10; 25; 50 y 100 años), se tomaron los gastos pico de las 12 crecientes maximas anuales registradas (Tabla N 4 - Anexo), y se aplicó el Método de Gumbel para el cculo de frecuencias, obteniéndose los siguientes resultados.

TABLA -3

Tr (años)	Q m ³ /seg.
2,33	61
5	108
10	146
25	194
50	229
100	265

La curva de frecuencia de gastos máximos instantáneos se presenta en el Gráfico N 3 de la sección Resultados.

8.2 Hidrograma Unitario

Con la finalidad de establecer un hidrograma representativo de la cuenca para obtener una creciente, ya sea conociendo el caudal pico o la posible lluvia, se calculó el hidrograma unitario de la cuenca, adoptándose la duración que produjese el pico más alto al aplicar una lluvia distribuida según la curva de altura-duración obtenida en la sección 4.3 (Figura N 1 - Anexo).

En primer lugar se calcularon los hidrogramas unitarios a partir

de las crecientes mayores, se determinó la duración de cada uno y se promediaron aquéllos que tuvieran 1 hora de duración y un rango de 25% de variación en el tiempo de pico, pico unitario y caudal base. Se obtuvo en esta forma el Hidrograma Unitario de 1 hora de duración, a partir del cual se calcularon los H.U de 2; 3 y 6 horas. En la tabla siguiente se presenta la determinación de la combinación lluvia-gasto pico más desfavorable en base a la lluvia de diseño sin considerar pérdidas por interceptación e infiltración.

TABLA - 4

Duración (horas)	q_u ($m^3/seg. mm$)	P (sin pérdidas) (m. m.)	Q_p (m^3/seg)
1	18,0	48	864
2	16,0	90	1440
3	13,4	112	1500
6	8,8	128	1126

La combinación más desfavorable es la de 3 horas, razón por la cual se adoptó el hidrograma unitario de esta duración para los cálculos siguientes.

En la Figura N° 4 del Anexo se incluyen los hidrogramas unitarios de 1 a 6 horas de duración.

8.3 Hidrogramas para Frecuencias de 5; 10; 25; 50 y 100 Años.

Los hidrogramas totales para las frecuencias convencionales se

obtuvieron a partir del hidrograma unitario calculado para 3 horas y los caudales máximos instantáneos resultantes del cálculo de frecuencias, aplicando en cada caso un factor de conversión tal que el pico del hidrograma unitario alcance el valor del gasto máximo determinado para la frecuencia respectiva.

En el Gráfico N° 4 de la sección Resultados se presentan los hidrogramas calculados.

El gasto base no se agregó a los hidrogramas por que se consideró despreciable en relación a los gastos pico de las crecientes.

Para cada hidrograma se calculó el volumen, obteniéndose los siguientes resultados:

TABLA-5

Tr años	Qp m ³ /seg	Vol. mill m ³
5	108	1,7
10	146	2,3
25	194	3,1
50	229	3,6
100	265	4,2

En el Gráfico N° 3 de los Resultados se presenta la curva de frecuencia de volúmenes de creciente obtenida a partir de los valores indicados.

8.4 Creciente Originada por la Lluvia de Diseño

Para los efectos de determinación de la creciente producida por la ocurrencia de la lluvia de diseño se consideraron pérdidas por

intercepción e infiltración de 6 mm/hora, obteniéndose a partir de los datos presentados en el aparte 4.3 (Lluvia de Diseño), una lluvia efectiva de 94 mm para 3 horas de duración, esta lámina se aplicó al hidrograma unitario de 3 horas obteniéndose la creciente que puede considerarse en general como creciente máxima probable, (C.M.P) aunque para que esto ocurra, tiene que presentarse una situación atmosférica tal que la tormenta se centre en la cuenca estudiada, esto es poco probable debido a las condiciones de orografía y hasta el presente no se tiene conocimiento de un fenómeno similar en cuanto a ubicación de su centro. El caudal máximo instantáneo para dicha creciente resulta ser 1260 m³/seg. En el Gráfico N° 5 del punto Resultados se presenta el hidrograma correspondiente.

9 RESULTADOS

A continuación se presenta un resumen de las principales características y resultados obtenidos para el sitio de Presa Hacienda Barrios:

Area de la cuenca	=	213 Km ²
Longitud del cauce	=	20 Km ²
Pendiente media del cauce	=	3,7 %
Precipitación media anual sobre la cuenca....	=	950 mm
Precipitación media anual sobre el embalse ...	=	900 mm
Evaporación media anual sobre el embalse	=	1360 mm
Rendimiento medio anual de la cuenca	=	26 Mill m ³
Almacenamiento útil requerido para regulación de 100 %	=	75 Mill m ³
Almacenamiento útil óptimo	=	33 Mill m ³
Extracción correspondiente al almacenamiento de 33 Mill m ³	=	730 Ips

Caudal máximo instantáneo Frecuencia	5 años ..	=	61 m ³ /seg
Caudal máximo instantáneo Frecuencia	10 años ..	=	146 m ³ /seg
Caudal máximo instantáneo Frecuencia	25 años ..	=	194 m ³ /seg
Caudal máximo instantáneo Frecuencia	50 años ..	=	229 m ³ /seg
Caudal máximo instantáneo Frecuencia	100 años ..	=	265 m ³ /seg
Caudal máximo instantáneo de la C.M.P		=	1260 m ³ /seg

Los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio se presentan a con
tinuación en forma detallada en el siguiente orden:

- Cuadro N° 1: Pérdidas o ganancias estimadas para el sitio de embalse (1953-1973).
- Cuadro N° 2: Esguerrimiento mensual (1953-1973).
- Gráfico N° 1: Curva de Frecuencia de Volúmenes Míñimos
- Gráfico N° 2: Curvas de extracción-almacenamiento
- Gráfico N° 3: Curvas de frecuencia de crecientes
- Gráfico N° 4: Hidrogramas Totales para 5; 10; 25; 50 y 100 años de frecuencia.
- Gráfico N° 5: Creciente de Diseño

