

H-23
j 1



REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA

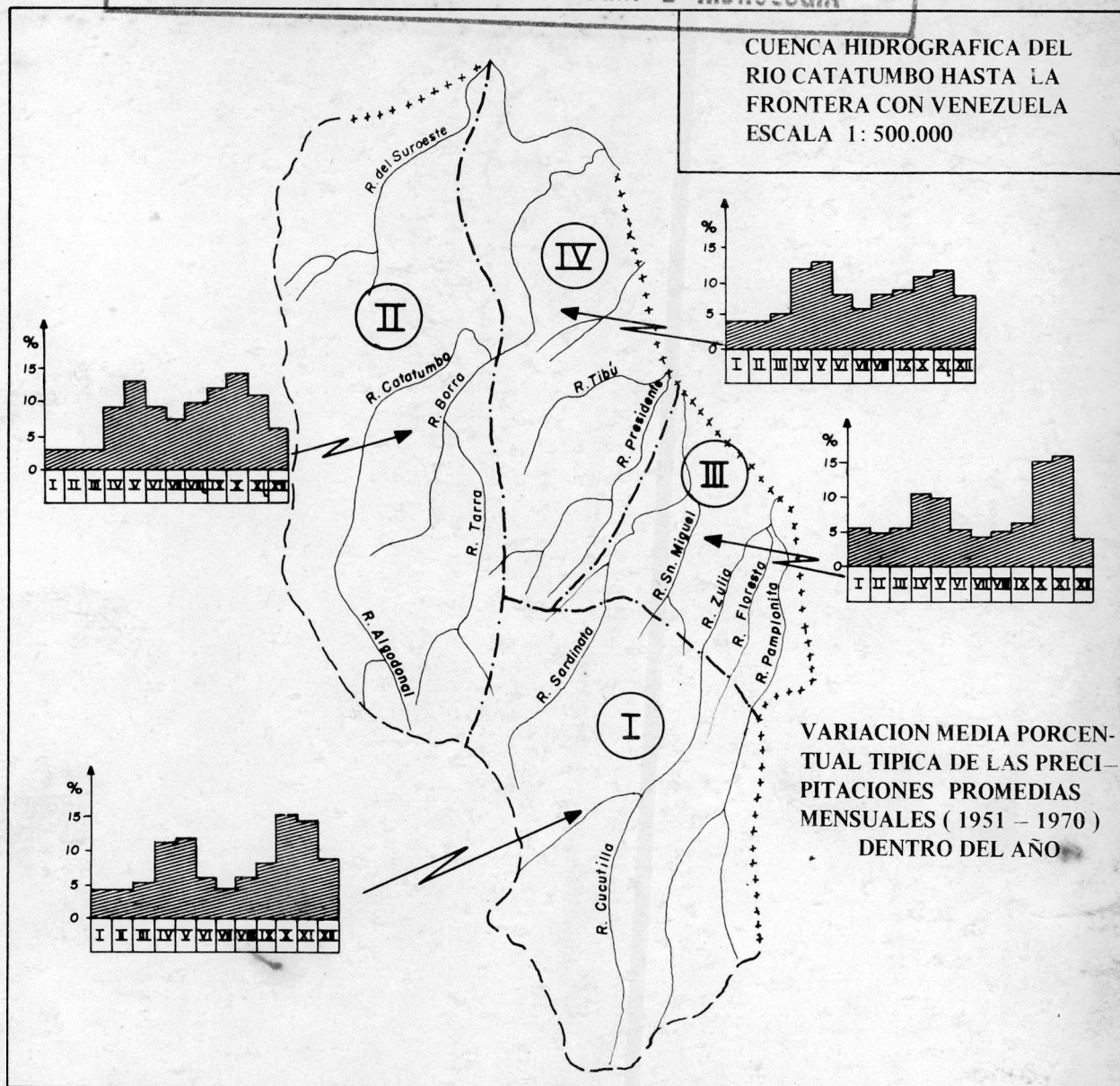
SCMH

Servicio colombiano de meteorología e hidrología



Organización Meteorológica Mundial

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



EVALUACION PRELIMINAR
DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS Y PROYECTO DE RED HIDROMETRICA
EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL CATATUMBO SUPERIOR



REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA

SCMH

Servicio colombiano de meteorología e hidrología



Organización
Meteorológica Mundial

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

SILVIU STANESCU Y FELIX DARIO SANCHEZ - EVALUA-
CION PRELIMINAR DE DATOS PLUVIOMETRICOS E HI -
DROMETRICOS EN LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS ZU -
LIA SARDINATA Y CATATUMBO HASTA LA FRONTERA
CON VENEZUELA

SILVIU STANESCU Y FELIX DARIO SANCHEZ - PROYEC-
TO DE ORGANIZACION DE LA RED HIDROMETRICA EN
LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LOS RIOS ZULIA,
SARDINATA Y CATATUMBO HASTA LA FRONTERA CON
VENEZUELA

BOGOTA, COLOMBIA

Mayo de 1971

EVALUACION PRELIMINAR
DE DATOS PLUVIOMETRICOS E HIDROMETRICOS EN LAS CUENCAS
HIDROGRAFICAS ZULIA, SARDINATA Y CATATUMBO, HASTA LA
FRONTERA CON VENEZUELA

1. Consideraciones Generales

Las cuencas hidrográficas de los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo se encuentran en el nororiente de Colombia y noroccidente de Venezuela. Estos ríos y sus afluentes constituyen el sistema hidrográfico del Catatumbo, principal emisario del Lago de Maracaibo.

En territorio colombiano, este sistema hidrográfico drena las vertientes orientales del ramal nórdico de la Cordillera Oriental, superficies que abarcan altitudes desde más de 4000 m, hasta menos de 100 m, las que corresponden, en su mayoría, al Departamento de Norte de Santander (Figura 1). Al atravesar la frontera con Venezuela, las corrientes citadas penetran en extensas zonas bajas, llanas y relativamente pantanosas, que constituyen las cuencas hidrográficas de sus cursos inferiores.

Antes de salir de Colombia, el Catatumbo y sus afluentes tienen áreas de drenaje que suman unos 16.000 km². Aunque esta superficie no represente sino un 60% aproximadamente del área total de la cuenca, constituye la principal fuente de caudal y, a la vez, el conjunto genético de las principales características cualitativas y cuantitativas del régimen hidrológico de todo el sistema hidrográfico.

El aprovechamiento complejo y racional de los recursos hídricos, así como la conservación de estas cuencas hidrográficas presentan gran interés tanto para Colombia, como para Venezuela. De aquí deriva la necesidad de evaluar las principales características del régimen hidrológico de la región y establecer, por lo menos, el orden de magnitud de los parámetros hidrológicos de mayor importancia, objeto esencial del estudio que se desarrolla a continuación.

2. Datos Básicos

En las cuencas hidrográficas de los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo han funcionado, en los últimos dos decenios, durante períodos variables, más de 50 estacio-

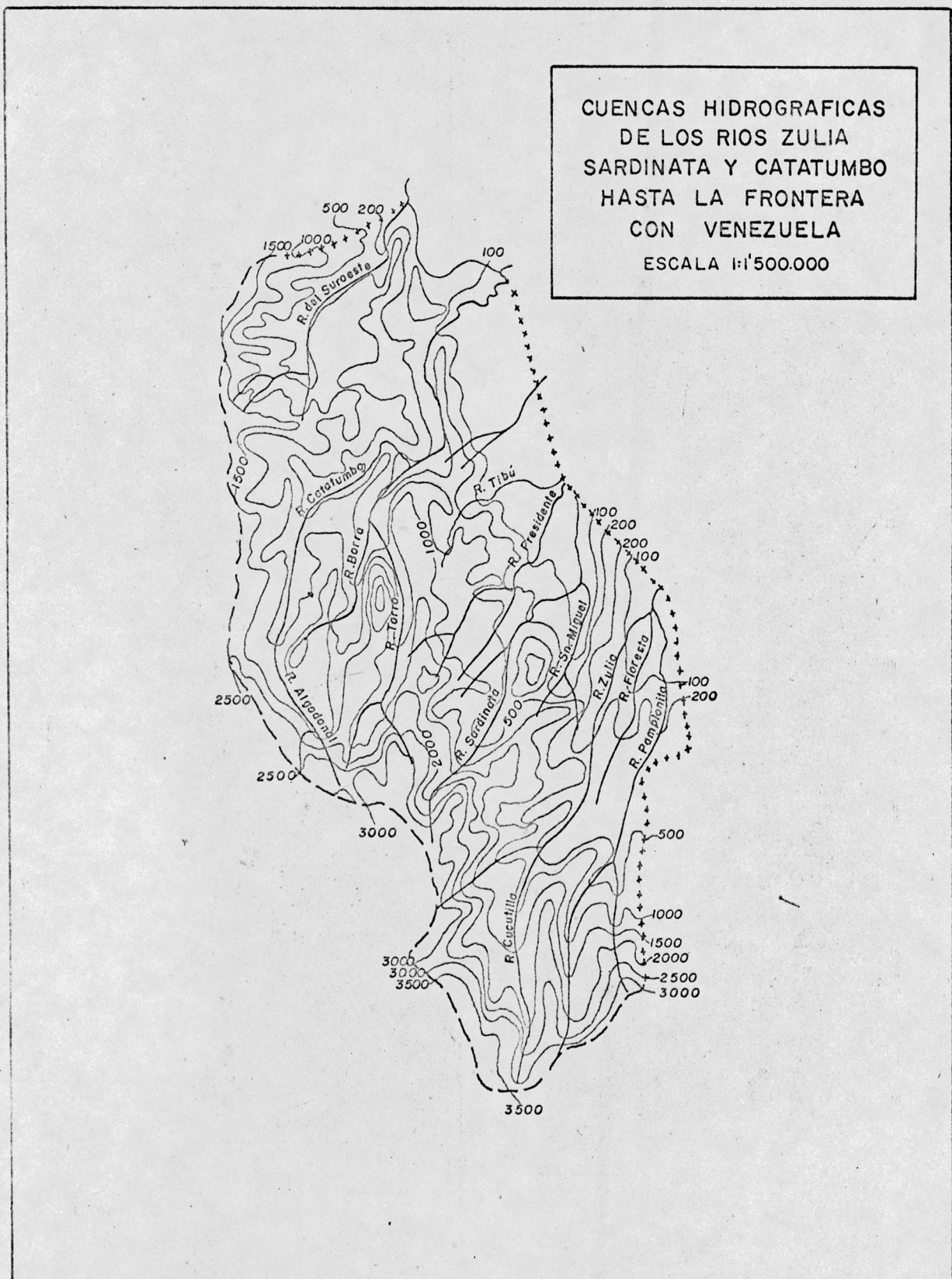


FIGURA 1

nes pluviométricas. Sin embargo, la mayoría de éstas funcionaron sólo algunos años, de tal manera que sus datos todavía no pueden constituir series satisfactorias para análisis del régimen pluviométrico. Además, la distribución territorial de las estaciones meteorológicas y pluviométricas ha sido muy heterogénea, lo que dificulta determinar generalizaciones en gran parte del área considerada. El número total de estaciones que disponen de datos de cierta confianza, durante períodos generalmente mayores de 10 años, es de 10 aproximadamente. Al relacionar este número con la superficie de las cuencas, resulta una densidad promedia relativamente baja, de apenas 1 estación por cada 1.600 km². En tal situación, el conocimiento del régimen de precipitaciones no se puede realizar, sino de manera general, con carácter de aproximación. Para esto, es imprescindible la comparación con las áreas vecinas, así como la interpretación de las posibles influencias del marco natural.

La información hidrométrica disponible es todavía más escasa que la pluviométrica. El número total de estaciones hidrométricas que han funcionado en los últimos decenios, aunque se acerque a 20 aproximadamente, está lejos de conformar un complejo capaz de suministrar información satisfactoria. Esto, en primer lugar, debido a que la mayoría de las estaciones han funcionado sólo esporádicamente y han desarrollado apenas observaciones limnimétricas, sin programas de aforos y, en segundo lugar, debido a que solamente en el río Zulia han funcionado estaciones de aforos, por más de 10 años. De tal manera, se dispone de caudales diarios confiables, sólo en los últimos años, en apenas 5 estaciones hidrométricas, y de caudales mensuales de calidad satisfactoria, por más de 10 años, en 3 estaciones (todas en la cuenca del río Zulia).

Con el fin de disponer de informaciones que se puedan comparar, se analizó primeramente la posibilidad de homogeneizar las series de datos pluviométricos e hidrométricas.

En cuanto a la elección de un período representativo para el cálculo de valores característicos de precipitaciones y caudales medios, se decidió sobre la consideración del lapso 1951-1970. Los análisis preliminares efectuados hasta ahora, dentro de las labores desarrolladas por el SCMH, indican que, en Colombia, la representatividad del período 1951-1970 resulta satisfactoria para fines de cálculo de valores promedios multianuales de precipitación y escorrentía. Dicho lapso incluye los datos más seguros, es mayor de 15 años, para permitir procesamiento por métodos estadísticos y, en el caso de las cuencas estudiadas, constituye la serie homogénea máxima que pudiera ser obtenida a partir de los datos de que se dispone.

Para homogeneizar las series de datos de precipitaciones medidos al período respectivo 1951-1970, fue necesaria la elaboración de más de 100 correlaciones de valores promedios mensuales y anuales. Estas correlaciones sirvieron, ade-

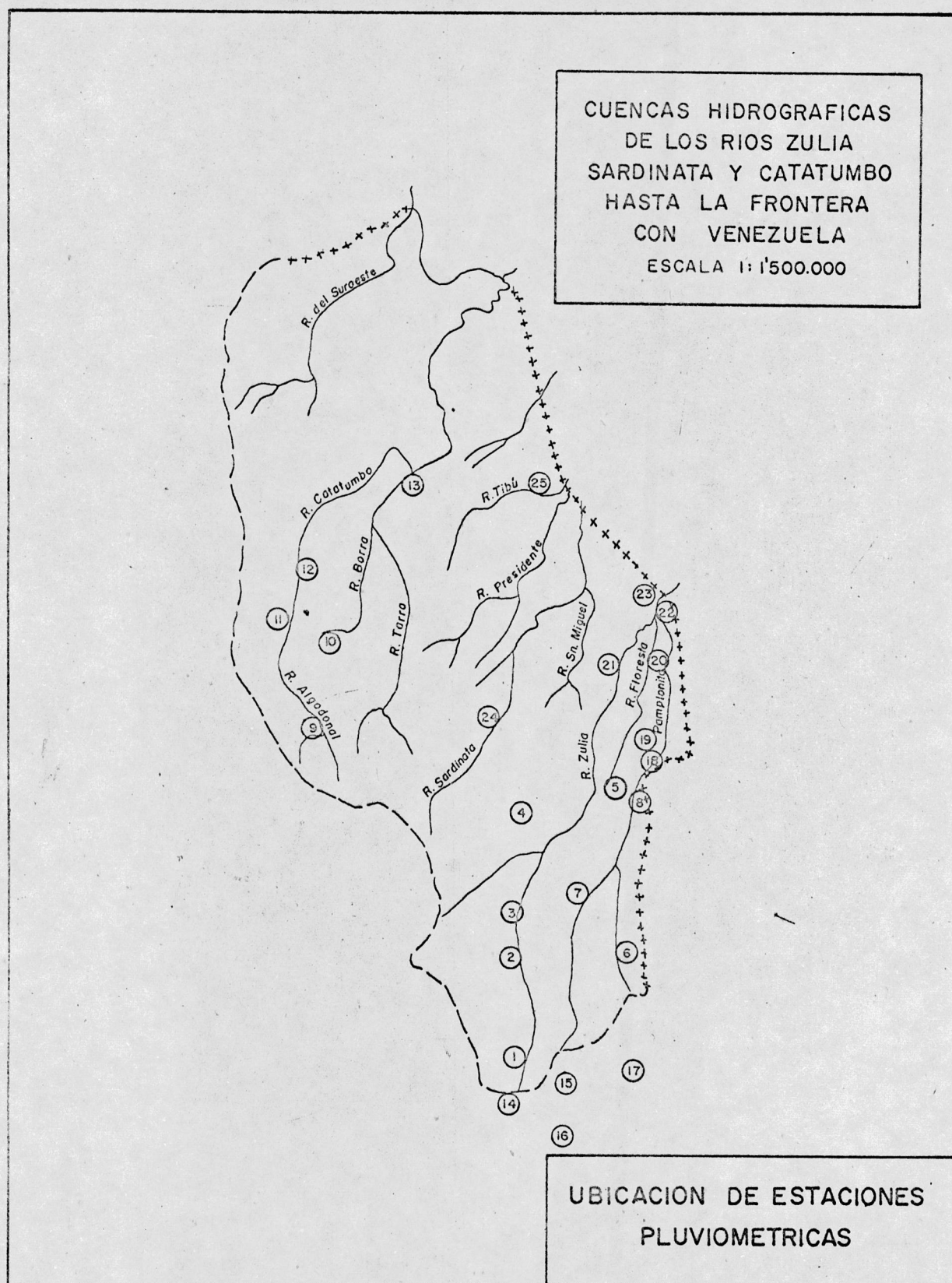


FIGURA 2

TABLA No. 1

CANTIDADES PROMEDIAS MENSUALES Y ANUALES (1951-1970)
DE PRECIPITACIONES EN LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LOS RIOS
ZULIA, SARDINATA, CATATUMBO Y ARAUCA SUPERIOR