CUADRO N° 1

PERDIDAS O GANANCIAS ESTIMADAS PARA EL SITIO DE EMBALSE (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1953	-121,8	-142,3	-158,9	-138,6	80,3	162,6	149,7	51,3	38,3	- 71,2	- 83,1	- 1,7
1954	-126,1	-124,9	-170,1	- 90,0	69,4	44,2	125,1	74,3	104,1	167,4	- 29,7	- 64,5
1955	-108,5	-109,2	-150,1	-100,5	-115,3	40,8	64,3	122,3	64,3	5,1	- 55,6	- 80,1
1956	- 14,9	-126,2	- 58,1	-136,4	- 33,6	4,7	59,2	103,7	3,8	33,0	- 69,0	- 32,3
1957	-127,5	-140,4	-173,1	-139,4	- 23,0	5,3	44,0	52,7	- 46,1	32,2	- 7,4	-106,6
1958	-119,6	-130,1	-147,6	-131,0	17,6	351,2	69,5	51,7	- 11,7	- 6,9	- 87,6	-107,9
1959	-140,4	-140,4	-173,1	-119,6	61,8	- 4,1	- 10,7	73,9	- 22,0	7,5	- 36,2	-124,2
1960	-151,3	-160,6	-183,3	- 17,5	- 37,4	59,7	137,2	93,0	89,5	- 25,7	21,3	- 58,0
1961	-121,3	-132,7	-108,6	-123,6	-134,0	- 59,7	76,4	4,6	- 33,5	12,8	6,9	- 81,5
1962	-120,5	-136,8	-135,0	-158,2	- 65,0	74,5	- 9,4	- 16,9	26,5	86,4	- 35,4	- 72,7
1963	-105,5	-118,4	-159,4	- 91,4	256,7	154,1	- 42,2	- 7,8	93,4	- 12,3	- 32,7	-100,9
1964	-139,8	-150,9	-184,7	-154,6	- 40,4	- 25,7	136,0	23,1	1,8	- 12,1	- 82,8	-106,7
1965	- 82,6	-130,2	-199,9	-138,2	101,8	38,0	44,3	62,0	- 11,2	- 31,2	- 51,9	- 92,1
1966	-120,7	-145,9	-176,2	-176,6	94,7	16,4	90,8	6,6	- 53,4	- 58,5	- 66,4	- 53,9
1967	-114,0	-133,6	-157,2	- 73,3	-105,5	- 37,8	- 37,5	- 75,5	- 6,2	42,6	- 63,0	- 86,4
1968	-135,0	-156,2	-190,5	-123,5	72,8	123,1	39,7	16,1	38,7	- 7,6	- 62,8	-102,7
1969	-120,8	- 92,3	-142,6	-121,2	102,9	163,7	71,2	- 38,7	9,2	124,6	25,8	- 63,9
1970	- 92,7	-141,1	-115,2	-175,1	- 19,8	125,5	97,0	75,6	5,1	- 48,9	- 56,9	19,5
1971	-140,1	-139,3	-193,2	-108,9	- 14,6	- 82,1	- 24,0	81,2	103,9	22,7	- 59,6	-124,0
1972	-117,4	-158,3	- 28,9	-156,9	23,8	- 26,5	- 26,3	- 12,8	46,4	2,6	- 60,8	- 98,9
1973	-156,8	-163,4	-194,8	-123,1	-139,7	- 99,5	- 96,5	3,1	53,4	- 72,4	- 12,6	- 95,1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1953	2.40	1.50	1.90	3.70	3.80	4.50	6.00	4.90	5.80	3.90	1.90	3.00	43.30
1954	1.30	1.10	1.10	2.70	3.10	4.80	4.40	5.50	6.30	9.00	3.00	3.10	45.40
1955	2.30	1.90	1.20	1.00	0.80	1.60	4.90	4.40	8.00	7.00	5.30	3.30	41.70
1956	3.70	2.50	2.80	1.60	1.80	2.70	2.50	3.30	5.80	6.50	3.80	3.70	40.70
1957	1.00	0.80	0.50	0.80	4.80	2.30	4.80	2.90	4.70	3.40	2.30	2.30	30.60
1958	1.30	0.70	0.70	0.30	2.40	5.20	4.60	3.60	2.80	2.80	1.60	0.80	27.10
1959	0.70	0.90	1.40	0.60	2.80	1.80	1.70	1.80	2.00	2.30	1.60	0.20	17.50
1960	0.90	0.40	0.50	1.60	1.70	2.60	2.90	3.70	4.00	2.90	2.90	2.20	26.30
1961	0.40	0.30	0.50	0.40	0.20	0.30	2.10	3.20	2.70	2.20	2.20	0.80	15.30
1962	0.40	0.20	0.40	0.20	0.60	1.70	2.10	4.30	3.00	2.00	1.10	0.30	16.40
1963	0.20	0.10	0.20	0.60	3.90	5.50	2.50	1.70	4.30	2.20	2.40	0.60	24.20
1964	0.30	0.20	0.20	0.20	0.70	1.40	2.90	3.10	3.20	3.20	0.40	0.50	16.40
1965	0.50	0.20	0.20	0.30	1.60	3.60	2.90	4.00	2.10	3.00	2.80	1.10	22.40
1966	0.30	0.20	0.20	0.20	0.80	4.10	5.90	5.20	3.50	4.10	4.60	4.00	33.20
1967	1.90	1.10	0.80	1.00	1.20	1.90	1.70	3.40	2.10	2.60	1.80	1.40	20.90
1968	0.70	0.50	0.40	1.00	2.20	2.80	2.20	2.80	2.10	0.60	0.90	0.30	16.70
1969	0.30	0.20	0.20	2.30	3.00	6.00	5.00	5.80	4.00	5.80	6.30	2.00	40.90
1970	1.00	0.60	1.10	0.50	1.00	5.00	5.30	4.40	4.80	3.10	2.00	2.40	31.20
1971	0.70	0.40	0.40	1.30	2.00	1.40	1.10	1.60	1.80	1.90	1.40	0.40	14.40
1972	0.60	0.20	0.60	0.90	2.70	1.00	0.90	0.80	0.70	1.10	1.10	1.00	11.70
1973	0.50	0.40	0.70	1.10	0.70	0.40	0.80	0.70	0.90	1.40	2.80	0.40	10.80
MECIA	1.02	0.70	0.76	1.07	2.00	2.85	3.20	3.40	3.55	3.38	2.49	1.61	
PORCENTAJE	3.61	2.67	2.92	4.11	7.65	11.07	12.29	13.06	13.63	12.97	9.53	6.19	
COEFICIENTE	0.45	0.37	0.34	0.51	0.89	1.37	1.42	1.51	1.69	1.50	1.18	0.72	

REGIMEN : MESES CON COEFICIENTE MAYOR O IGUAL A 1

MECIA MENSUAL = 2.17MM.