(en mm)

No.	Estación Meteorológica o Pluviométrica	Altitud (m)	Cantidades promedias (1951-1970) de precipitación (mm)												
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
1	Mufiscura	2650	25	28	41	101	116	84	59	62	78	146	120	76	936
2	Cucutilla	1280	66	62	85	200	232	134	104	123	161	284	280	151	1882
3	Arboledas	1070	63	63	73	178	186	115	82	108	136	238	234	122	1598
4	Gramalote	1020	45	46	70	169	163	73	51	55	119	212	213	119	1335
5	Aeropuerto Cúcuta	250	25	23	34	70	86	34	20	28	50	118	118	56	662
6	La Esperanza	1760	67	51	63	147	189	126	70	108	146	273	231	105	1576
7	La Donjuana	770	42	50	47	117	156	68	41	55	93	228	214	104	1215
8	Escobal	300	30	29	42	85	104	42	24	34	61	141	142	67	801
9	Abrego	1600	45	35	44	156	196	119	87	132	143	153	143	91	1344
10	Aspasica	1620	42	38	34	131	151	93	81	107	127	167	154	88	1213
11	La Cantina	1250	28	27	25	88	171	115	76	114	149	190	112	52	1147
12	Teorama	800	53	46	42	125	172	128	99	139	170	180	166	103	1424
13	Motilandia	200	35	33	32	87	139	100	84	104	121	132	133	82	1082
14	Sillos	2760	19	20	42	74	98	95	84	65	76	112	81	42	808
15	Cácota	2460	32	35	56	81	110	119	109	90	87	119	92	59	989
16	Chitagá	2320	30	34	60	98	144	167	156	119	107	133	91	73	1212
17	Labateca	1560	17	21	49	77	90	111	95	69	77	88	70	44	808

más, como primera posibilidad de análisis crítico de la calidad de los datos directos. La mayoría de la información proveniente de la parte baja de la cuenca del río Zulia no se pudo aprovechar, constituyendo series de corta duración que no fueron suficientes para establecer correlaciones confiables. El total de las estaciones en que se ha logrado homogeneizar las series de precipitaciones medias llegó a 21. Con el fin de completar y comparar esta información, se homogeneizaron, además, las series de datos de 4 estaciones pluviométricas de la cuenca superior del río Arauca. Los valores promedios mensuales y anuales de las series de precipitaciones medias homogeneizadas (período 1951-1970), y las altitudes de las estaciones correspondientes se indican en la Tabla 1. La localización de estas estaciones se indica en la Figura 2.

La homogeneización de las series de datos hidrométricos resultó una tarea más compleja, debido a que fue necesario completar, verificar y corregir varios valores. Los caudales medios mensuales de las estaciones hidrométricas Zulia - Pte. Zulia, Zulia - Pte. Ospina, Zulia - Pajarito y Peralonso - Cornejo se verificaron, corrigieron y completaron a través de balances de caudales y correlaciones (Figuras 4 a 8). Ciertos valores mensuales que faltaban en todas las estaciones se completaron a partir de la correlación que se estableció entre los caudales medios anuales y mensuales de la estación hidrométrica Zulia - Pte. Zulia y las sumas de cantidades correspondientes de precipitación en 4 estaciones pluviométricas de la cuenca hidrográfica del Alto Zulia (Figura 9). De tal manera, se homogeneizaron las series de valores promedios mensuales y anuales del caudal en todas las 3 estaciones citadas, pero solamente en cuanto al período 1959-1970. Debido a que no fué posible completar las series de caudales medios para todo el período representativo 1951-1970, resultó imprescindible comparar los valores promedios multianuales provenientes del período 1959-1970, con los que se calcularon teniendo como base las series de 20 años (1951-1970). Tal comparación se realizó con los valores anuales de precipitación de varias estaciones pluviométricas de la zona, por intermedio de gráficas de valores promedios sucesivos y errores correspondientes (Figuras 10 a 19). El análisis de éstos indica que las diferencias relativamente no tienen importancia práctica, por obtenerse con los datos de la serie de 12 años (1959-1970) promedios multianuales casi iguales a los valores correspondientes a la serie representativa de 20 años (1951-1970).

La depuración, verificación y homogeneización de datos hidrométricos se han referido también a los caudales máximos y mínimos. En cuanto a los valores máximos instantáneos, fué necesario un análisis especial, para verificar y corregir los datos, lo que se realizó a través de correlaciones entre caudales máximos observados o registrados y caudales promedios diarios correspondientes (Figuras 20 a 22).

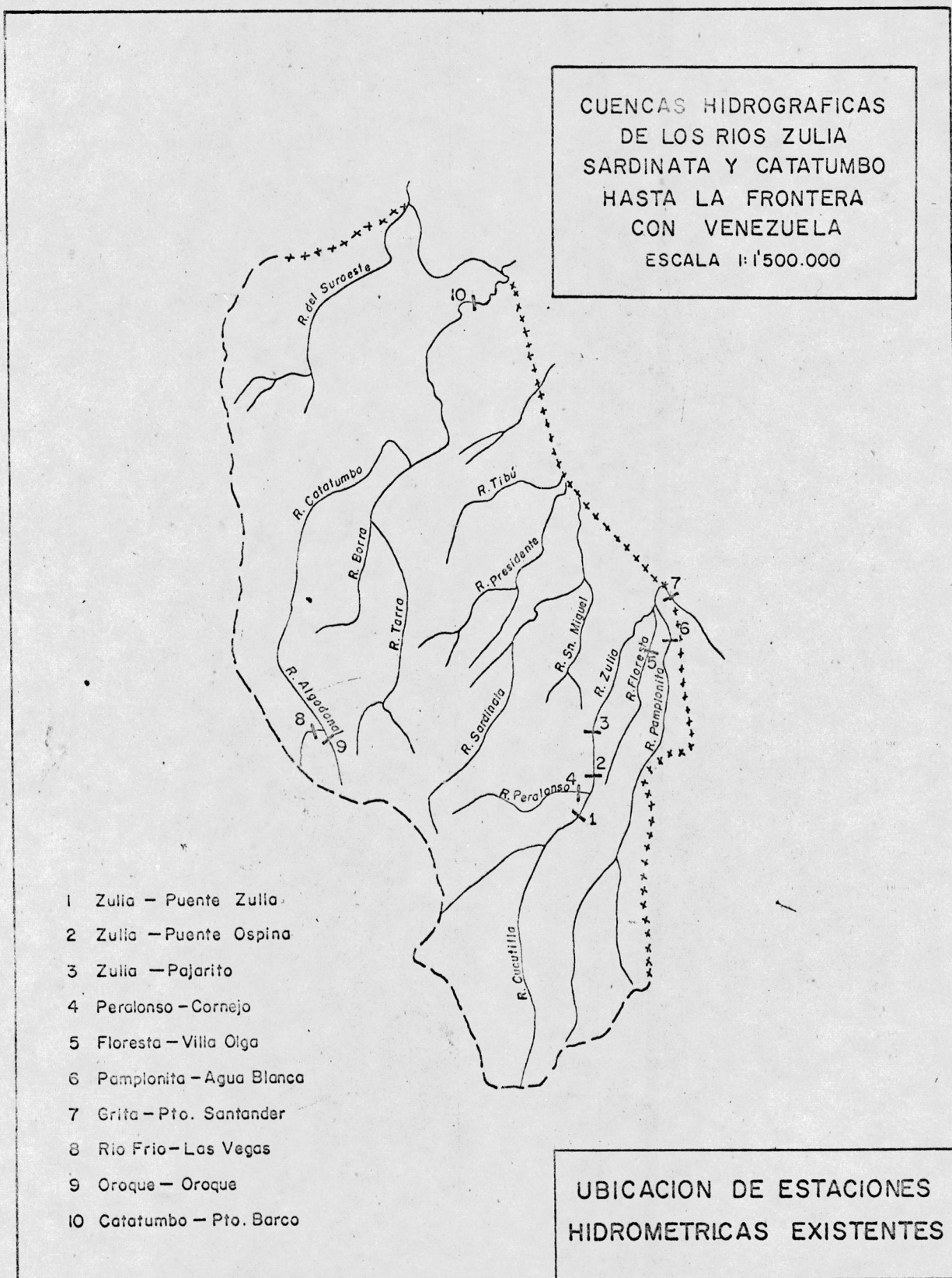


FIGURA 3

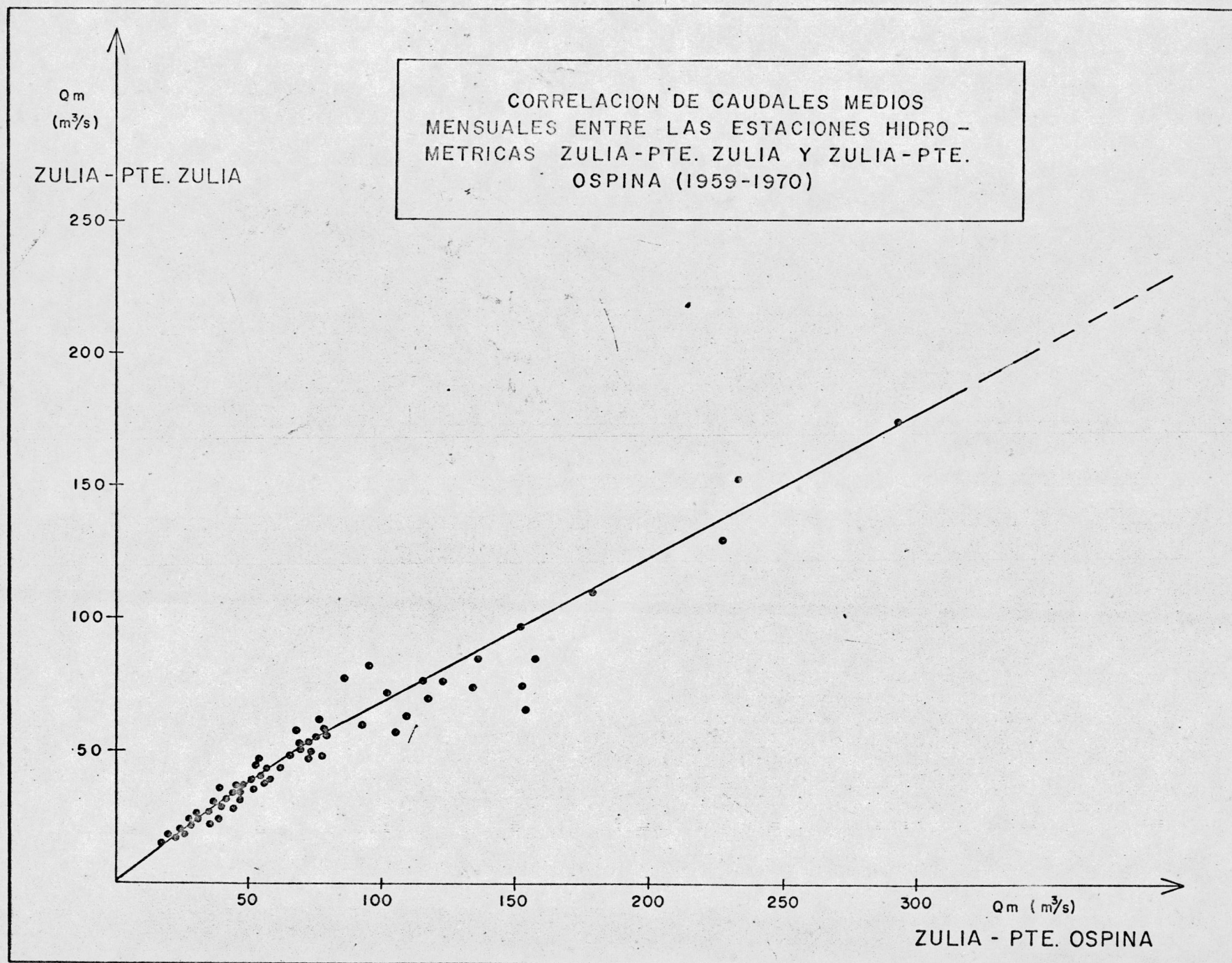


FIGURA 4

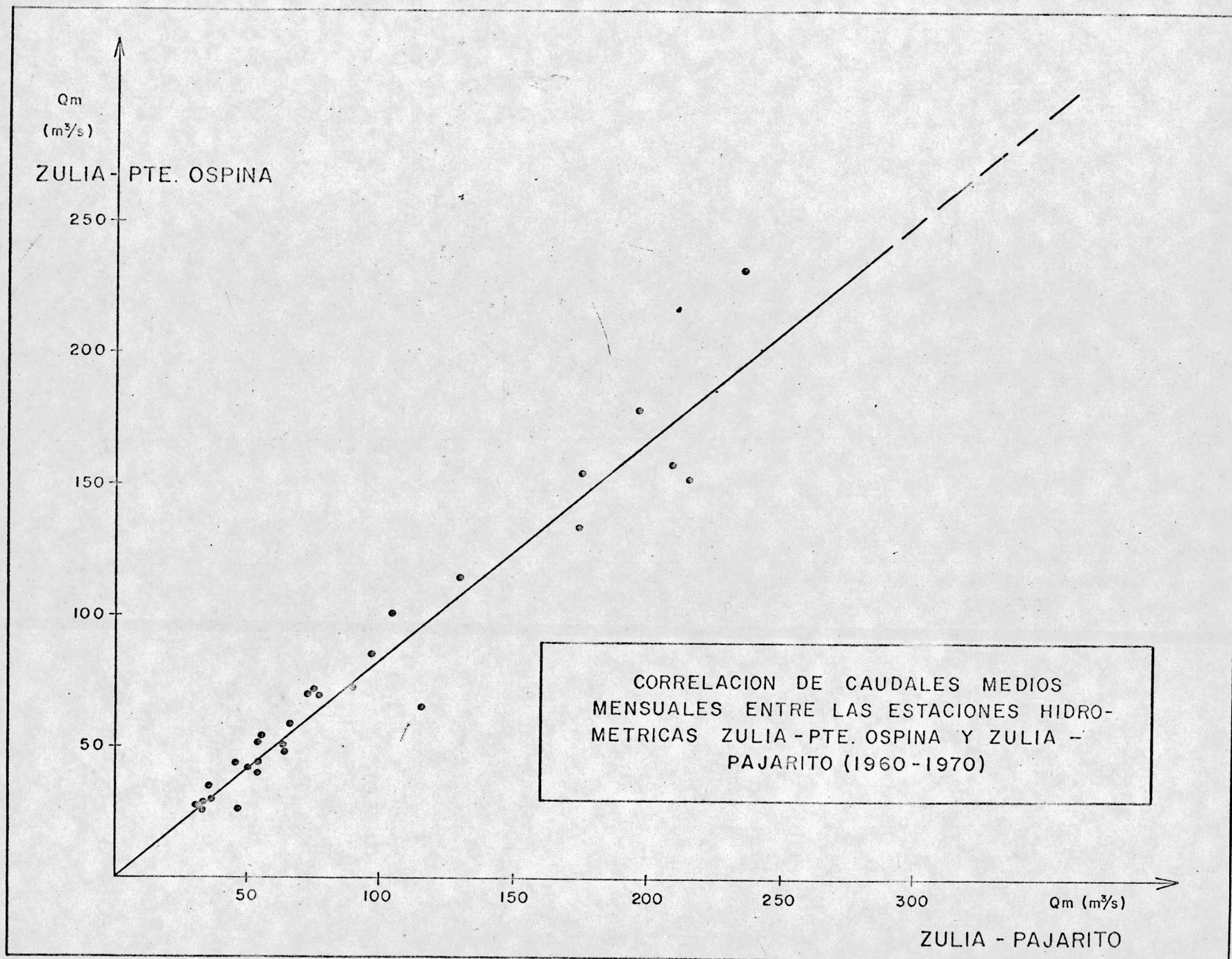


FIGURA 5

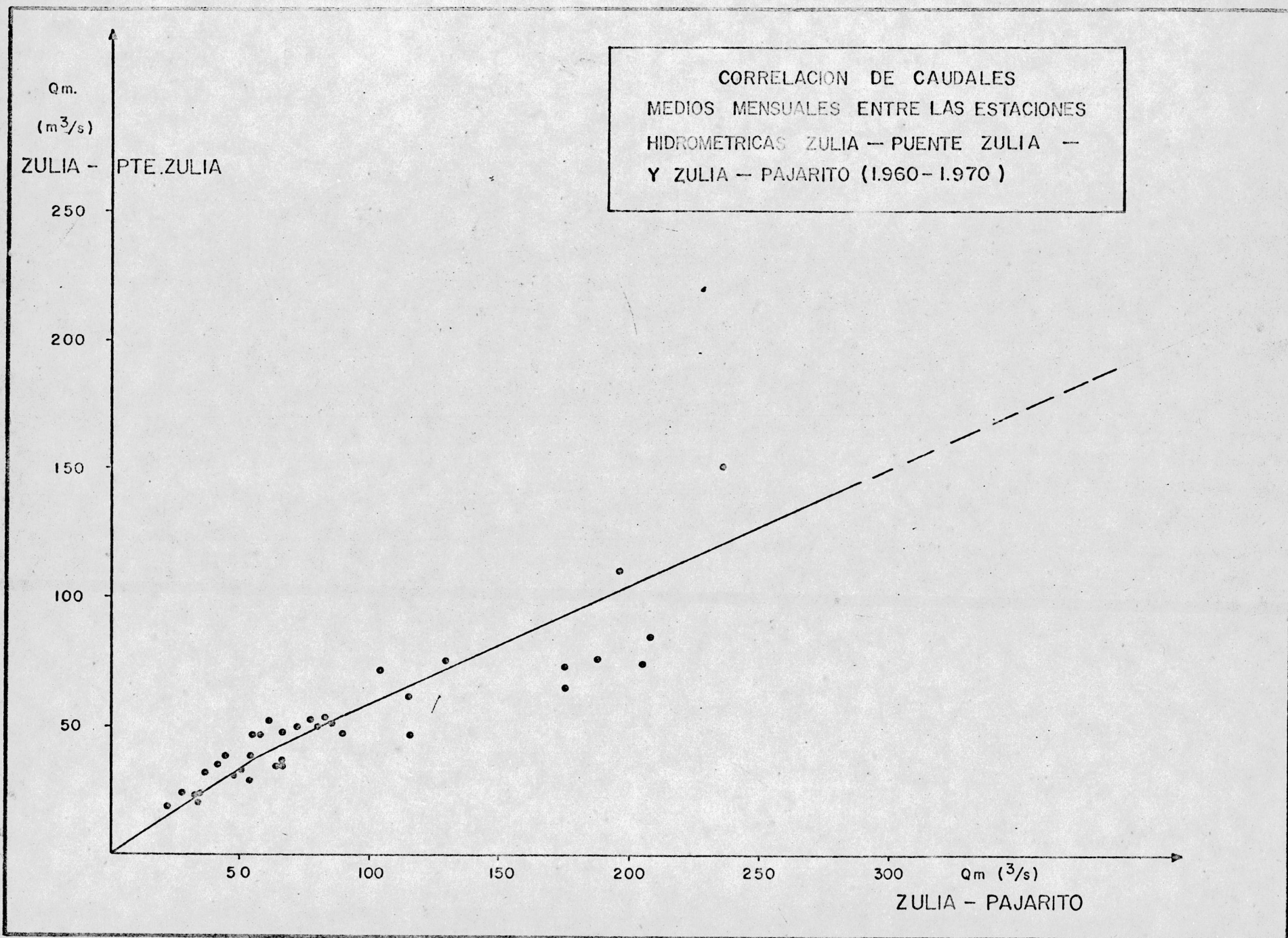


FIGURA 6

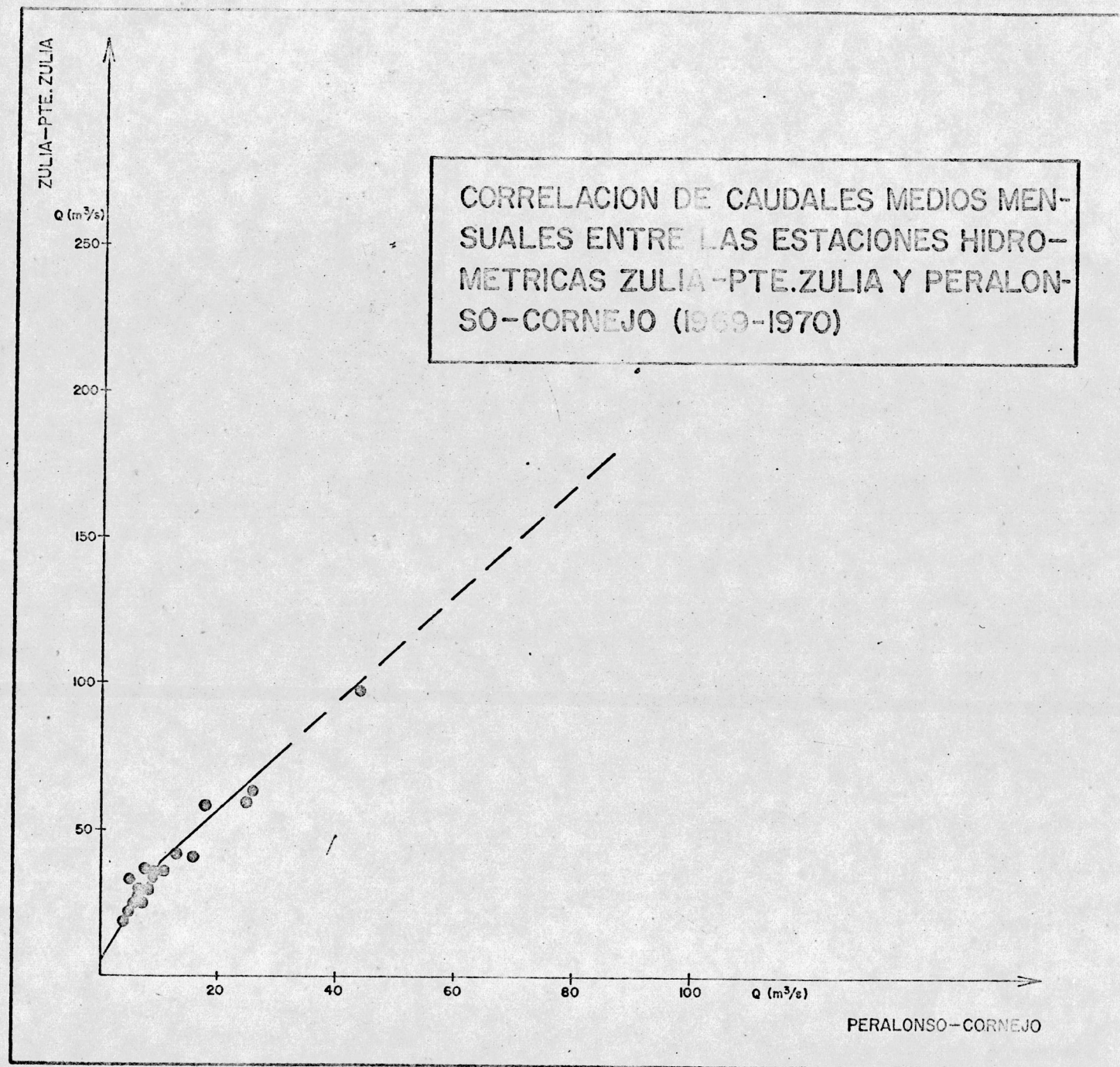


FIGURA 7

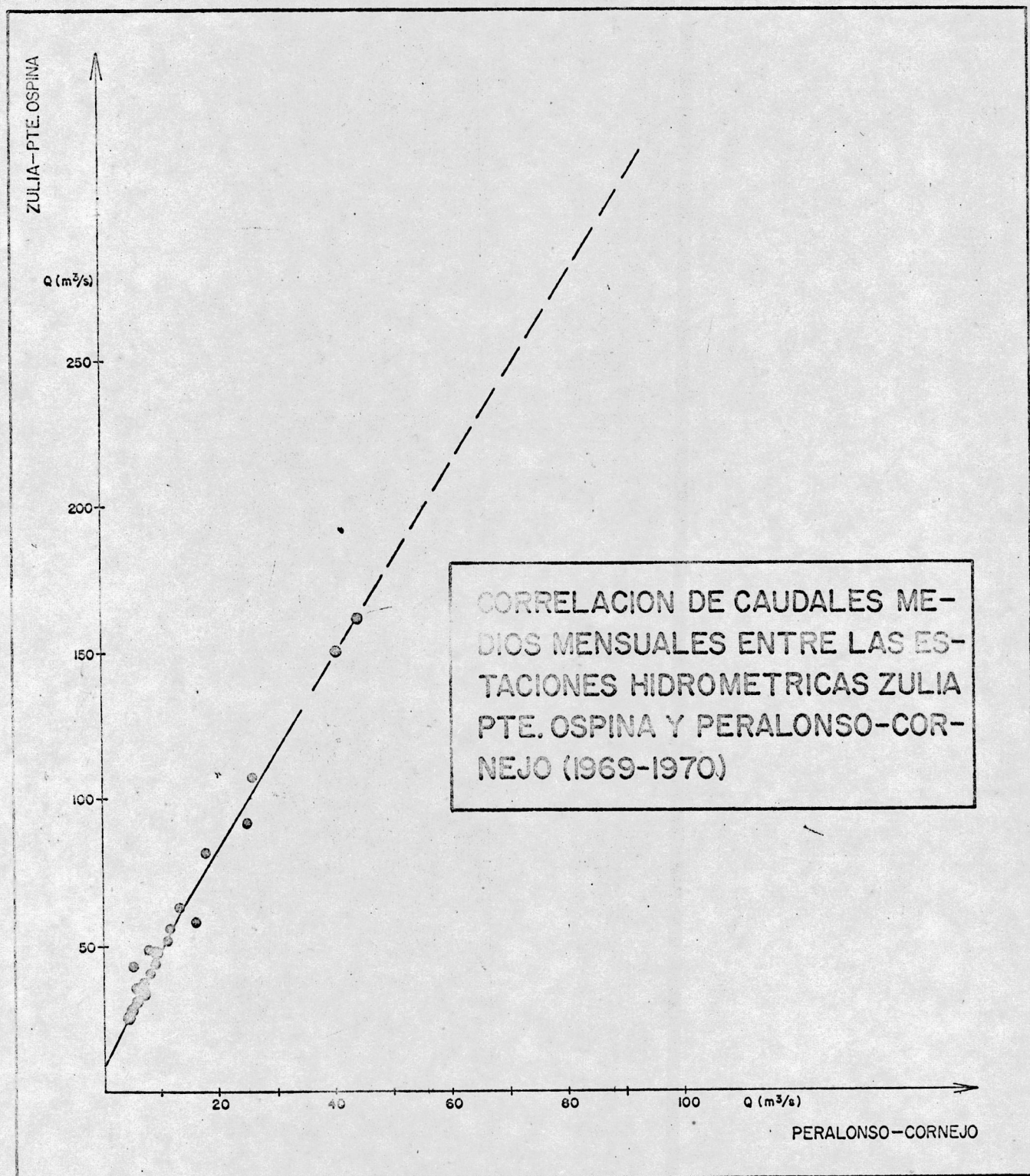


FIGURA 8

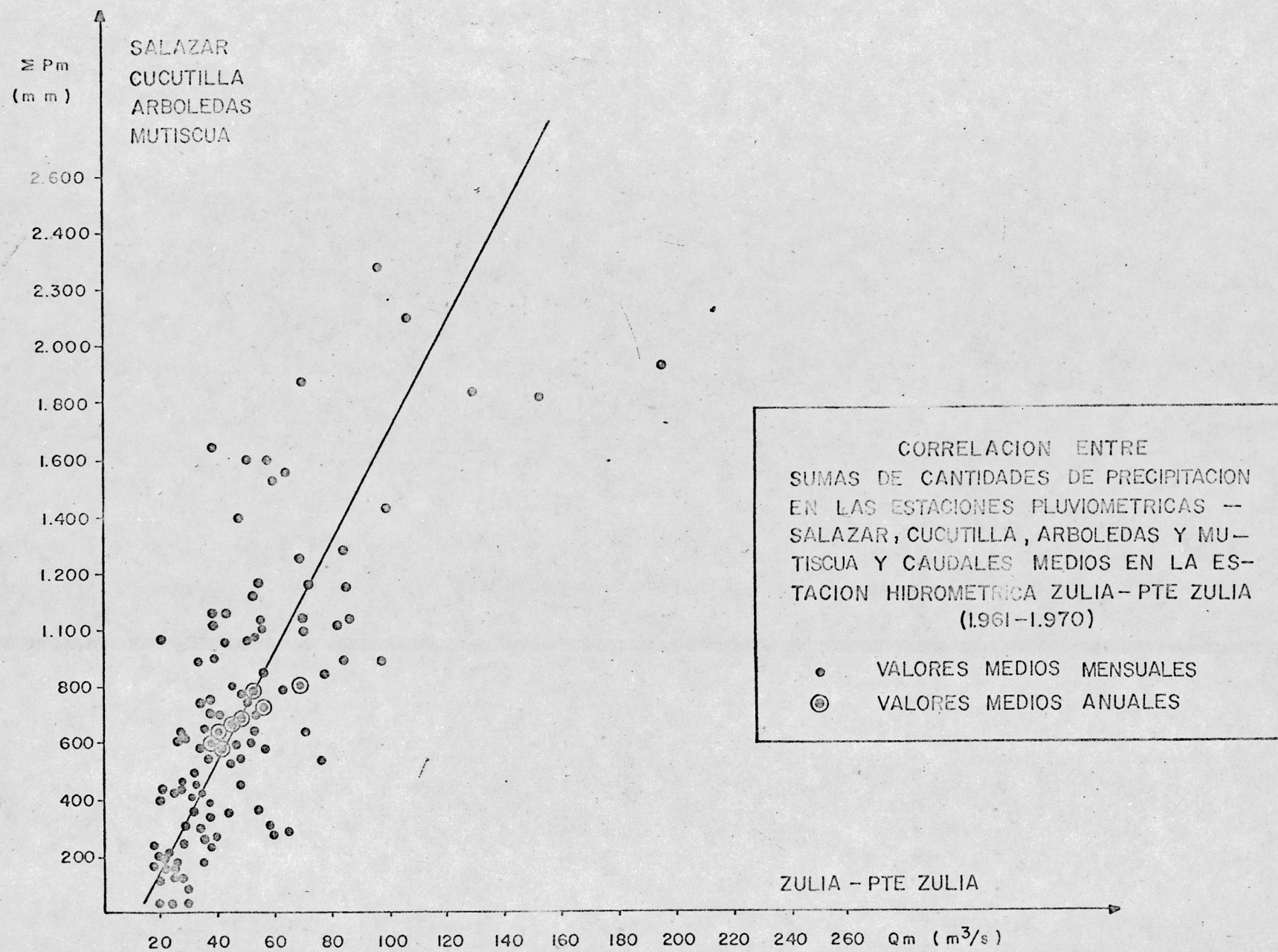


FIGURA 9

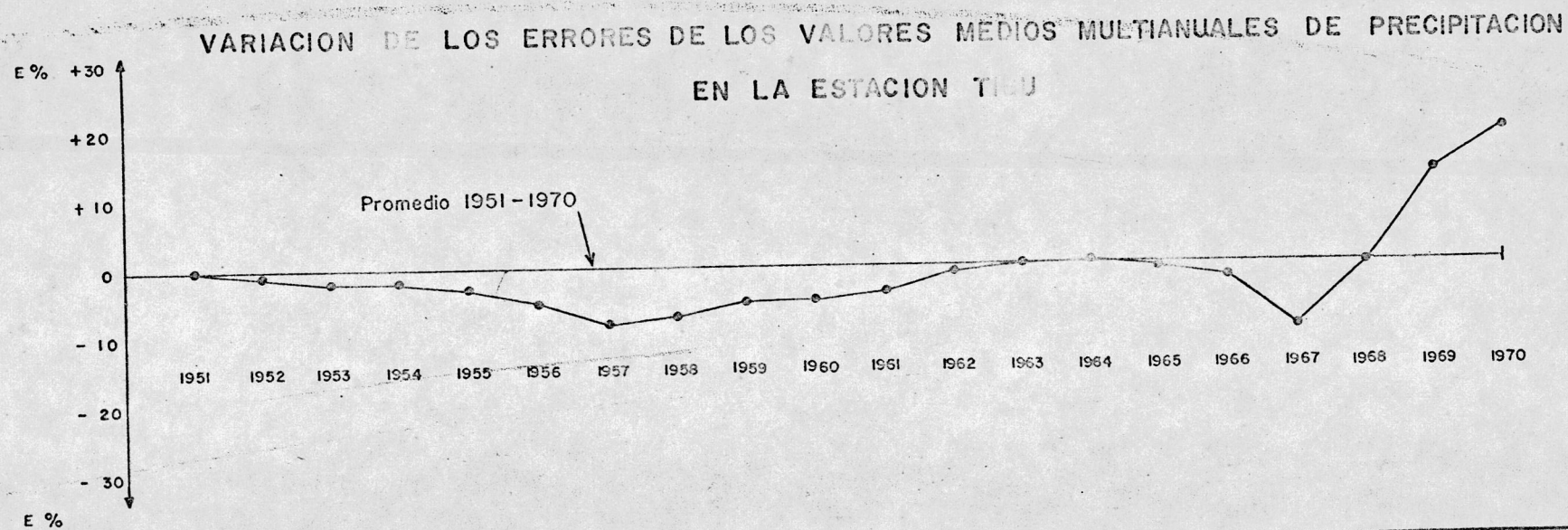
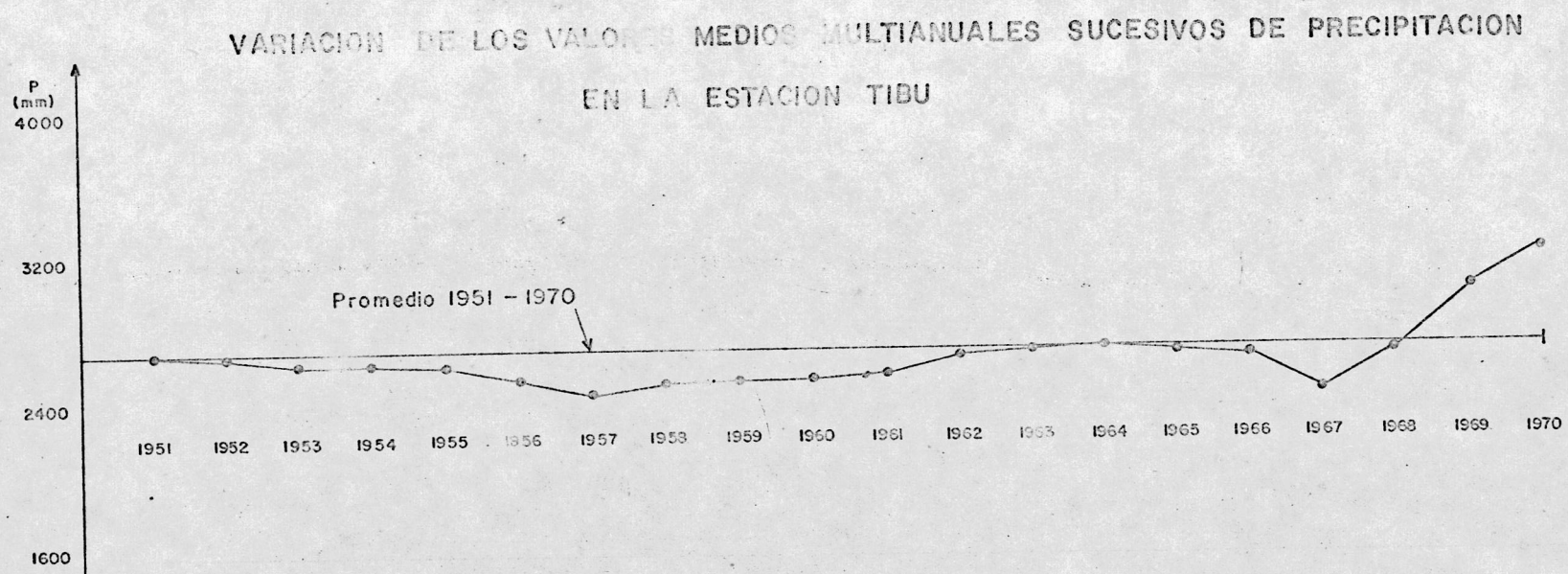