CARACTERISTICAS ANUALES

MECIA = 26.07MM

VARIANCIA = 126.2 DESVIACION STANDARD = 11.24

INDICE VARIABILIDAD = 0.364

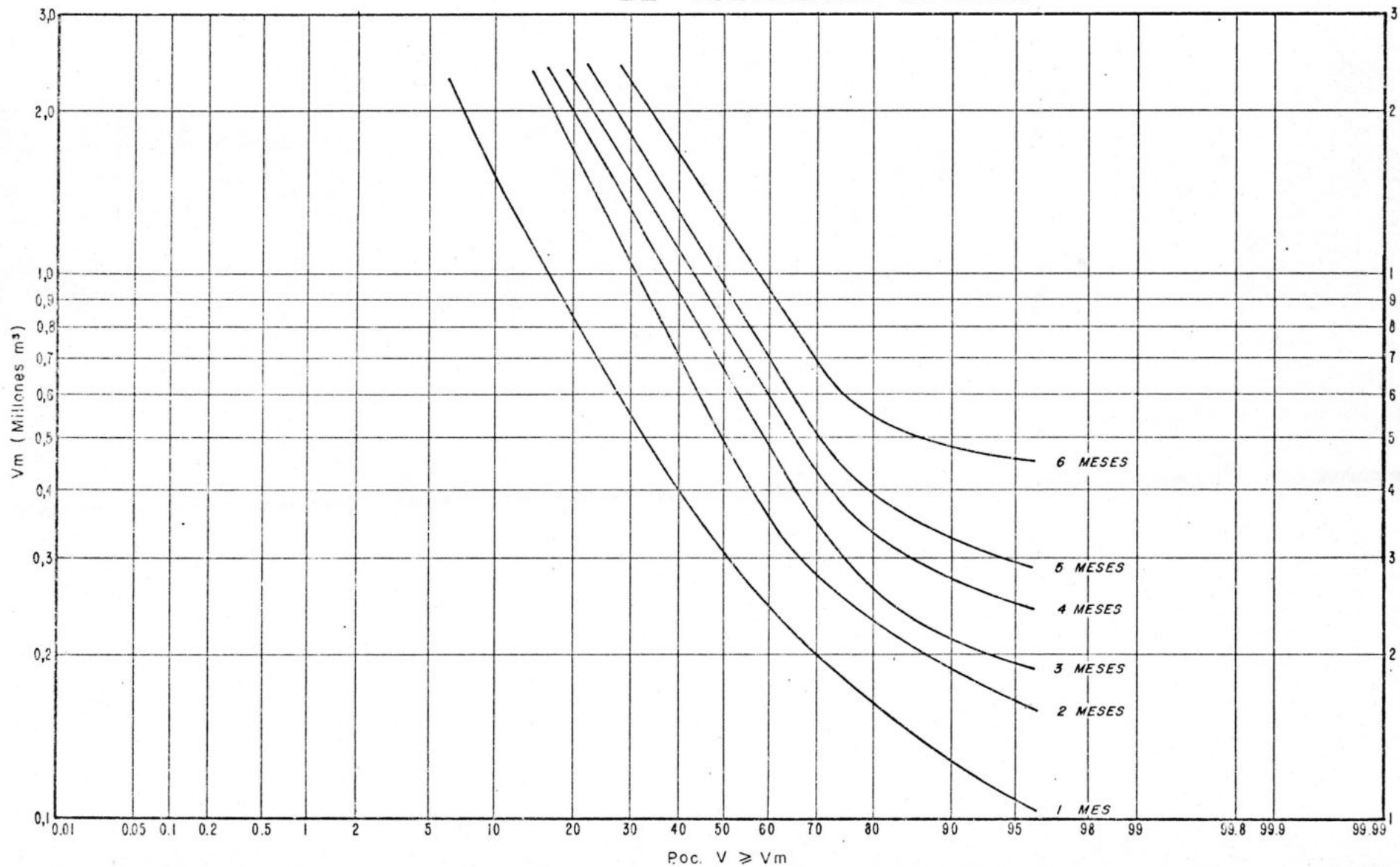
FLUCTUACION STANDARD (F) = 15.12

COEFICIENTE DE FLUCTUACION = 0.580

COEFICIENTE DE FLUCTUACION EN PORCIENTO = 58.0

CUADRO Nº 2
 ESCURRIMIENTO MENSUAL
 RIO TUY EN HACIENDA BARRIOS
 PERIODO DE REGISTROS 1953 — 1973

RIO TUY EN HACIENDA BARRIOS
CURVAS DE FRECUENCIA
DE VOLUMENES MINIMOS



RIO TUY
EMBALSE HACIENDA BARRIOS
CURVAS DE EXTRACCION - ALMACENAMIENTO
(Sin considerar pérdidas o ganancias)

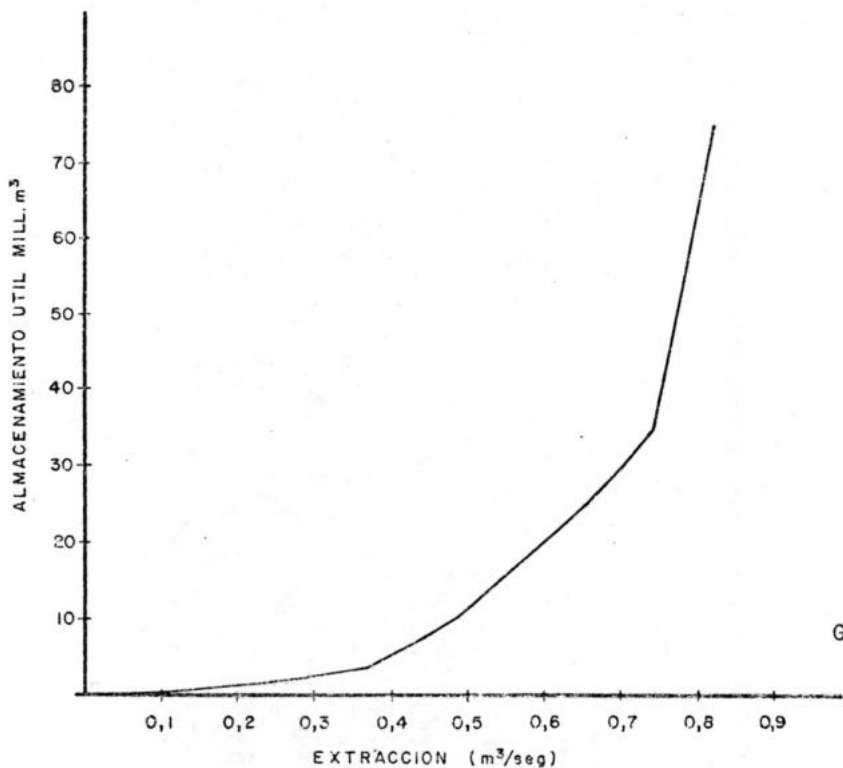


Grafico "a"