FIGURA 10

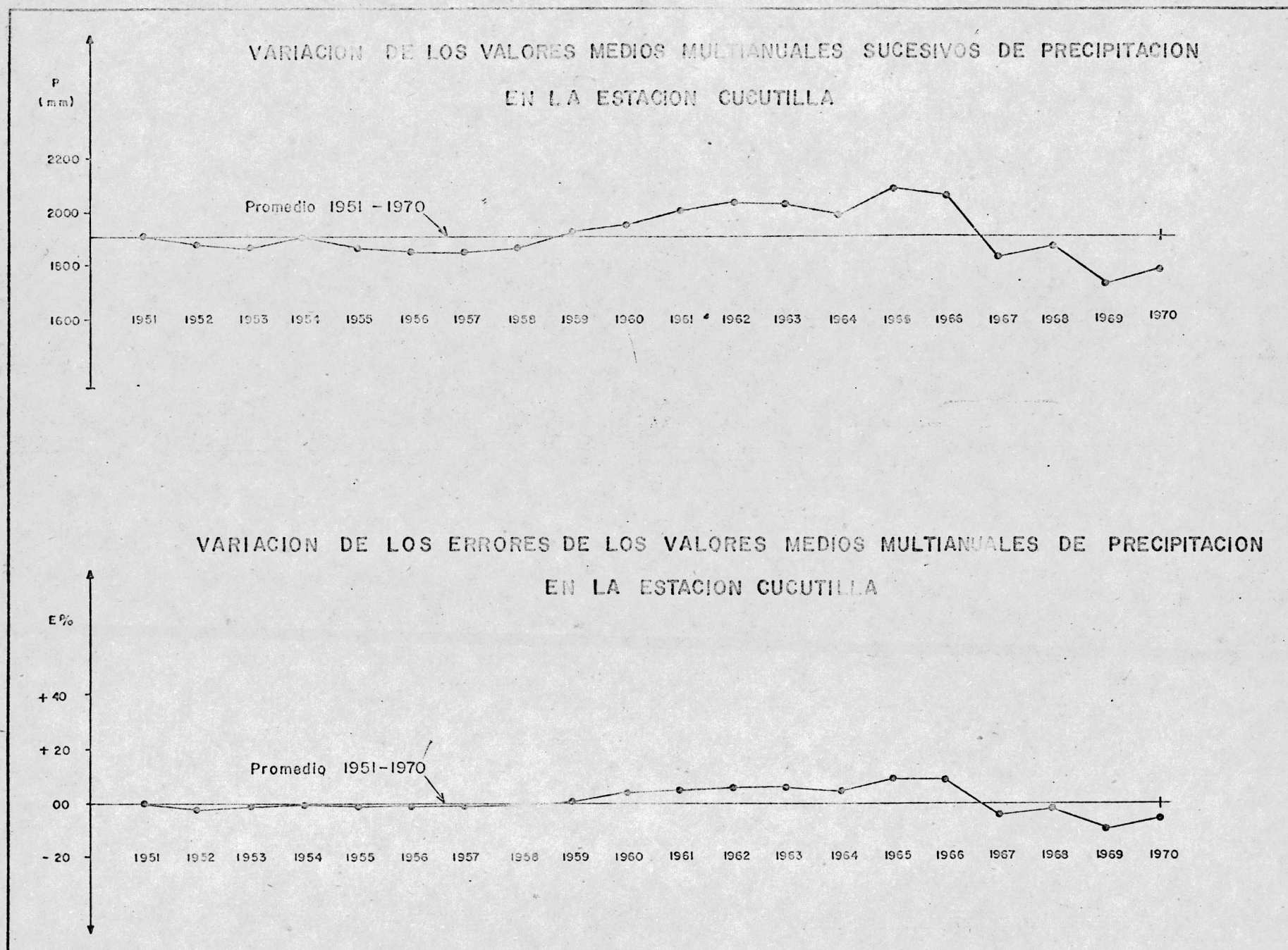
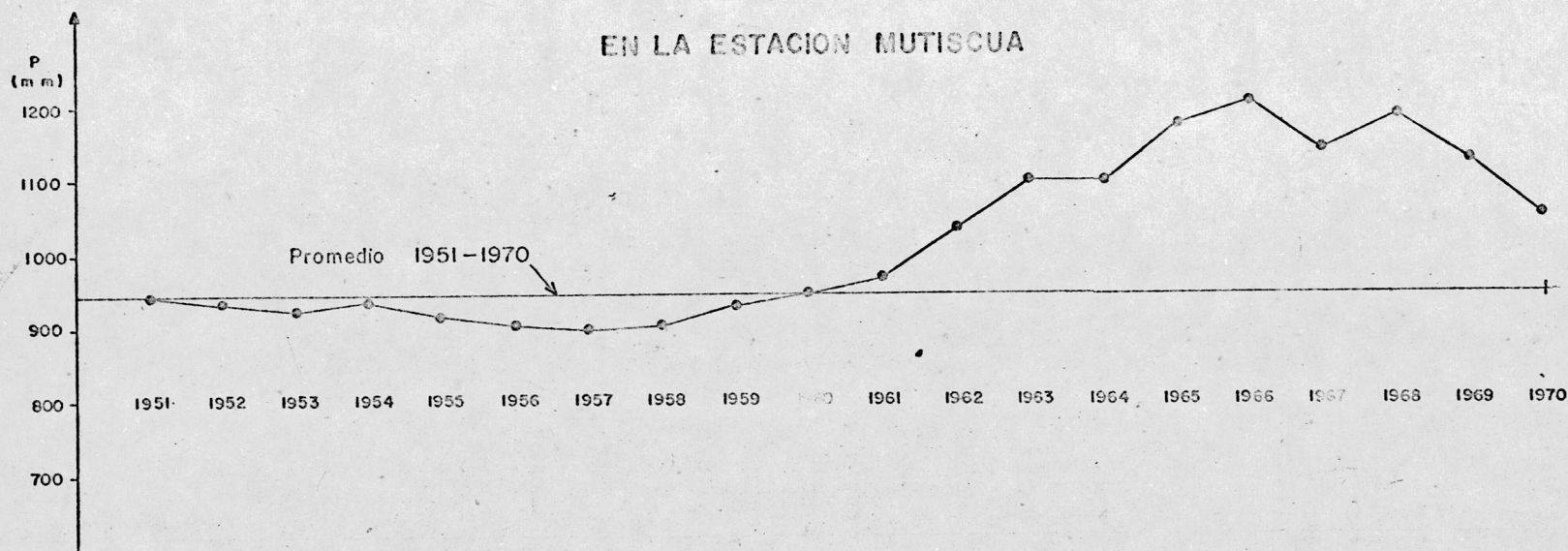


FIGURA II

VARIACION DE LOS VALORES MEDIOS MULTIANUALES SUCEIVOS DE PRECIPITACION EN LA ESTACION MUTISCUA



VARIACION DE LOS ERRORES DE LOS VALORES MEDIOS MULTIANUALES DE PRECIPITACION EN LA ESTACION MUTISCUA

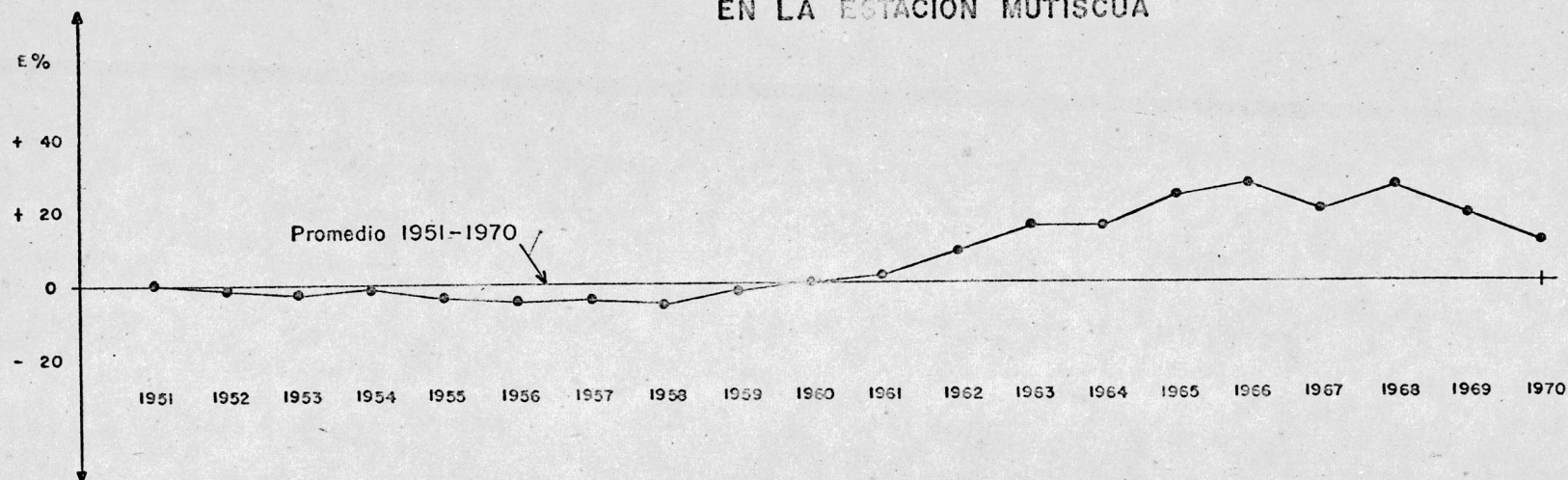
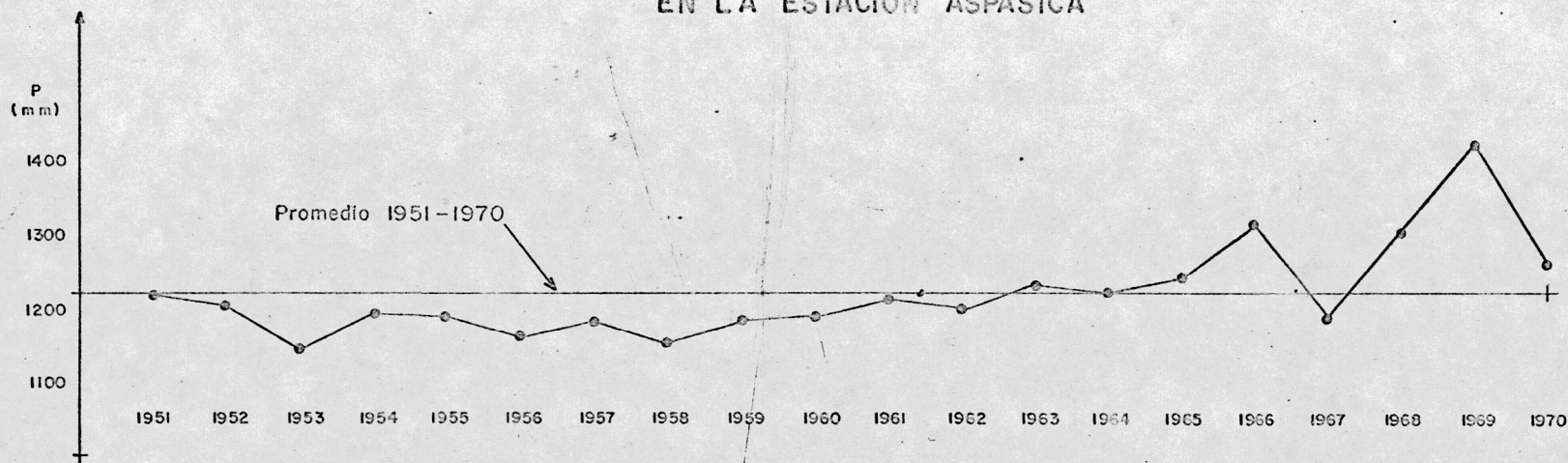