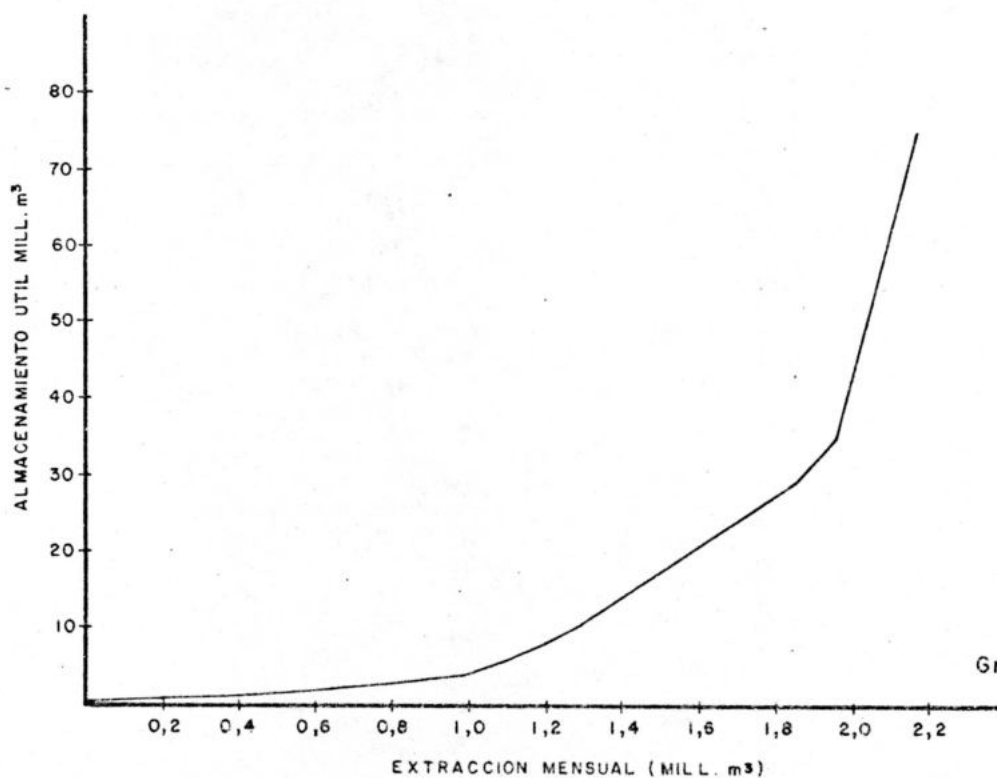
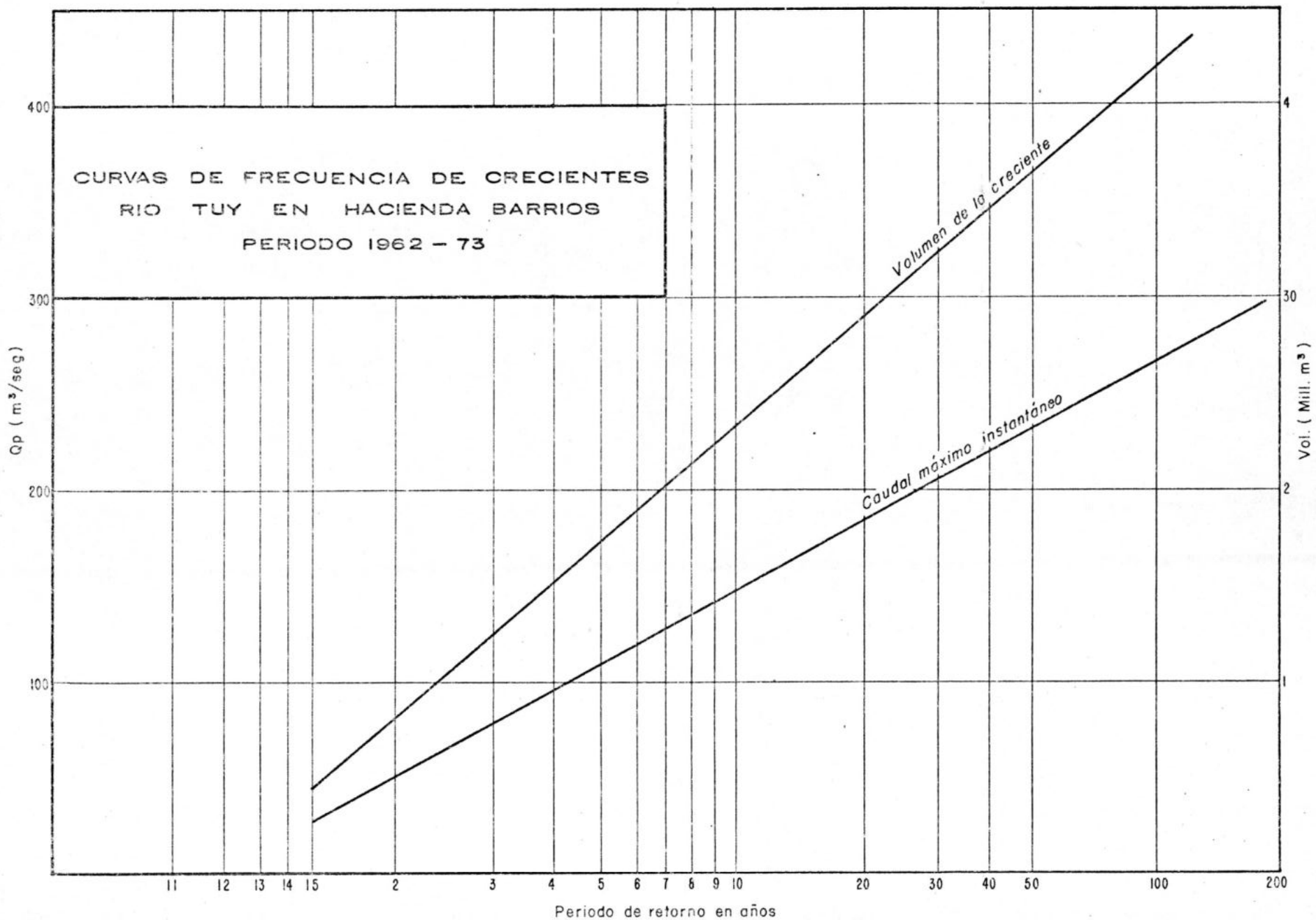
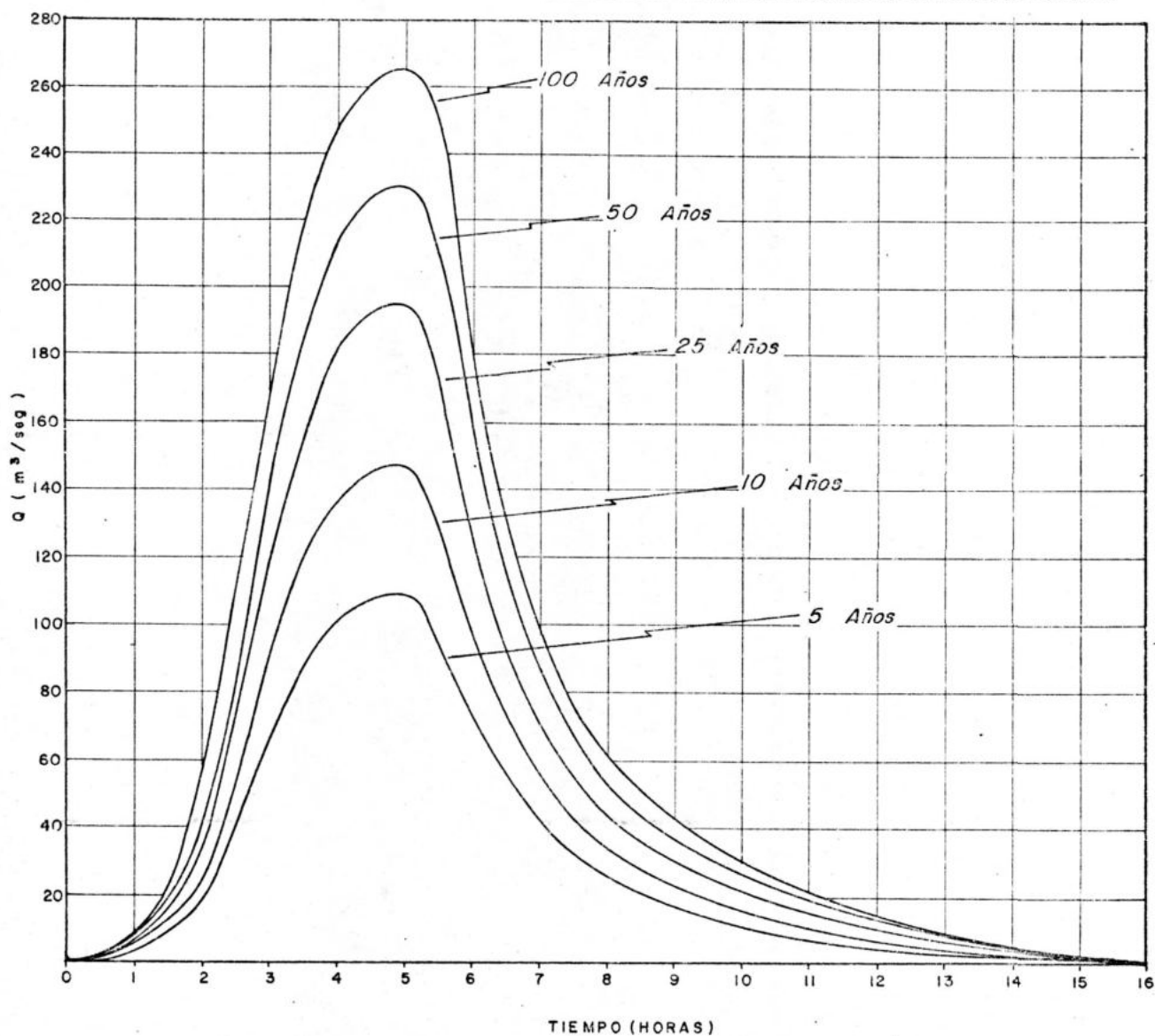


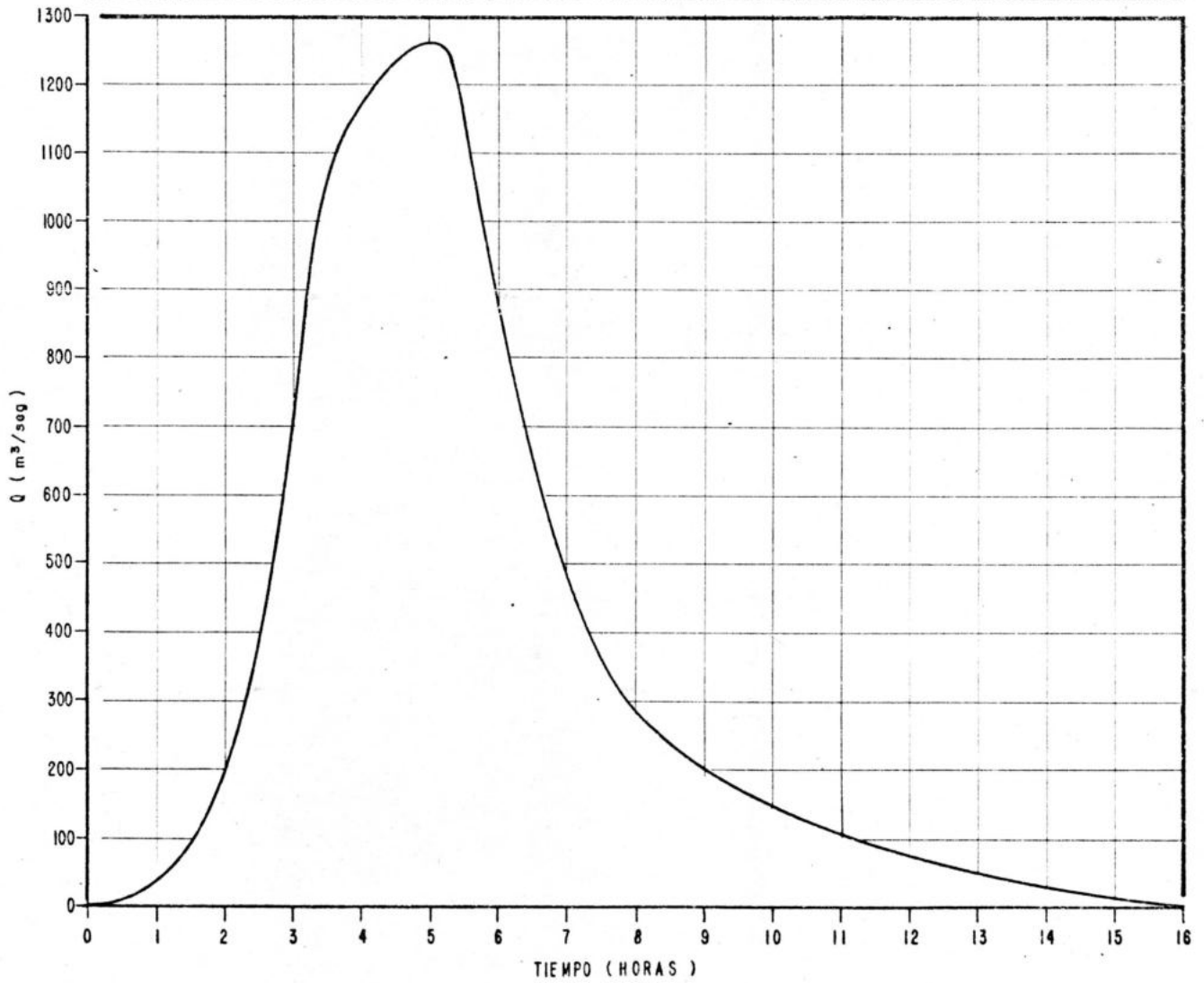
Grafico "b"