FIGURA 12

VARIACION DE LOS VALORES MEDIOS MULTIANUALES SUCEIVOS DE PRECIPITACION EN LA ESTACION ASPASICA



VARIACION DE LOS ERRORES DE LOS VALORES MEDIOS MULTIANUALES DE PRECIPITACION EN LA ESTACION ASPASICA

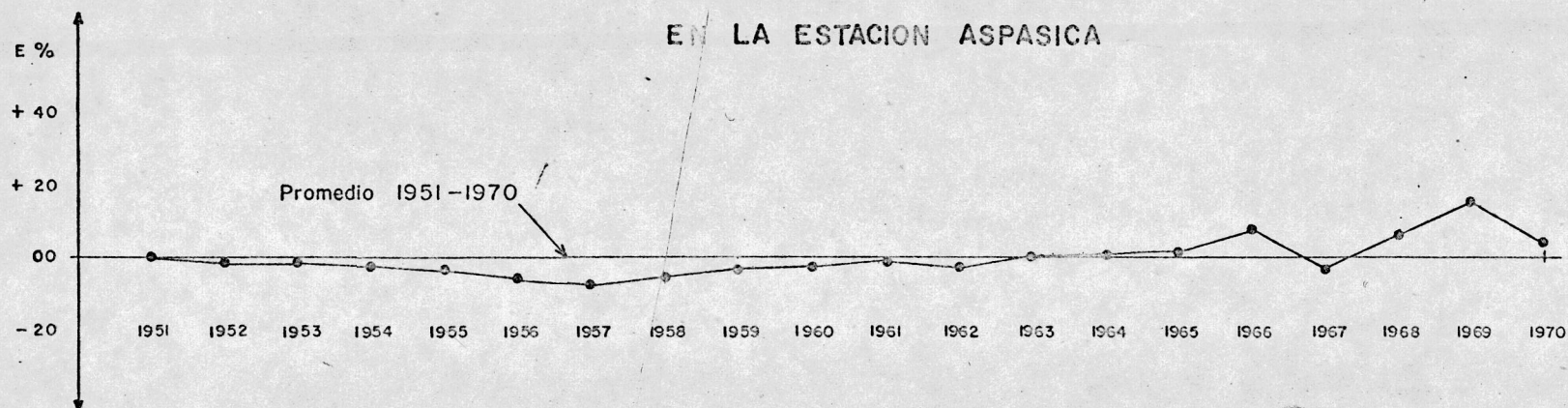


FIGURA 13

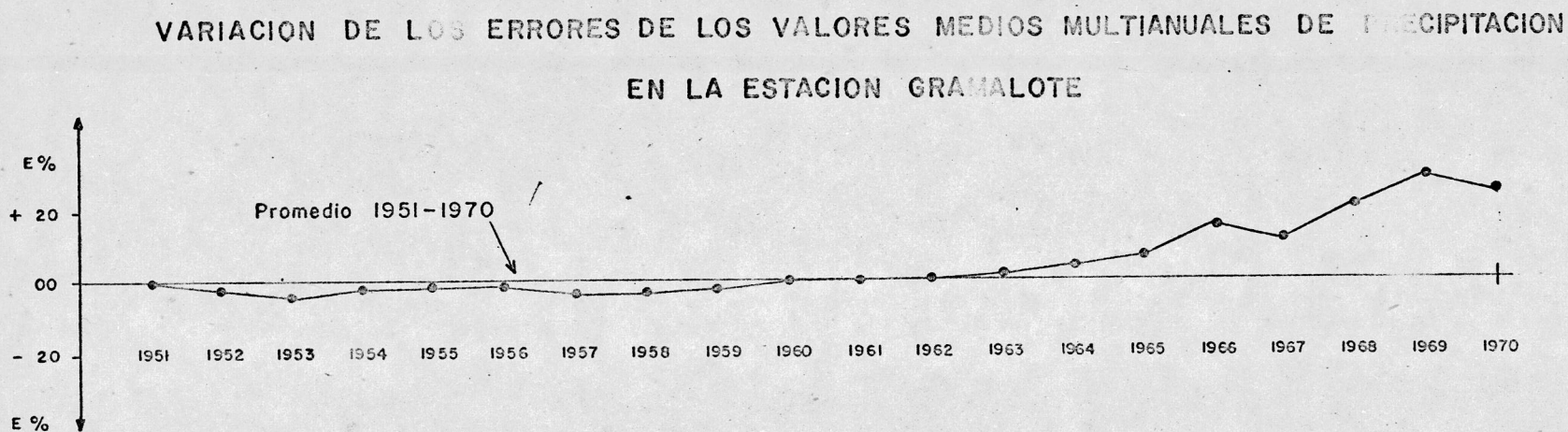
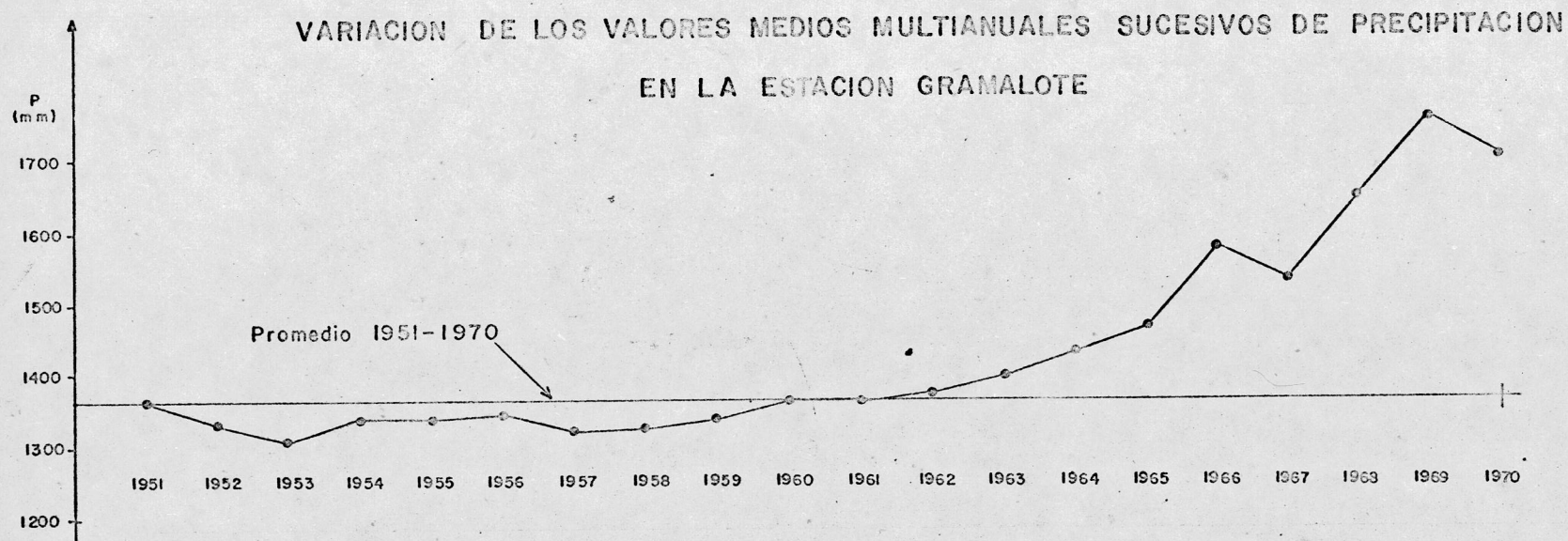
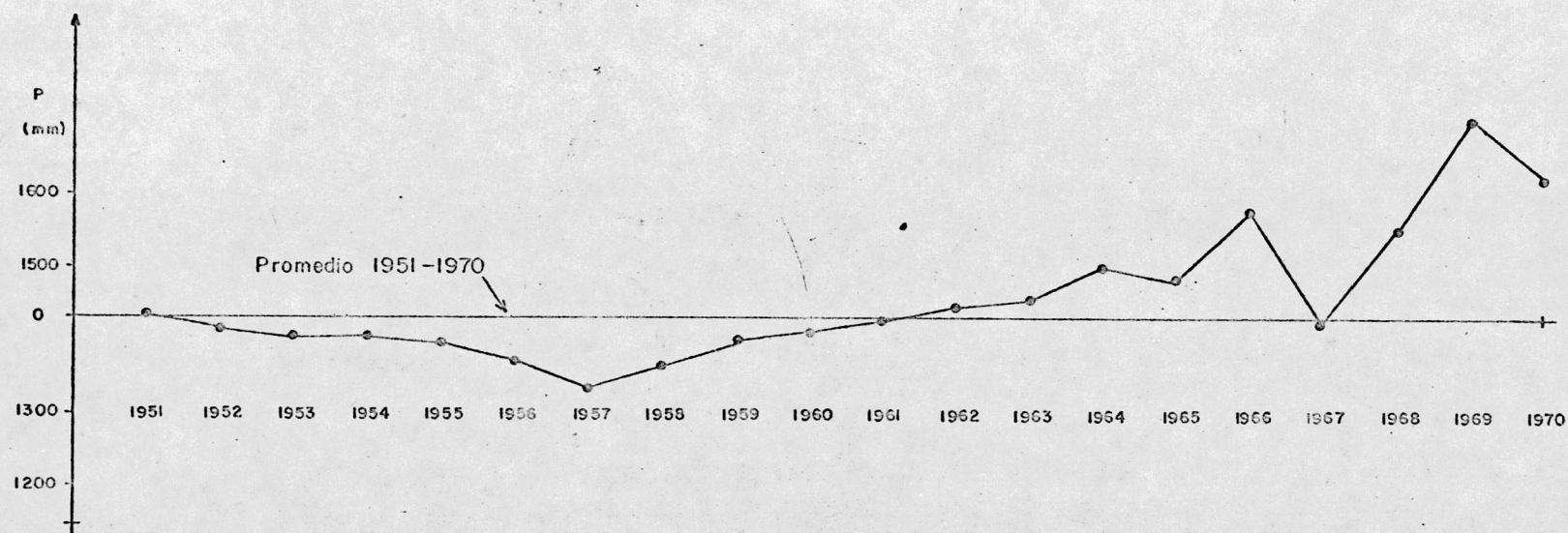


FIGURA 14

VARIACION DE LOS VALORES MEDIOS MULTIANUALES SUCEIVOS DE PRECIPITACION EN LA ESTACION TEORAMA



VARIACION DE LOS ERRORES DE LOS VALORES MEDIOS MULTIANUALES DE PRECIPITACION EN LA ESTACION TEORAMA

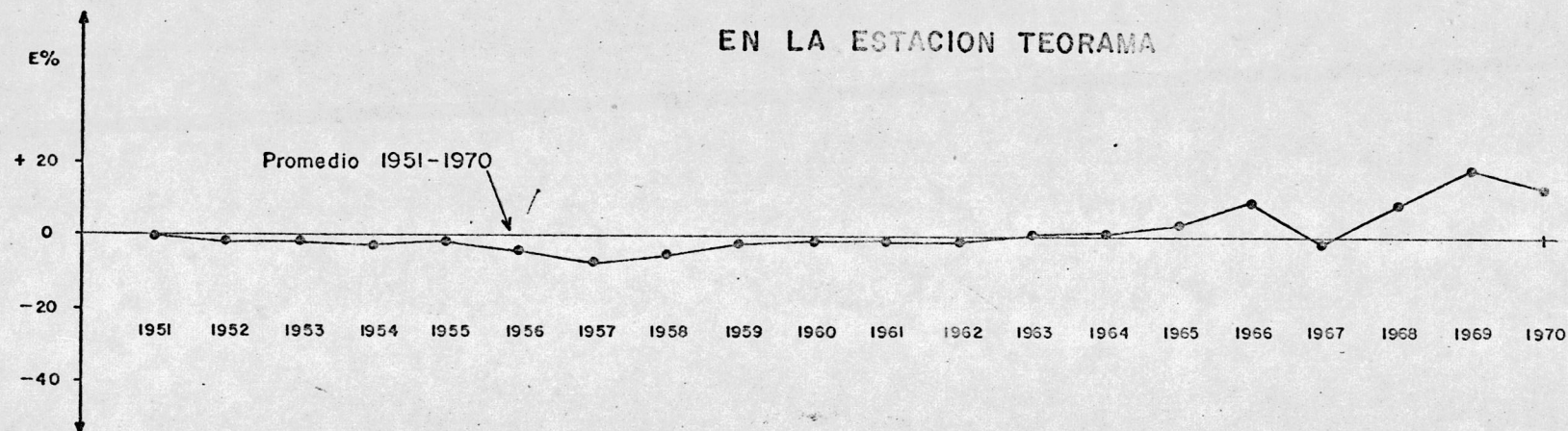


FIGURA 15

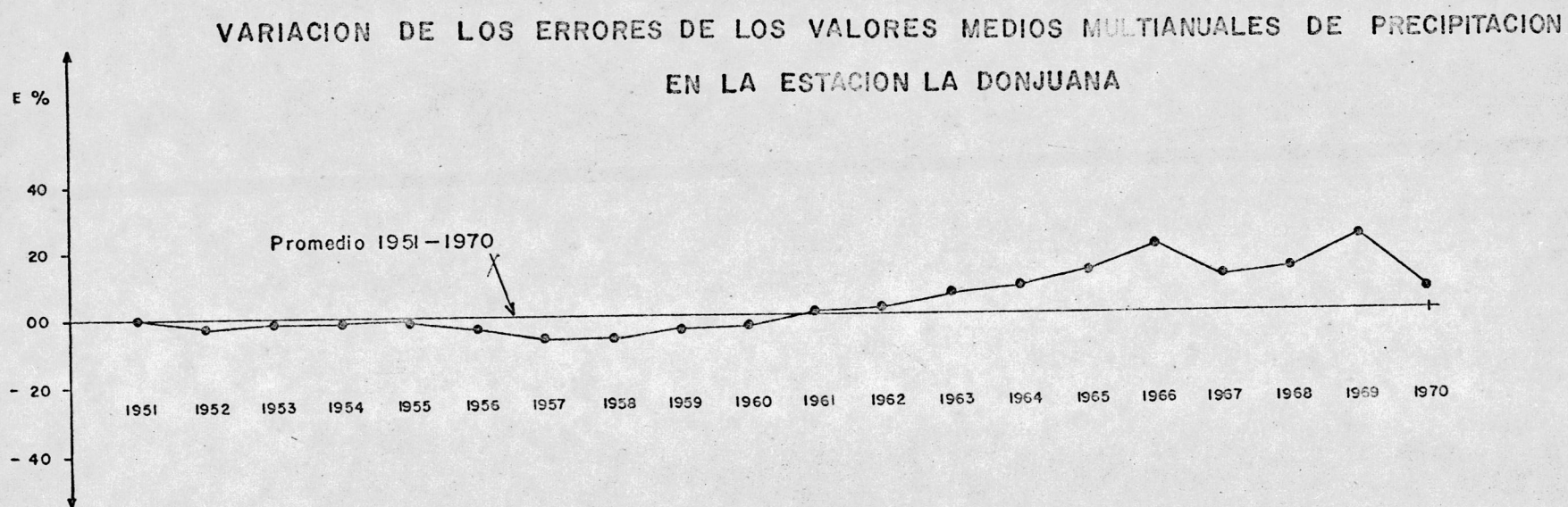
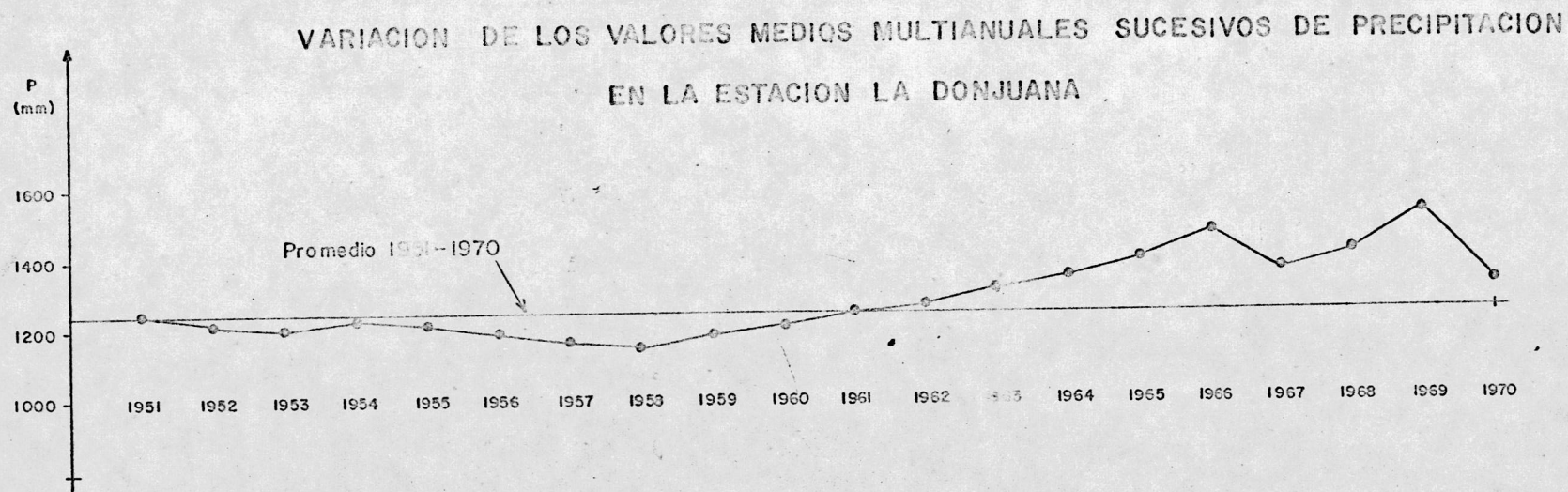


FIGURA 16

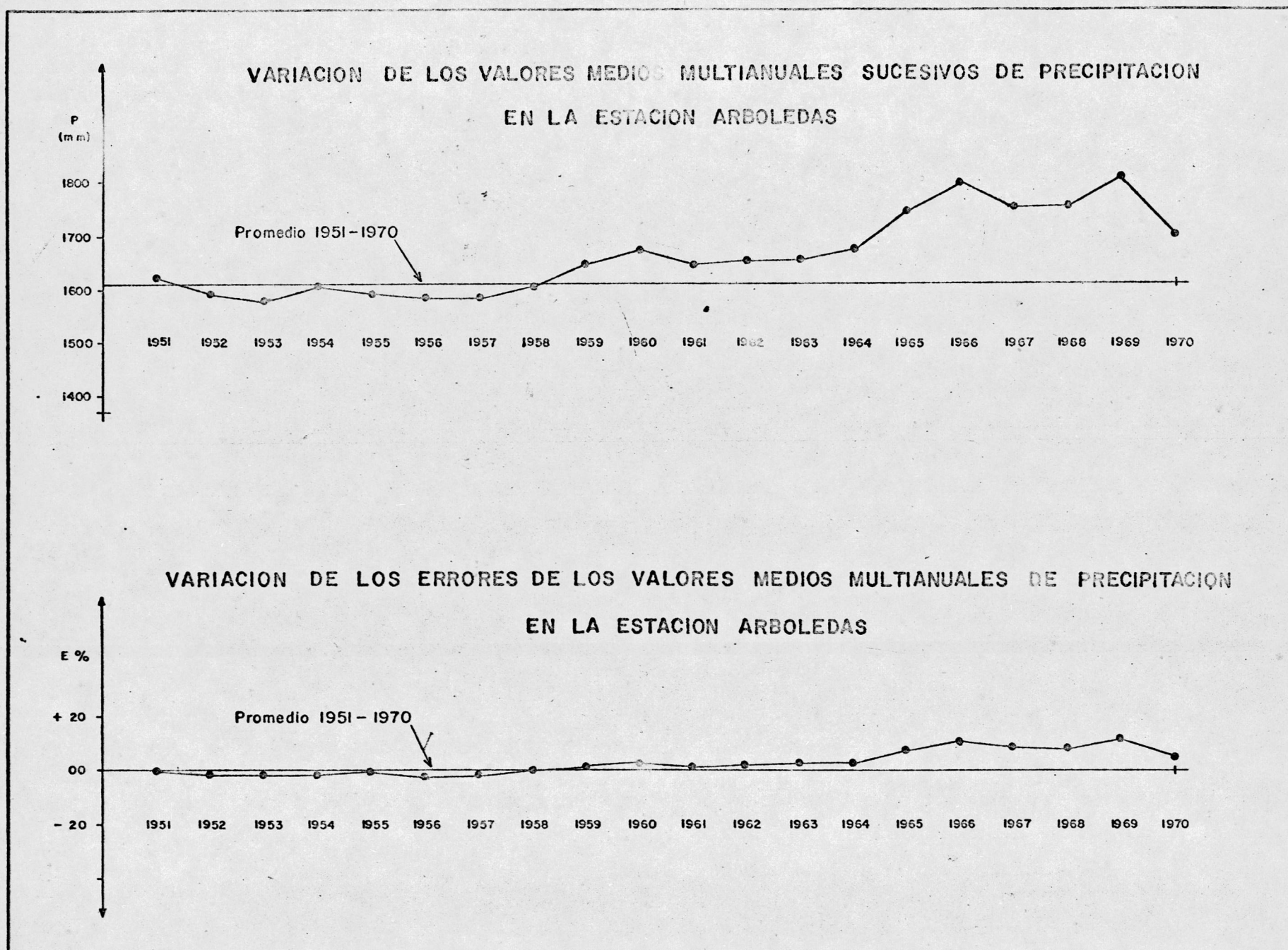


FIGURA 17

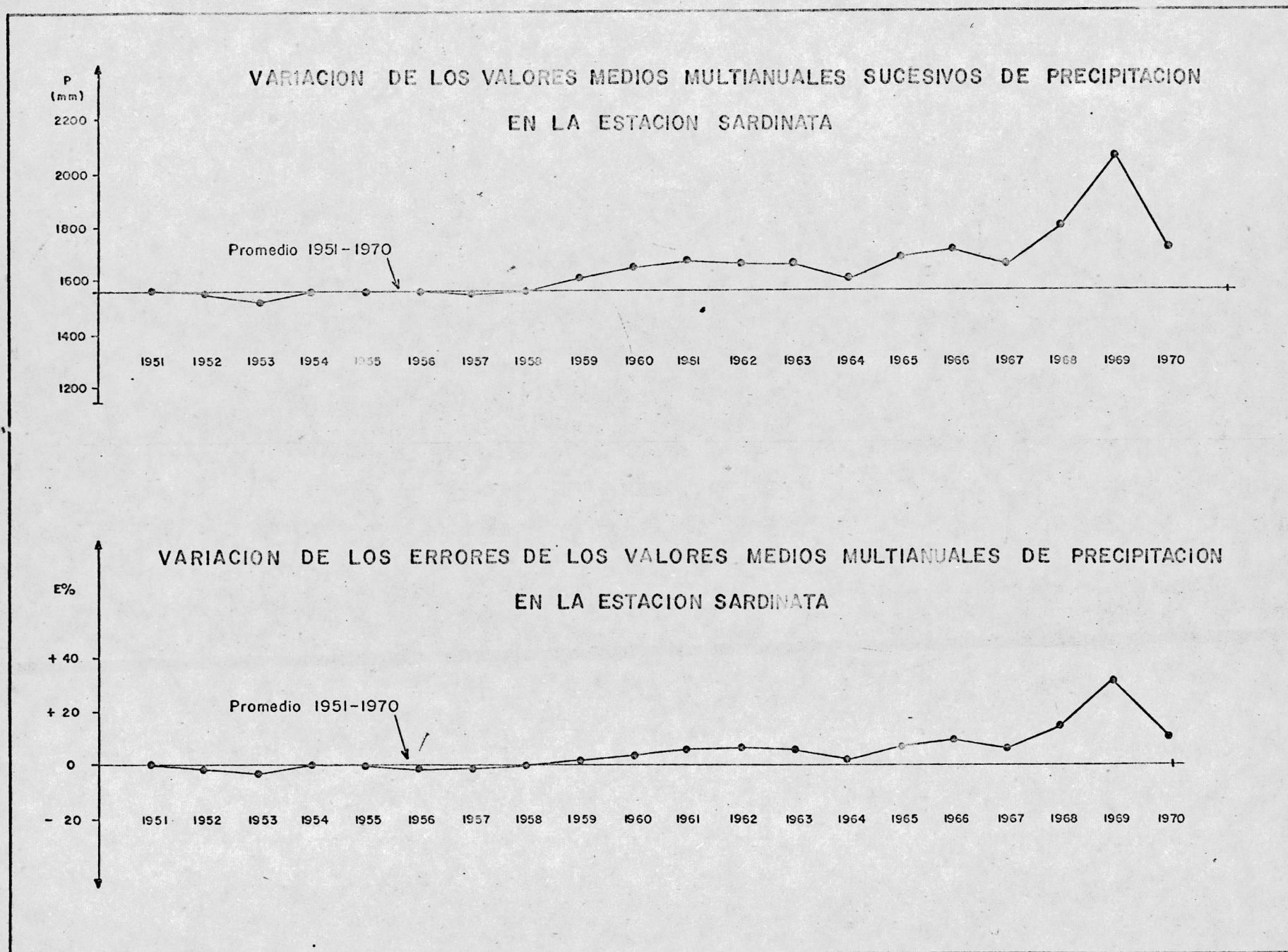


FIGURA 18

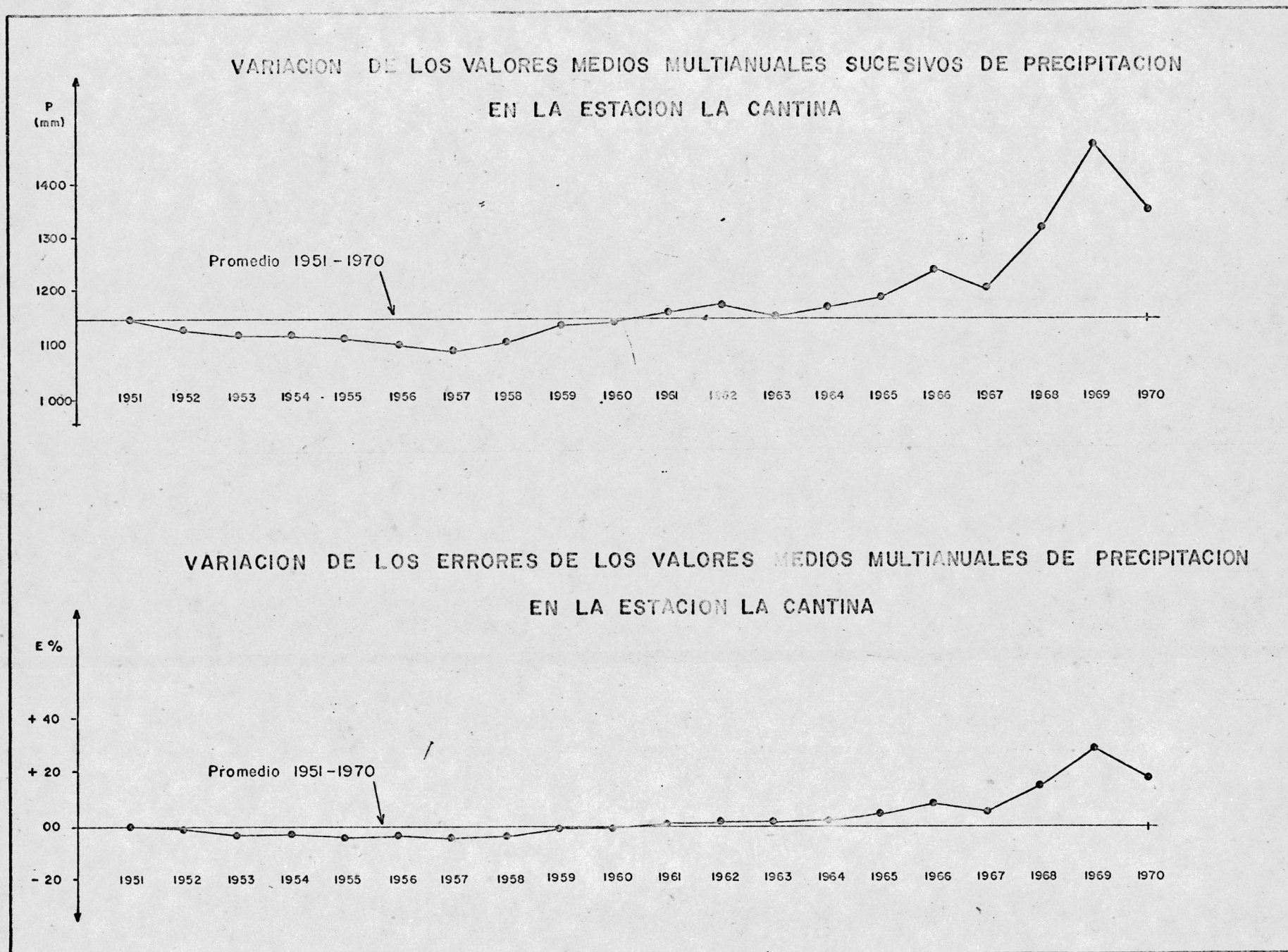


FIGURA 19

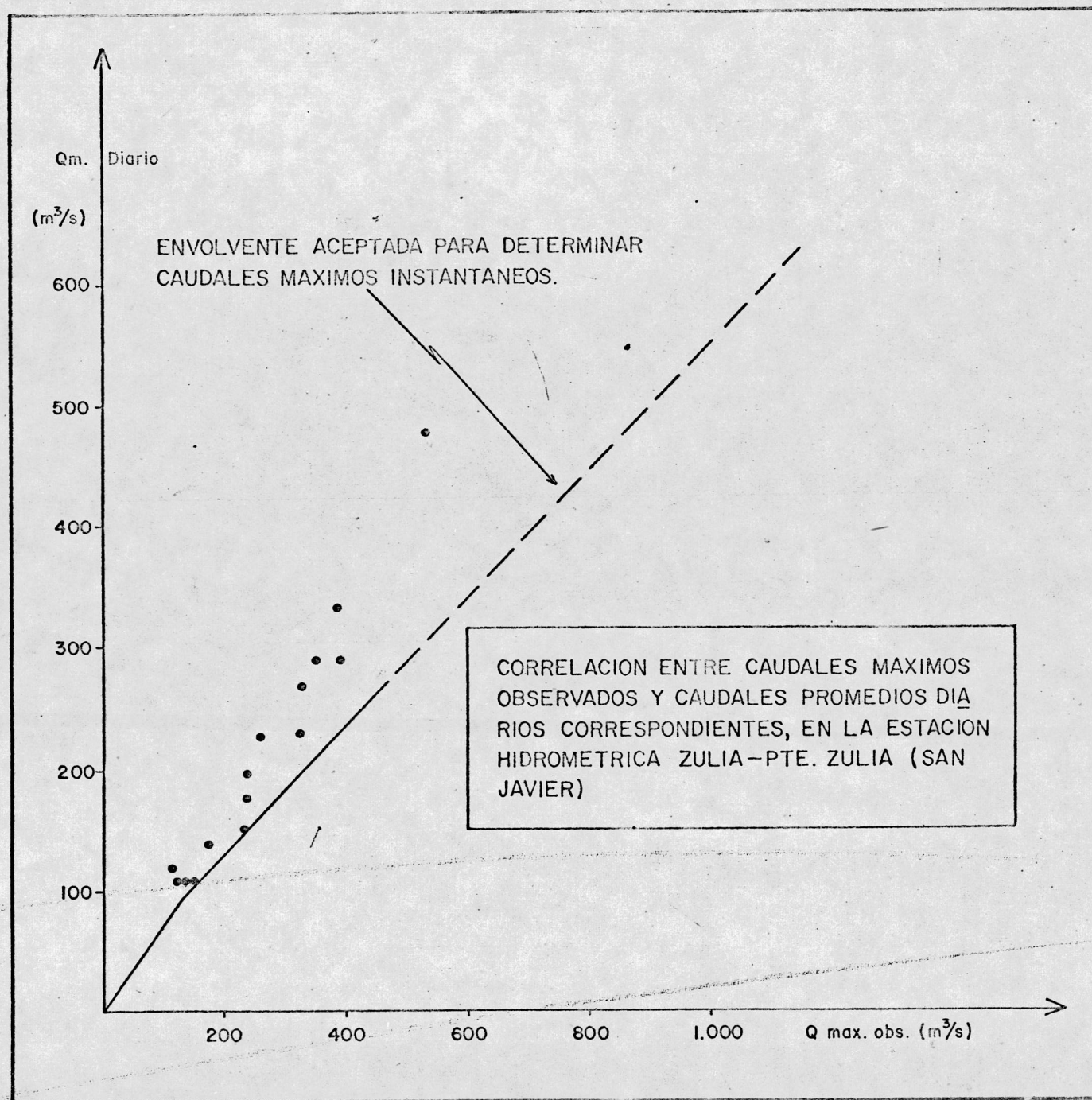


FIGURA 20

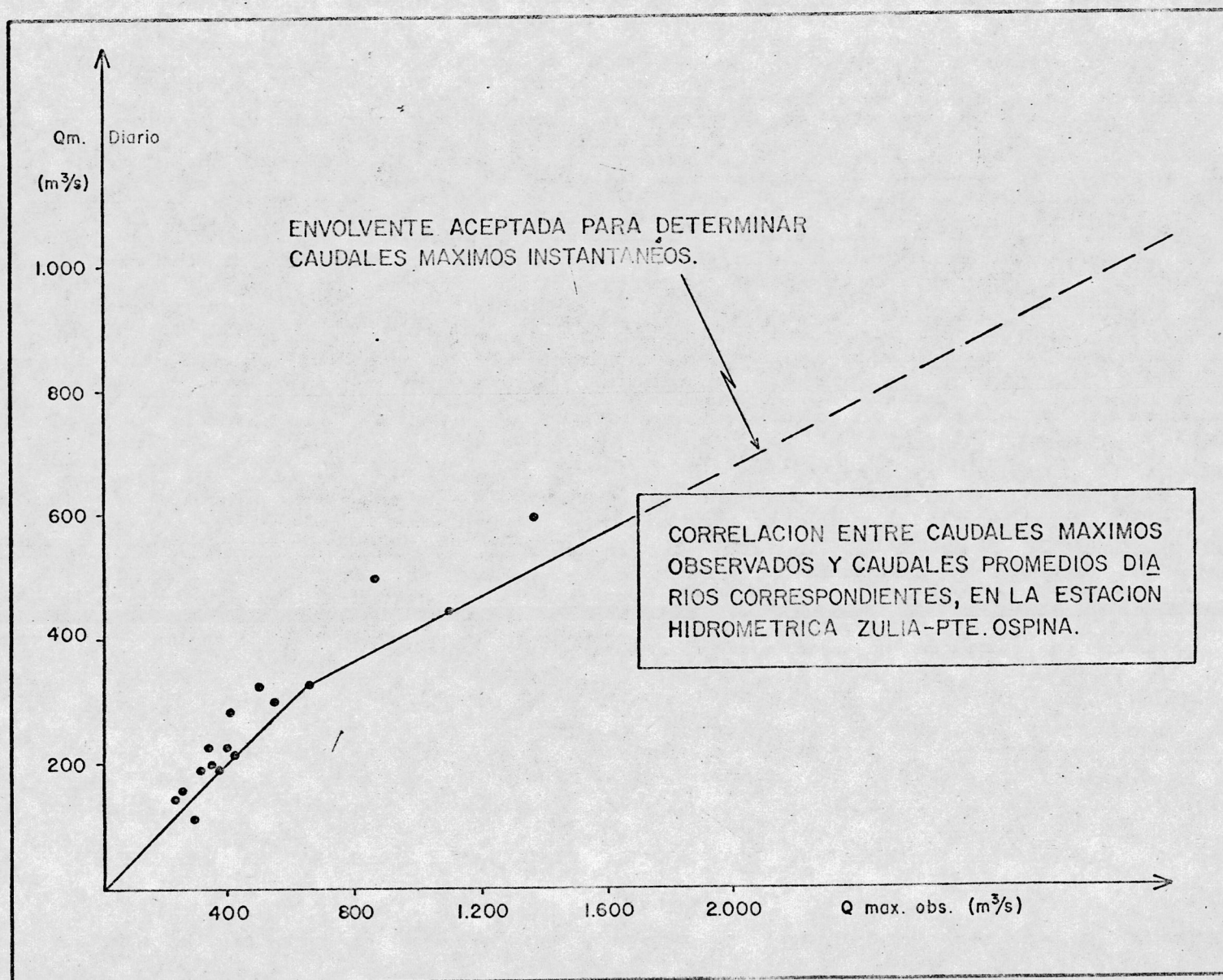


FIGURA 21

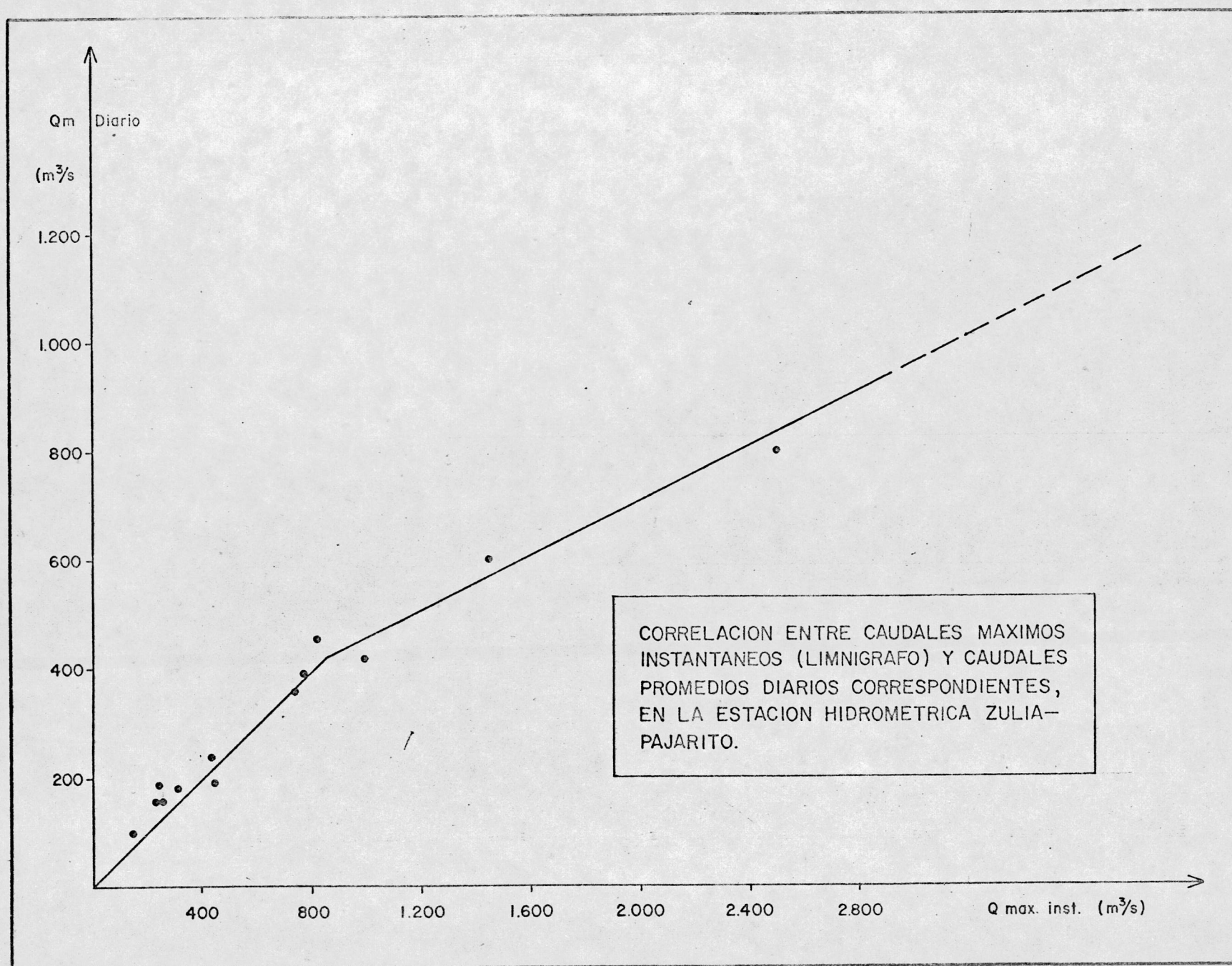


FIGURA 22

TABLA No. 2

CAUDALES CARACTERISTICOS (1959-1970)

EN LA ESTACION HIDROMETRICA ZULIA-PTE ZULIA (SAN JAVIER)
(en m³/s)

Longitud del río = 91 km

Area cuenca = 1579 km²

Elevación media cuenca = 2110 m

No.	Año	Promedios mensuales												Prom. anual	Max. inst.	Prom. diario min.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1	1959	23,5	18,3	15,2	17,1	63,3	47,0	28,2	22,0	24,4	35,8	56,8	31,4	31,9	510	12,8
2	1960	21,1	22,7	22,5	29,4	75,0	47,7	30,5	34,7	32,1	35,0	48,1	73,9	39,4	980	13,0
3	1961	27,6	20,2	21,4	37,7	29,6	22,0	26,2	21,8	50,0	57,0	106,0	32,0	37,6	-	13,0
4	1962	29,0	21,0	54,0	42,0	78,0	48,0	25,0	48,0	17,0	92,0	92,0	23,0	47,4	-	12,0
5	1963	29,0	38,0	20,4	84,3	195,3	26,0	37,0	31,1	33,0	55,7	69,7	33,0	54,4	-	16,5
6	1964	24,0	19,1	17,2	38,1	34,1	72,1	50,5	37,6	34,4	49,6	50,2	54,5	40,1	450	10,0
7	1965	60,1	39,0	28,1	45,0	65,0	42,9	24,8	29,0	27,0	62,5	69,5	51,0	45,3	400	11,0
8	1966	32,0	23,0	24,0	27,0	42,0	76,6	52,4	43,5	38,7	129,1	152,3	174,1	67,9	880	11,0
9	1967	50,0	39,0	42,0	85,3	96,8	58,0	48,0	38,9	55,0	42,5	52,4	47,8	54,6	470	17,0
10	1968	22,0	32,0	22,0	96,0	99,0	77,0	54,0	45,0	51,0	54,0	49,0	34,0	52,9	860	16,0
11	1969	27,1	30,9	25,1	80,2	57,9	33,4	19,3	36,1	41,3	70,4	73,3	58,6	46,1	470	14,0
12	1970	35,0	29,0	21,7	24,9	40,4	30,9	25,2	27,8	35,6	63,0	79,5	97,6	42,6	700	16,0
Promedio -		31,7	27,7	26,1	50,6	73,0	48,5	35,1	34,6	36,6	62,2	74,9	59,2	46,7	-	-

NOTA: Se determinaron por correlacion con la estación Zulia-Pte. Ospina los valores de los períodos :

IX a XI 1961; II, III y IX 1965; I a XII 1968.

Se determinaron por correlación con la suma de las precipitaciones en las estaciones Salazar, Arboledas, Cucutilla y Mutiscua los valores de los períodos: XII 1961 a XII 1962; I, II, VI, VII 1963.

Se corrigieron por análisis de balance de caudales y correlación con la estación Zulia - Pajarito los valores de los siguientes períodos: IV 1965, II a IV 1966; II 1967.

Se corrigieron varios valores máximos instantáneos por correlación con los caudales medios diarios máximos correspondientes.

Se corrigieron y completaron por correlaciones y análisis de balance de caudales, varios valores diarios mínimos.

TABLA No.3

CAUDALES CARACTERISTICOS (1959-1970)
EN LA ESTACION HIDROMETRICA ZULIA - PTE. OSPINA
(en m³/s)

Longitud río = 104 km

Area cuenca = 2248 km²

Elevación media cuenca = 1830 m

No.	Año	Promedios mensuales												Prom. anual	Max. inst.	Prom. diario min.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1	1959	31,4	25,2	18,0	23,0	109,4	73,5	45,2	35,7	39,0	48,4	104,9	47,4	50,1	1230	15,7
2	1960	26,8	27,9	27,1	40,1	152,6	66,4	36,9	51,5	41,8	47,9	73,4	134,3	60,6	1740	16,0
3	1961	35,6	24,7	30,1	51,0	37,0	28,7	33,4	27,4	68,0	79,4	169,8	41,0	52,2	-	17,0
4	1962	38,0	27,0	74,0	54,0	118,0	64,0	31,0	64,0	22,0	144,0	144,0	29,0	67,4	-	15,0
5	1963	37,0	48,0	26,0	128,0	332,0	33,0	47,0	40,0	43,2	76,4	97,7	41,5	79,2	-	24,0
6	1964	31,0	25,0	20,5	53,1	43,8	101,4	70,2	52,9	44,8	68,6	68,0	75,0	54,5	580	12,5
7	1965	93,0	49,0	37,0	58,9	95,3	57,0	31,0	37,0	35,0	94,0	118,0	68,0	64,4	670	14,0
8	1966	40,5	29,3	29,6	34,9	54,4	123,1	71,1	61,7	55,1	226,8	232,2	291,6	104,2	2500	14,0
9	1967	68,0	48,6	53,4	135,5	152,8	78,2	77,6	58,0	79,4	55,4	71,0	72,3	79,2	1100	23,0
10	1968	28,0	41,0	28,0	151,0	156,0	115,0	72,5	57,0	68,0	74,0	66,0	44,0	75,0	1380	21,0
11	1969	34,8	43,6	32,2	135,6	81,9	42,8	24,5	48,6	62,7	133,2	138,2	91,6	72,5	1340	18,4
12	1970	47,1	37,2	28,0	32,4	58,2	40,0	32,9	36,1	51,4	107,4	151,7	161,7	65,3	1960	20,6
Promedio		42,6	35,5	33,7	74,8	116,0	68,6	47,8	47,5	50,9	96,3	119,6	91,4	68,7	-	-

NOTA: Se determinaron por correlación con la estación Zulia - Pte Zulia.

los valores de los períodos: XII 1961 a VIII 1963; II, VII 1965.

Se corrigieron por análisis de balance de caudales y correlación con la estación Zulia - Pte Zulia (S. Javier) los valores de los siguientes períodos: I, II, XI, XII 1964.

Se corrigieron por análisis de balance de caudales medios mensuales y correlación con la estación Zulia-Pajarito, los valores de los períodos: VIII a X, XII 1965; X - XII 1967; I a VI, VIII 1968.

Se corrigieron y completaron por correlaciones y análisis de balance de caudales varios valores promedios diarios mínimos.

Se corrigieron varios valores máximos instantáneos por correlación con los caudales medios diarios máximos correspondientes.

TABLA No. 4

CAUDALES CARACTERISTICOS (1959-1970)
EN LA ESTACION HIDROMETRICA ZULIA-PAJARITO
(en m³/s)

Longitud río = 118 km.

Area cuenca = 2538 km²

Elevación media cuenca = 1690 m

No.	Año	Promedios mensuales												Prom. anual	Max. inst.	Prom. diario min.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1	1959	37,0	31,0	21,0	27,0	131,0	89,0	54,0	42,0	46,0	58,0	125,0	75,7	61,4	1470	19,0
2	1960	32,5	33,3	31,1	54,4	215,2	116,6	46,3	63,3	50,2	64,1	90,5	174,4	81,0	2150	18,7
3	1961	43,0	30,0	36,0	61,0	42,0	35,0	40,0	33,0	82,0	95,0	204,0	47,0	62,3	-	21,0
4	1962	45,0	33,0	89,0	65,0	145,0	77,0	36,0	77,0	26,0	175,0	175,0	35,0	81,5	-	19,0
5	1963	44,0	58,0	31,0	156,0	400,0	39,0	56,0	47,0	51,0	92,0	114,8	49,0	94,8	-	25,0
6	1964	37,0	30,0	25,0	54,0	45,4	103,8	72,2	63,0	54,0	83,0	79,7	90,0	61,4	540	15,6