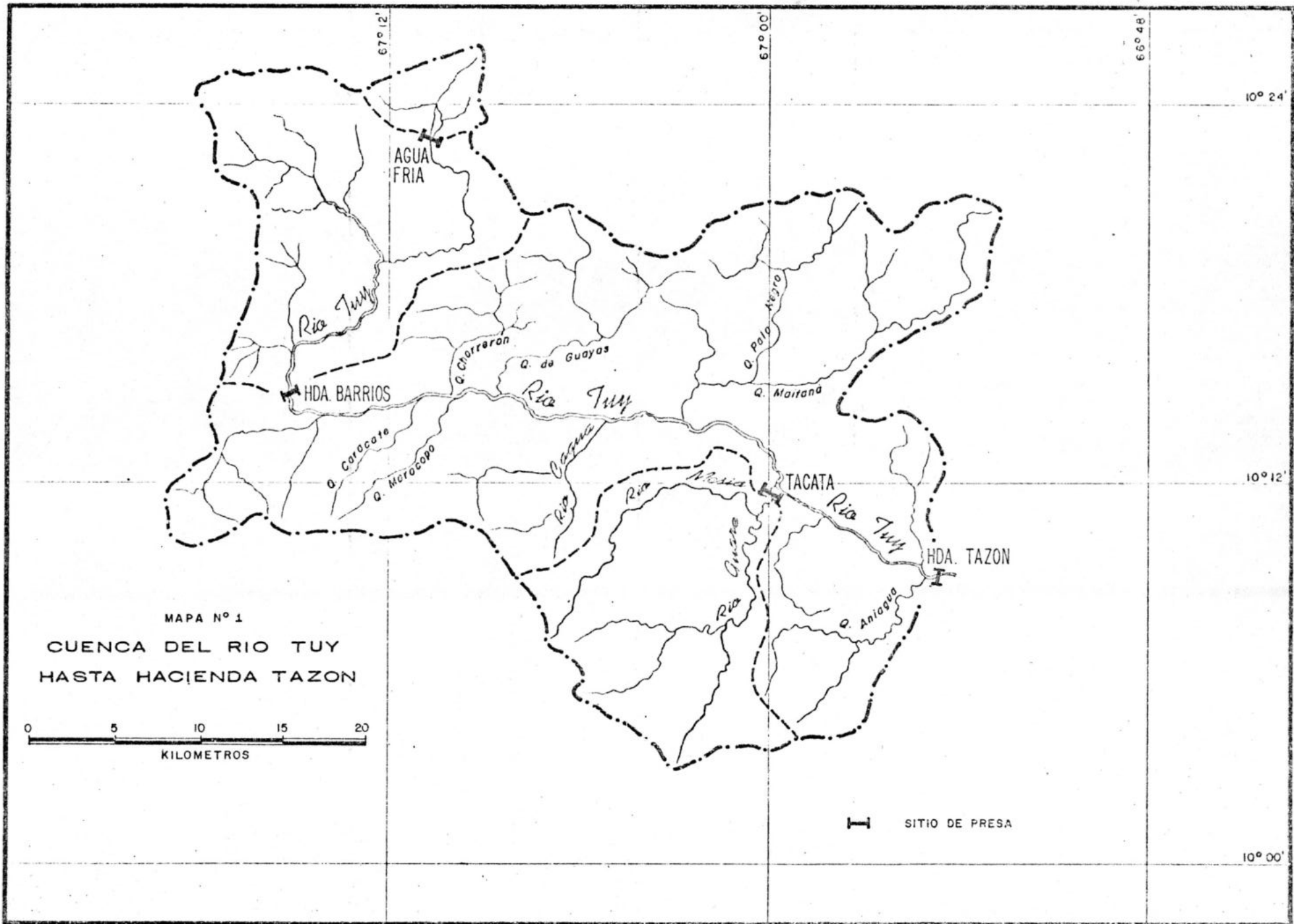
RIO TUY EN HACIENDA BARRIOS
HIDROGRAMAS TOTALES



RIO TUY EN HACIENDA BARRIOS
CRECIENTE DE DISEÑO



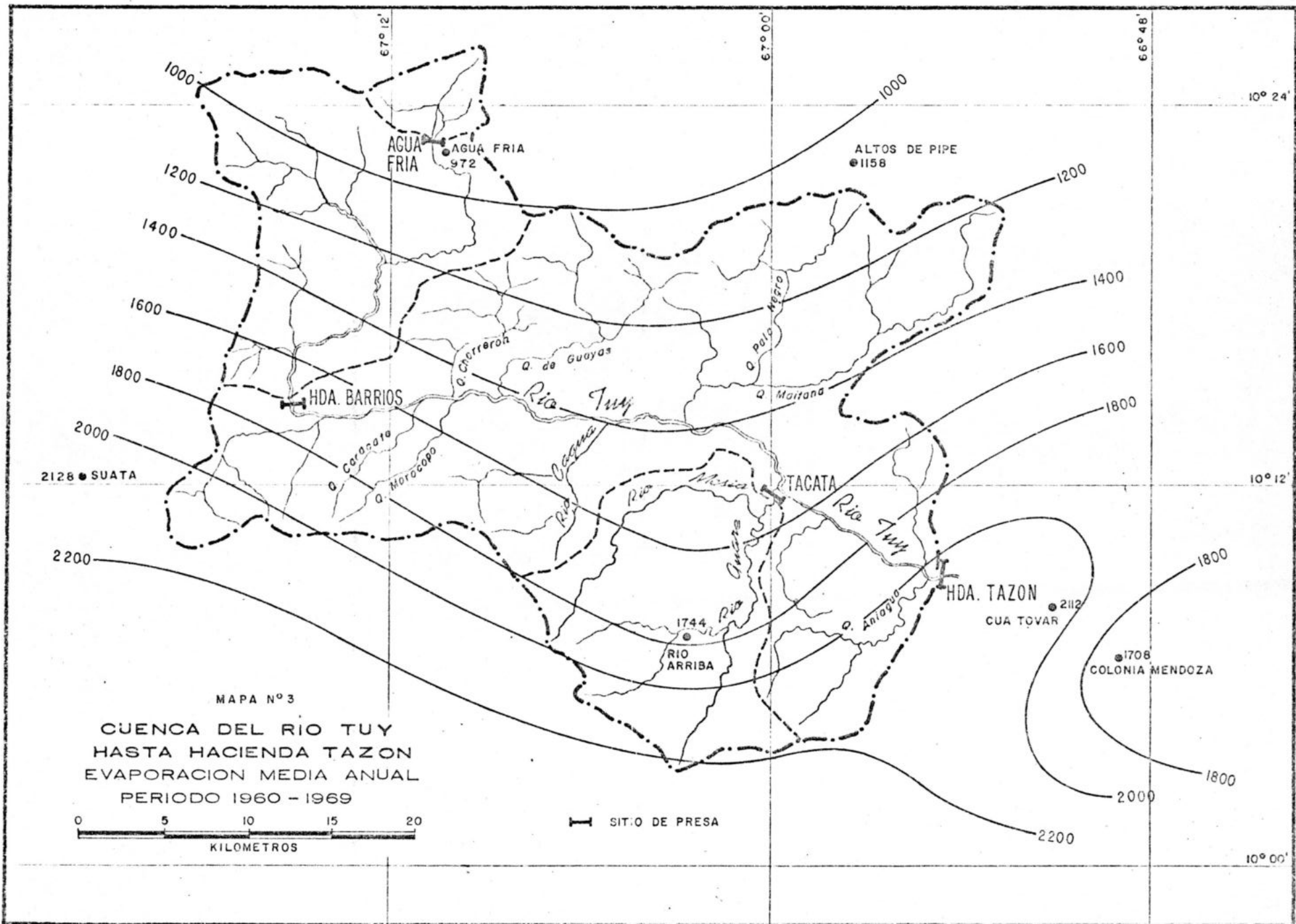
M A P A S



MAPA N° 1
 CUENCA DEL RIO TUY
 HASTA HACIENDA TAZON



I SITIO DE PRESA



A N E X O

CONTENIDO

	Tabla N°
INFORMACION BASICA	1
PRECIPITACION ESTIMADA SOBRE EL EMBALSE HDA. BARRIOS	2
EVAPORACION SOBRE EL EMBALSE HDA. BARRIOS	3
CRECIENTES REGISTRADAS	4

	Figura N°
CURVA DE ALTURA-DURACION PARA LA LLUVIA DE DISEÑO	1
VOLUMENES REGISTRADOS EN LA ESTACION HIDROMETRICA RIO TUY EN HDA. BARRIOS	2
CURVA DE MASAS POR DIFERENCIAS ACUMULADAS	3
HIDROGRAMAS UNITARIOS DE 1, 2, 3 y 6 HORAS DE DURACION	4

TABLA N° 1
INFORMACION BASICA

NOMBRE DEL TRABAJO: ESTUDIO RIO TUY

ESTACIONES: PLUVIOMETRICAS

ESTACION	EDO.	SERIAL	LAT.	LONG.	ORG.	TIPO	INST.	ELIM.	INTERRUP.
Colonia Tovar	Ar	1433	10-12	67-17	OS	PR	1953		
Qda. Seca La Urbina	Ar	1455	10-17	67-16	OP	PC	1940		
Buen Paso	Ar	1457	10-18	67-13	OP	PC PR	1941		
Pié del Cerro	Ar	1444	10-20	67-19	OP	PC PR	1939		
El Consejo	Ar	1465	10-15	67-16	OS	PR	1953		
Tejerías	Ar	1469	10-15	67-10	OS	PR	1953	1966	
Suata	Ar	1475	10-12	67-23	OP	PC PR	1944		
Sn. Francisco del Pao	Ar	0414	10-06	67-16	OP	PR	1966		
Tiara	Ar	1487	10-09	67-08	OP	PR	1952		
Hda. La Emilia	Mi	1488	10-07	67-05	OS	PR	1959		
Río Arriba	Mi	0589	10-08	67-03	OS	PR	1959		
San Casimiro	Ar	0590	10-00	67-01	OP	PR	1961		
San Sebastián	Ar	2409	09-57	67-11	OP	PR	1951		
Macagüita	Mi	0570	10-07	66-57	OP	PR	1961		
Caña Amarga	Mi	0585	10-06	66-55	OP	PR	1960		
Paraparo	Mi	0586	10-09	66-55	OP	PR	1960		
Cúa Tovar	Mi	0582	10-09	66-51	OP	PR	1951		
Hda. Tazón-Cúa	Mi	5055	10-10	66-53	OS	PR	1956		
Mendoza-Colonia	Mi	0594	10-08	66-50	OP	PR	1960		
Aponte	Mi	0595	10-09	66-45	OP	PR	1946	1969	
Las Palomas	Mi	0569	10-28	66-40	OS	PR	1959		

INFORMACION BASICA

NOMBRE DEL TRABAJO: ESTUDIO RIO TUY

ESTACIONES: PLUVIOMETRICAS

ESTACION	EDO.	SERIAL	LAT.	LONG.	ORG.	TIPO	INST.	ELIM.	INTERRUP.
Honza.	Mi	0588	10-03	66-53	OS	PR	1959		
Los Manires	Ar	0415	09-59	66-51	OP	PR	1966		
Charallave	Mi	0572	10-15	66-52	OP	PC PR	1946		
Paracotos	Mi	0560	10-16	66-57	OP	PR	1961		
San Diego	Mi	0561	10-21	66-57	OS	PR	1948		
Carrizal	Mi	0573	10-21	67-00	OS	PR	1958		