7	1965	111,0	59,0	44,0	66,4	115,0	69,0	37,0	44,4	41,6	113,5	142,0	81,9	77,1	630	17,8
8	1966	48,0	34,0	36,0	41,0	64,0	148,0	85,0	74,0	65,0	273,0	279,0	350,0	124,8	2500	17,5
9	1967	81,0	59,0	64,0	161,0	184,0	94,0	94,0	70,0	95,0	65,9	85,0	86,0	94,9	1100	27,0
10	1968	34,3	49,1	32,7	181,3	186,7	137,8	74,8	67,8	82,1	88,0	79,0	53,2	88,9	1750	25,2
11	1969	41,2	50,8	38,1	160,2	97,4	53,8	37,5	57,8	76,8	175,2	187,1	115,0	90,9	1450	27,2
12	1970	57,4	44,5	35,8	37,9	72,9	49,6	39,6	42,8	60,8	130,0	208,6	195,8	81,3	2500	24,0
Promedio -		51,0	42,6	40,3	88,8	141,6	84,4	56,0	56,8	60,9	117,7	147,5	112,8	83,4	-	-

NOTA: Se corrigieron por balance de caudales y correlación con la estación Zulia-Pte. Ospina, los valores de los períodos: XII 1963 a III 1964; VII, IX, X 1964; VII, IX, X 1964; I a III, V, VII, XI 1965; I a III, VI, VIII a XI 1966; VIII, IX, XII 1967. Se determinaron por correlación con la estación Zulia - Pte. Ospina los valores de los períodos: I a XI 1959; I 1961 a X 1963; IV, V, VII, XII 1966; I a VII 1967.

Se corrigieron y completaron por correlaciones y análisis de balance de caudales varios valores promedios diarios mínimos.

Se corrigieron varios valores máximos instantáneos por correlación con los caudales medios diarios máximos correspondientes.

TABLA No. 5

CAUDALES CARACTERISTICOS (1959-1970)
EN LA ESTACION HIDROMETRICA PERALONSO-CORNEJO
(en m³/s)

Longitud río = 56 km.

Area cuenca = 472 km²

Elevación media cuenca=1470 m

No.	Año	Promedios mensuales												Promedio anual	Max. inst.	Prom. diario min.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	X II			
1	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	-
2	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,5	-	-
3	1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	-	-
4	1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0	-	-
5	1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	-	-
6	1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	-	-
7	1965	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	-	-
8	1966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,0	-	-
9	1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	-	-
10	1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,0	-	-
11	1969	6,5	8,6	6,1	37,5	18,0	5,4	4,3	7,7	12,8	35,6	32,1	24,8	16,6	390	3,3
12	1970	9,2	6,7	5,4	6,4	15,9	8,4	6,8	6,8	10,8	26,3	40,6	44,1	15,6	570	3,6
Promedio 1959-1970	-	7,5	6,5	6,0	16,5	29,0	15,5	9,0	8,5	9,5	23,0	29,5	21,0	15,1	-	-

NOTA: Se completaron por correlación con la estación Zulia - Pte. Zulia los valores anuales del período 1959 a 1968 y los valores mensuales multianuales del período 1959-1970.

Se completaron por balance de caudales y correlaciones con las estaciones Zulia - Pte. Zulia y Zulia - Pte. Ospina los valores del período XI a XII 1970.

Las series de caudales medios mensuales y anuales, homogeneizados al período 1959-1970, para 4 estaciones hidrométricas de la cuenca, así como las principales características morfométricas de sus cuencas hidrográficas y los valores de caudales máximos y mínimos de que se dispone, se presentan en las Tablas 2 a 5. La ubicación de estas estaciones se indica en la Figura 3. En la misma figura, están incluidas también las estaciones hidrométricas existentes que no disponen todavía de datos suficientes para permitir interpretaciones.

Antes de empezar la presentación de los análisis efectuados, cabe destacar que, debido a la escasez de datos directos, toda la evaluación, así como las conclusiones del estudio del régimen de la precipitación media y escurriente, tienen solamente carácter orientativo.

3. Variación territorial de la precipitación media

En vista del análisis de la variación territorial de los valores promedios anuales y mensuales de precipitación, se buscó determinar primeramente las leyes generales de variación de dichos elementos, expresadas a través de relaciones gráficas de generalización que indiquen la variación de las precipitaciones medias multianuales en función de factores genéticos de variación territorial conocida o relativamente fácil de determinar (Figuras 23 a 47, números impares). De tal manera, para la mayor parte del área de las cuencas consideradas, se analizaron las relaciones de las precipitaciones medias mensuales y anuales (valores promedios del período representativo 1951-1970) con la altitud, teniendo en cuenta, a la vez, el carácter convectivo de las precipitaciones, las posibles influencias locales del relieve y del clima en general, así como de otros elementos del conjunto fisiográfico natural. Para la parte baja, relativamente plana, que constituye el área de las cuencas hacia el oriente, a la frontera con Venezuela, la altitud fué reemplazada en las relaciones de generalización, con la distancia hasta un plano convencional de referencia, que se asimila, más o menos, a la orilla suroccidental del Golfo de Maracaibo. Este concepto contempló la posible penetración de aire húmedo, desde el nordeste.

El análisis en detalle de la variación territorial de los valores promedios mensuales y anuales de precipitación condujo a la determinación de varias curvas de generalización correspondientes a diferentes zonas de características específicas (Figuras 24 a 48, números pares). Con base en las relaciones de generalización (Figuras 23 a 47, números impares), así como en la zonalidad establecida, se elaboraron mapas con isoyetas medias mensuales y anuales (Figuras 49 a 61).