Inst. Pignatelli	Mi	1441	10-21	67-02	OP	PR	1959		
El Encanto	Mi	1458	10-19	67-04	OP	PR	1952		
Pozo de Rosas	Mi	1447	10-21	67-06	OS	PR	1948		
Los Teques	Mi	1448	10-20	67-02	OS	PR	1948		
Carite	DF	1439	10-29	67-01	OS	PR	1948		
Altos de Pipe	Mi	0565	10-23	66-58	OS	PR	1956		
Macarao.		1426	10-26	67-02	OS	PR	1947		
	DF	1428	10-25	67-02	PR	PC	1936	1952	
Baruta	Mi	5052	10-26	66-52	OS	PR	1951		
El Hatillo	Mi	0546	10-26	66-49	OS	PR	1956		

TABLA N° 2

PRECIPITACION ESTIMADA SOBRE EL EMBALSE HDA. BARRIOS (LA URBINA * 1,15) mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1953	12,65	5,41	0,00	17,60	181,93	255,42	224,60	139,61	143,75	38,87	23,58	103,62
1954	3,22	6,56	0,00	32,55	184,92	139,50	215,05	150,77	179,86	241,04	54,28	29,79
1955	0,00	13,92	0,00	33,12	13,69	129,03	148,35	210,45	153,87	86,94	32,09	19,09
1956	84,30	1,96	84,75	0,00	90,05	109,83	42,32	183,31	93,50	128,11	26,45	74,64
1957	0,00	0,00	0,00	13,80	97,29	103,04	137,43	144,56	58,77	124,66	85,10	4,14
1958	0,00	9,55	21,39	27,83	122,02	430,45	149,62	142,37	85,33	80,85	17,83	0,00
1959	0,00	0,00	0,00	33,58	148,24	113,39	100,86	175,03	56,35	102,24	70,38	0,00
1960	0,00	0,00	0,00	116,84	65,00	148,01	229,66	168,94	160,31	65,09	112,24	20,47
1961	0,00	0,00	46,23	23,00	21,97	49,22	150,77	79,93	47,96	92,35	72,91	8,97
1962	0,00	0,00	6,56	2,42	34,62	149,50	69,69	59,46	106,95	170,55	59,57	29,79
1963	8,17	0,00	7,25	61,76	329,13	239,66	48,88	81,88	172,73	74,87	62,68	7,02
1964	0,00	0,00	0,00	1,38	115,81	66,82	248,86	103,39	78,20	76,71	12,08	0,00
1965	32,89	3,57	0,00	39,33	232,42	121,44	150,54	163,42	68,20	62,45	31,28	9,09
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	238,86	109,94	170,20	95,42	23,46	36,57	28,98	26,45
1967	0,58	0,00	11,73	60,95	29,90	79,70	69,92	46,92	88,21	129,15	34,04	21,85
1968	0,00	0,00	9,78	39,10	189,87	209,53	146,63	135,13	128,34	108,22	54,28	29,79
1969	13,11	40,02	46,35	28,64	221,95	256,58	158,24	51,29	101,89	205,16	107,07	28,98
1970	19,90	0,00	17,14	4,26	97,06	217,70	187,80	167,79	95,91	51,64	46,46	118,57
1971	2,42	2,99	0,00	51,41	104,77	44,39	92,92	193,32	199,07	118,34	47,50	8,51
1972	12,77	0,23	151,57	11,39	154,91	93,96	86,71	113,28	155,71	115,46	46,00	26,34
1973	6,90	0,00	0,00	50,95	16,91	44,85	55,43	112,36	141,57	39,91	78,89	23,12

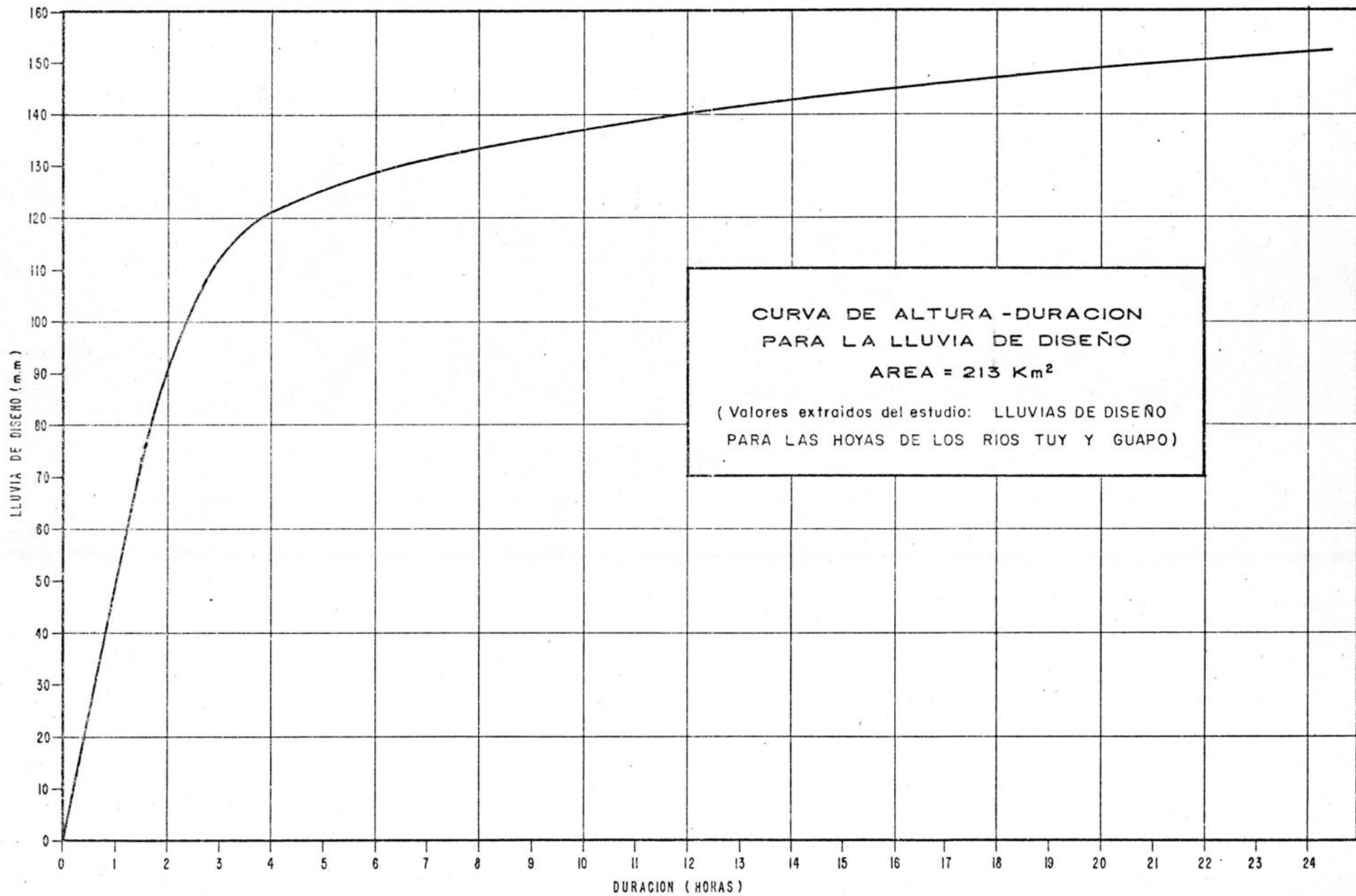
TABLA N° 3

EVAPORACION EMBALSE HDA. BARRIOS (EVAP. SUATA * 0.64) mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1953	134,4	147,7	158,9	156,2	101,6	92,8	74,9	88,3	105,5	110,1	106,7	105,3
1954	129,3	131,5	170,1	122,5	115,5	95,3	90,0	76,5	75,8	73,6	84,0	94,3
1955	108,5	123,1	150,1	133,6	129,0	88,2	84,1	88,2	89,6	81,8	87,7	99,2
1956	99,2	128,2	142,8	136,4	123,6	105,1	101,5	79,6	89,7	95,1	95,4	107,9
1957	127,5	140,4	173,1	153,2	120,3	97,7	93,4	91,9	104,9	92,5	92,5	110,7
1958	119,6	139,6	169,0	158,8	104,4	79,3	80,1	90,7	97,0	87,7	105,4	107,9
1959	140,4	140,4	173,1	153,2	86,4	117,5	111,6	101,1	78,3	94,7	106,6	124,2
1960	151,3	160,6	183,3	134,3	102,4	88,3	92,5	75,9	70,8	90,8	90,9	78,5
1961	121,3	132,7	154,8	146,6	156,0	108,9	74,4	75,3	81,5	79,6	66,0	90,5
1962	120,5	136,8	141,6	160,6	99,6	75,0	79,1	76,4	80,5	84,2	95,0	102,5
1963	113,7	118,4	166,6	153,2	73,0	85,6	91,1	89,7	79,3	87,6	95,4	107,9
1964	139,8	150,9	184,7	156,0	156,2	92,5	85,9	80,3	76,4	88,8	94,9	106,7
1965	115,5	133,8	199,9	177,5	130,6	83,4	106,2	101,4	79,4	93,6	83,2	101,2
1966	120,7	145,9	176,2	176,6	144,2	93,5	79,4	88,8	76,9	95,1	95,4	80,3
1967	114,6	133,6	168,9	134,2	135,4	117,5	107,4	122,4	94,4	86,6	98,0	108,2
1968	135,0	156,2	200,3	162,6	117,1	86,4	106,9	119,0	89,6	115,8	117,1	132,5
1969	133,9	132,3	188,9	149,8	112,1	92,9	87,0	90,0	92,7	80,6	81,3	92,9
1970	112,6	141,1	168,3	179,4	116,9	92,2	90,8	92,1	90,8	100,5	103,4	99,1
1971	142,5	142,3	193,2	160,3	119,4	126,5	116,9	112,1	95,2	95,6	107,1	132,5
1972	130,2	158,5	180,5	168,3	131,1	120,5	113,0	126,1	109,3	112,9	106,8	125,2
1973	163,7	163,4	194,8	174,0	156,6	144,3	151,9	109,3	88,2	112,3	91,5	118,2

TABLA N° 4

CRECIENTES REGISTRADAS		
AÑO	FECHA	Q máx. (m ³ /seg)
1962	29 Oct.	14,50
1963	4 Jun.	91,60
1964	19 Oct.	50,00
1965	2 Ago.	41,80
1966	24-25 Ago.	188,00
1967	5- 6 Ago.	13,00
1968	16 Nov.	42,50
1969	22 Jun.	103,20
1970	11 Jul.	59,63
1971	3 Nov.	37,00
1972	3 May.	18,92
1973	15 Nov.	25,64

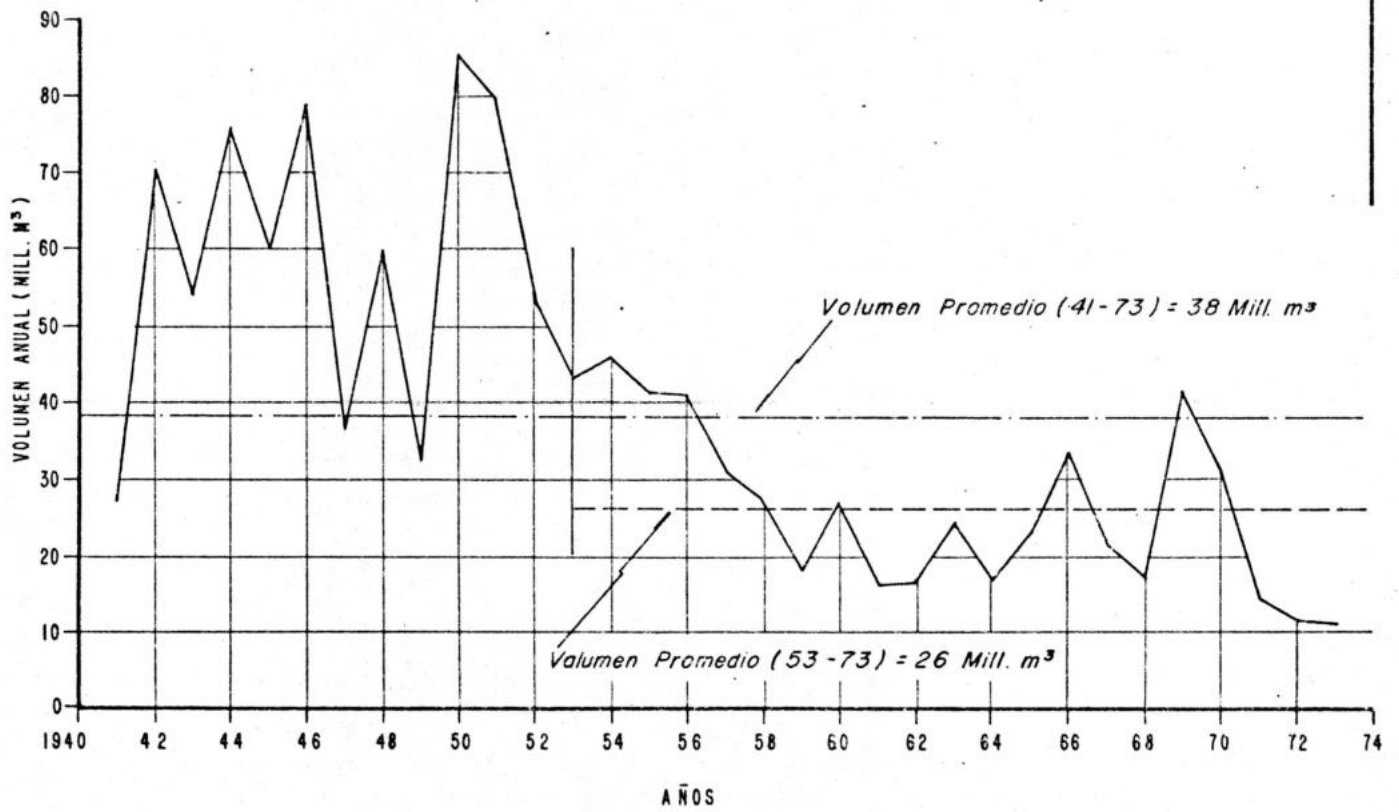


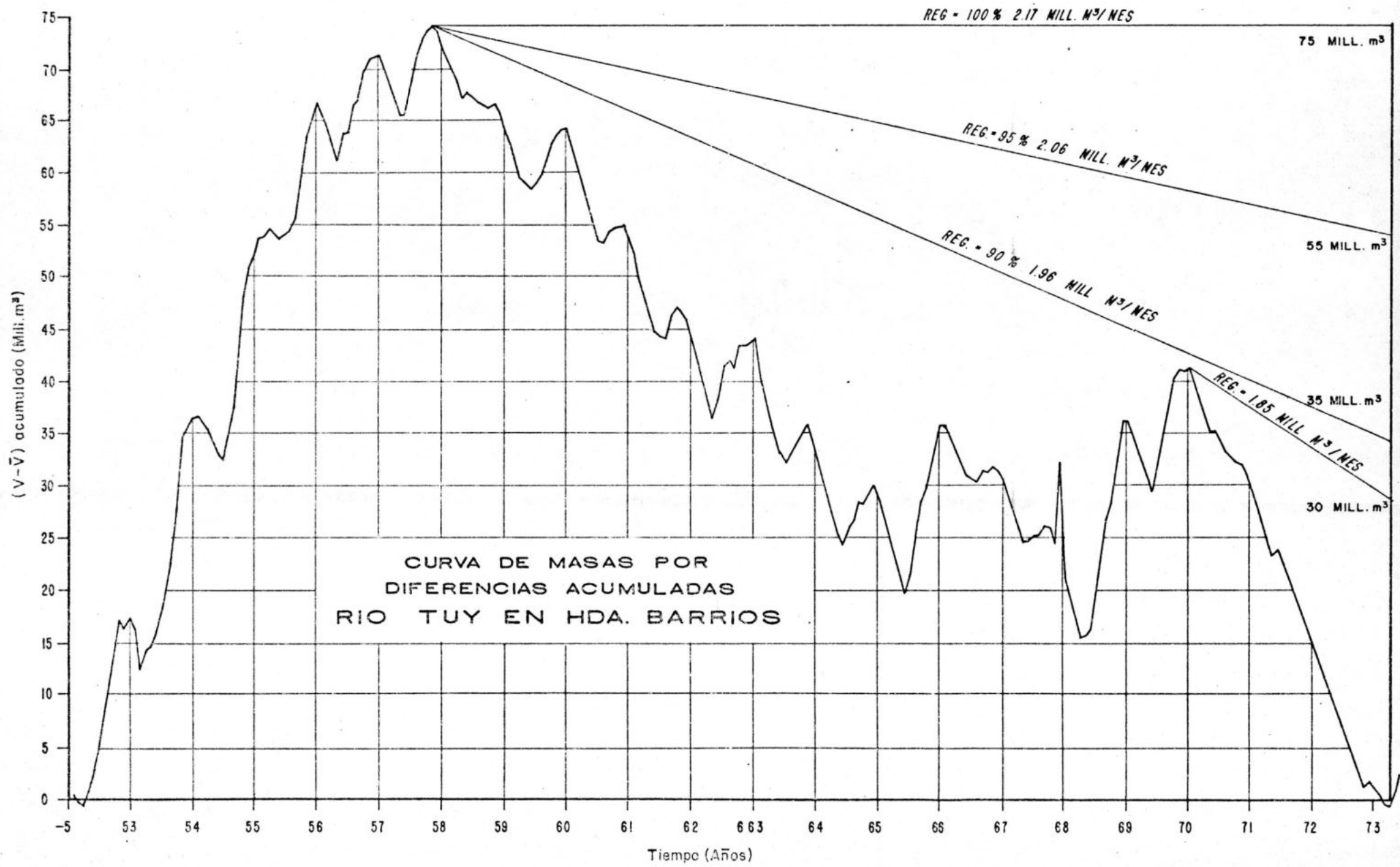
CURVA DE ALTURA - DURACION
PARA LA LLUVIA DE DISEÑO

AREA = 213 Km²

(Valores extraidos del estudio: LLUVIAS DE DISEÑO
PARA LAS HOYAS DE LOS RIOS TUY Y GUAPO)

VOLUMENES REGISTRADOS EN LA ESTACION HIDROMETRICA
RIO TUY EN HACIENDA BARRIOS





RIO TUY EN HACIENDA BARRIOS
HIDROGRAMAS UNITARIOS
DE 1, 2, 3 Y 6 HORAS DE DURACION

Hora	1 Hora	2 Horas	3 Horas	6 Horas
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,8	0,4	0,3	0,1
2	5,6	3,2	2,1	1,0
3	<u>18,0</u>	11,8	8,1	4,1
4	14,0	<u>16,0</u>	12,5	6,4
5	8,0	11,0	<u>13,4</u>	7,7
6	4,2	6,1	8,8	8,4
7	2,8	3,5	5,0	<u>8,8</u>
8	2,1	2,5	3,0	5,5
9	1,6	1,9	2,2	3,3
10	1,1	1,3	1,6	2,1
11	0,7	0,9	1,1	1,5
12	0,4	0,5	0,7	1,0
13	0,2	0,3	0,4	0,6
14	0,0	0,1	0,2	0,4
15		0,0	0,1	0,2
16			0,0	0,1
17				0,1
18				0,0