Las relaciones de generalización, las zonas de aplicación de éstas y los mapas de isoyetas, determinados de manera aproximada, teniendo en cuenta la escasez de datos directos, indican para la variación de la precipitación media anual y mensual algunos rasgos específicos y, a la vez, ciertas conclusiones entre las cuales son más importantes las que a continuación se indican:

- .1 Las cuencas hidrográficas de los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo constituyen una región relativamente heterogénea en cuanto a la variación territorial de la precipitación media, siendo conformada por varias zonas (Figuras 24 a 48 números pares)
- .2 En la parte montañosa, cada una de estas zonas se caracteriza por variación específica de la precipitación media con la altitud, indicada por una relación de generalización diferente (Figuras 23 a 47, números impares)
- .3 Las partes bajas de las cuencas conforman una zona aparte, con variación territorial de las precipitaciones medias indicada por relaciones de generalización de tipo distinto (Figuras 23 a 47, números impares)
- .4 Generalmente las mayores cantidades promedias anuales y mensuales de precipitación se encuentran en la parte baja, hacia la periferia oriental de la región (Figuras 49 a 61). Esto se debe probablemente a que el aire húmedo que penetra desde el Golfo de Maracaibo encuentra el borde montañoso. Al oeste del ramal de cerros periféricos las precipitaciones medias disminuyen.
- .5 Sobre la vertiente Este de la Cordillera Oriental, las precipitaciones medias mensuales y anuales generalmente crecen con la altitud, hasta unos 1.800 a 2.200 m (Figuras 23 a 47, números impares), constituyendo una segunda faja de precipitación elevada, lo que correspondería a los niveles promedios de la base de los sistemas de nubes que producen precipitación. Por encima de estas altitudes, las cantidades registradas disminuyen.
- .6 Las partes suroriental y occidental de la región (los alrededores de Cúcuta y Abrego), que constituyen depresiones abrigadas por bordes montañosos, se encuentran en condiciones climáticas de foehn, sotavento o sombra de precipitaciones, por lo que reciben cantidades medias anuales y mensuales de lluvia mucho más reducidas que las zonas circundantes (Figuras 49 a 61).

El carácter aproximado de las relaciones de generalización, de sus zonas de aplicación y de los mapas con isoyetas impone evitar las discusiones de detalle para caracterizar la variación territorial de las precipitaciones medias mensuales y anuales dentro de la región estudiada. Sin embargo, se considera que los mapas con isoyetas pueden constituir un útil instrumento para determinación y cálculo del orden de magnitud de la precipitación media mensual y anual en sitios en que faltan parcial o totalmente las mediciones directas, así como en cuencas hidrográficas, para fines de evaluaciones hidrológicas orientativas.

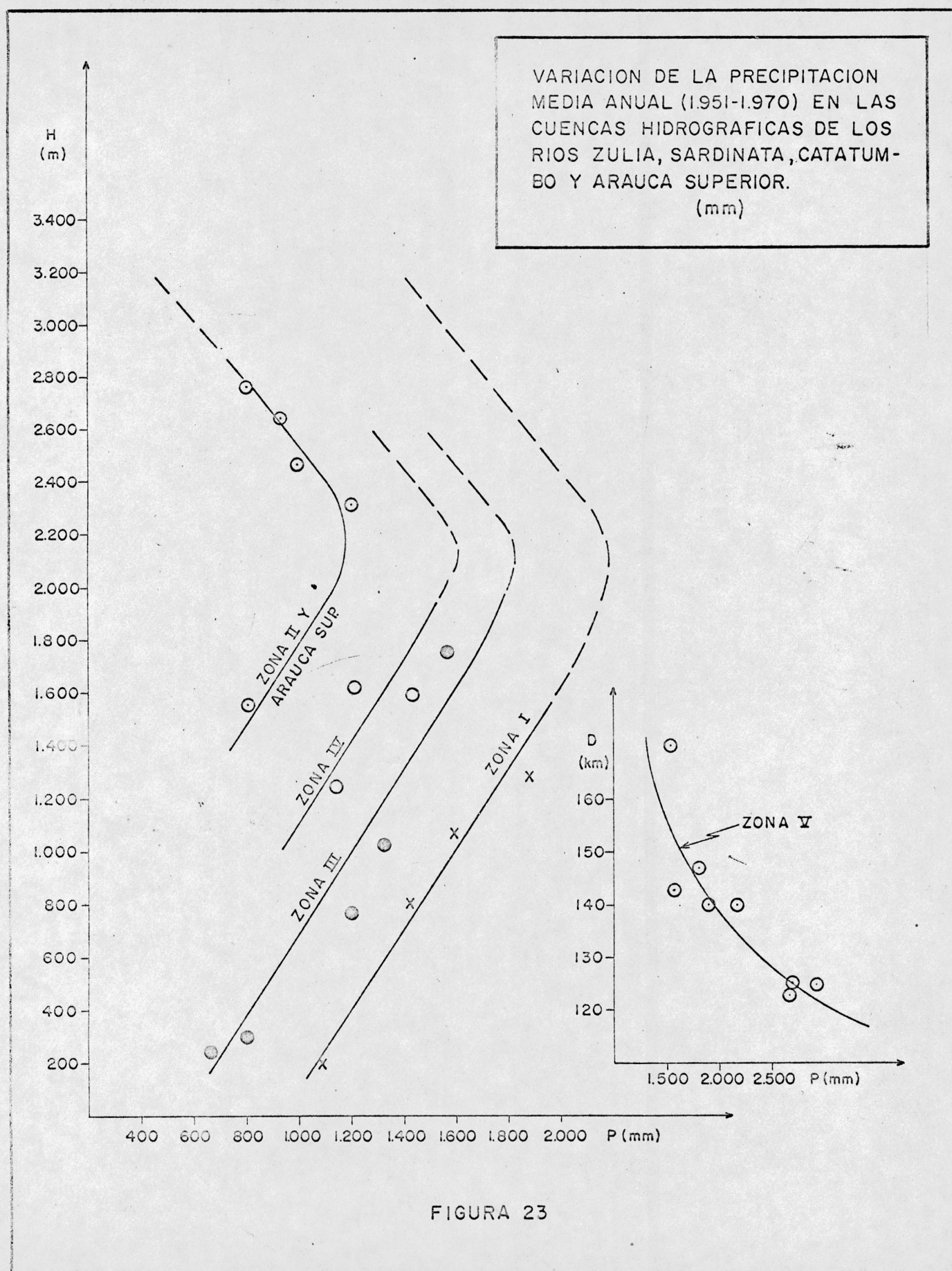


FIGURA 23

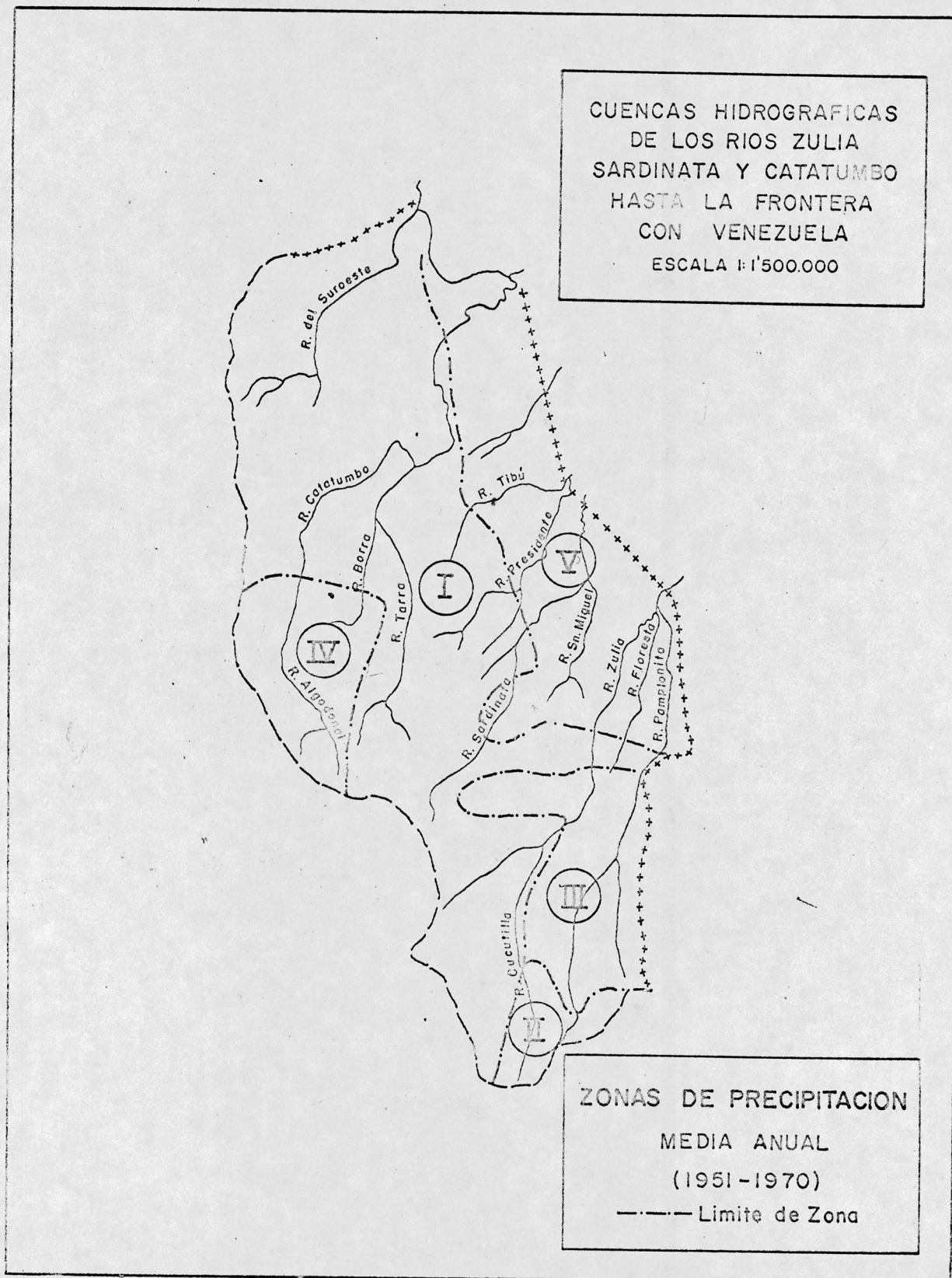
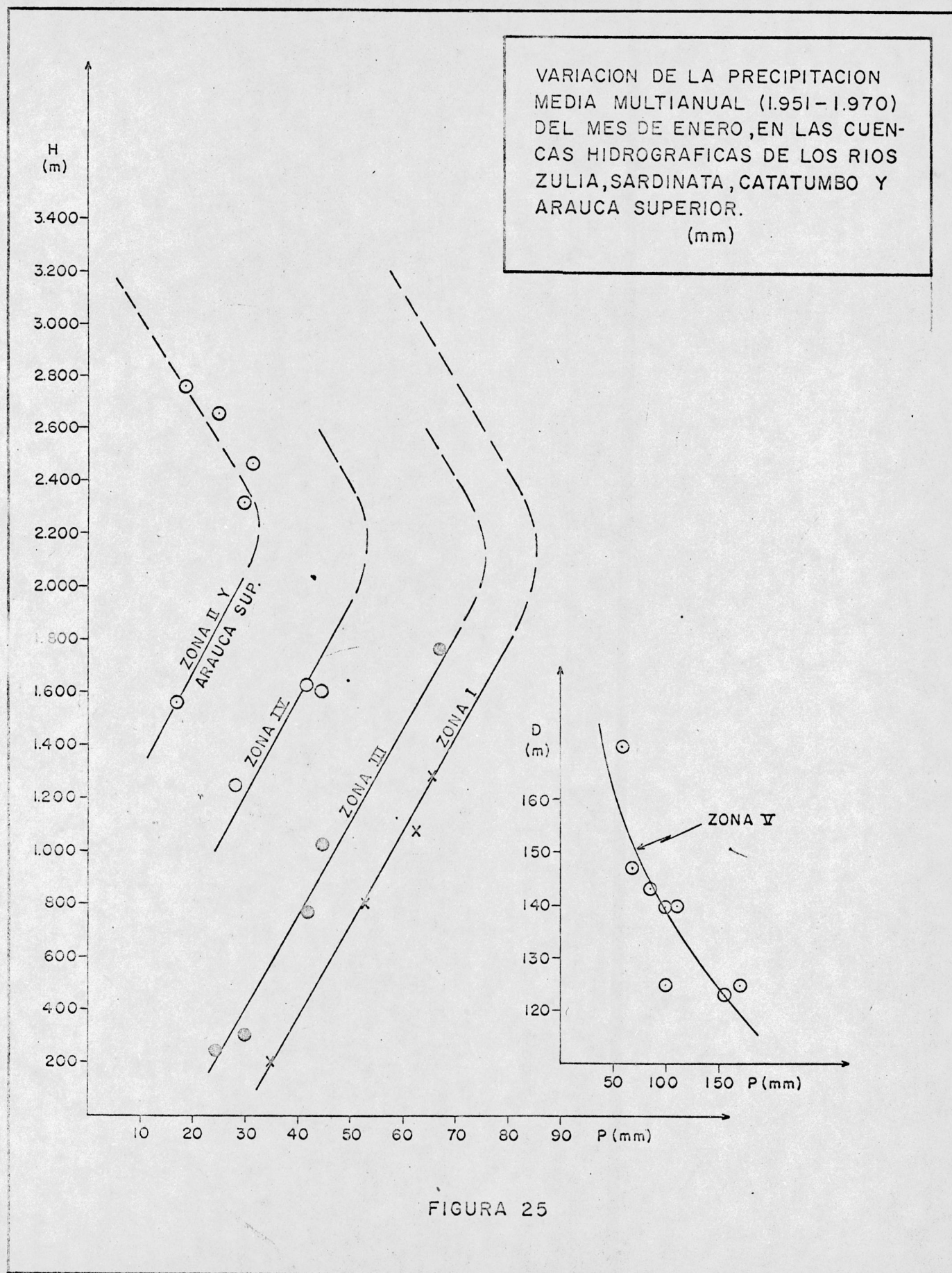


FIGURA 24



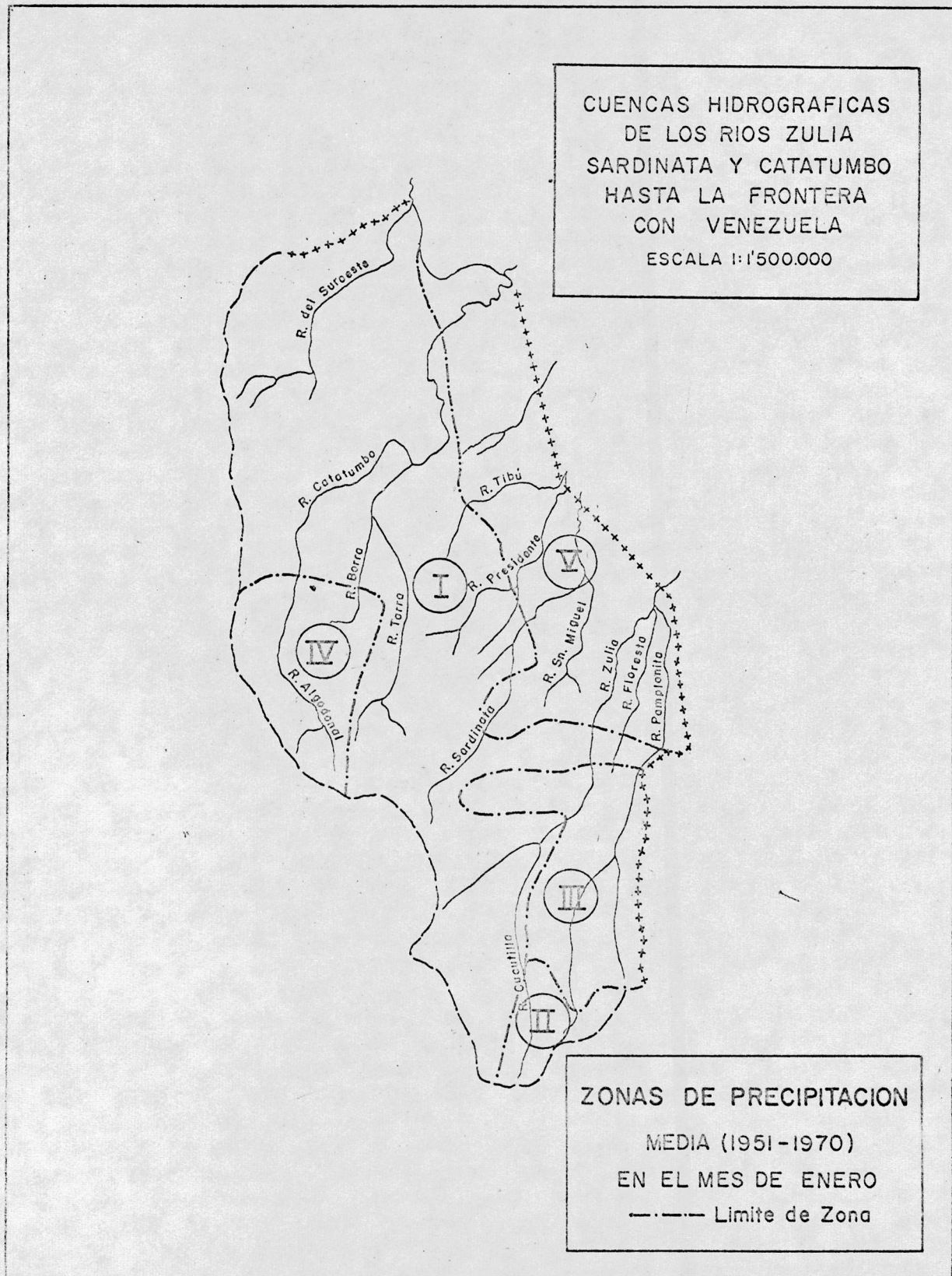


FIGURA 26

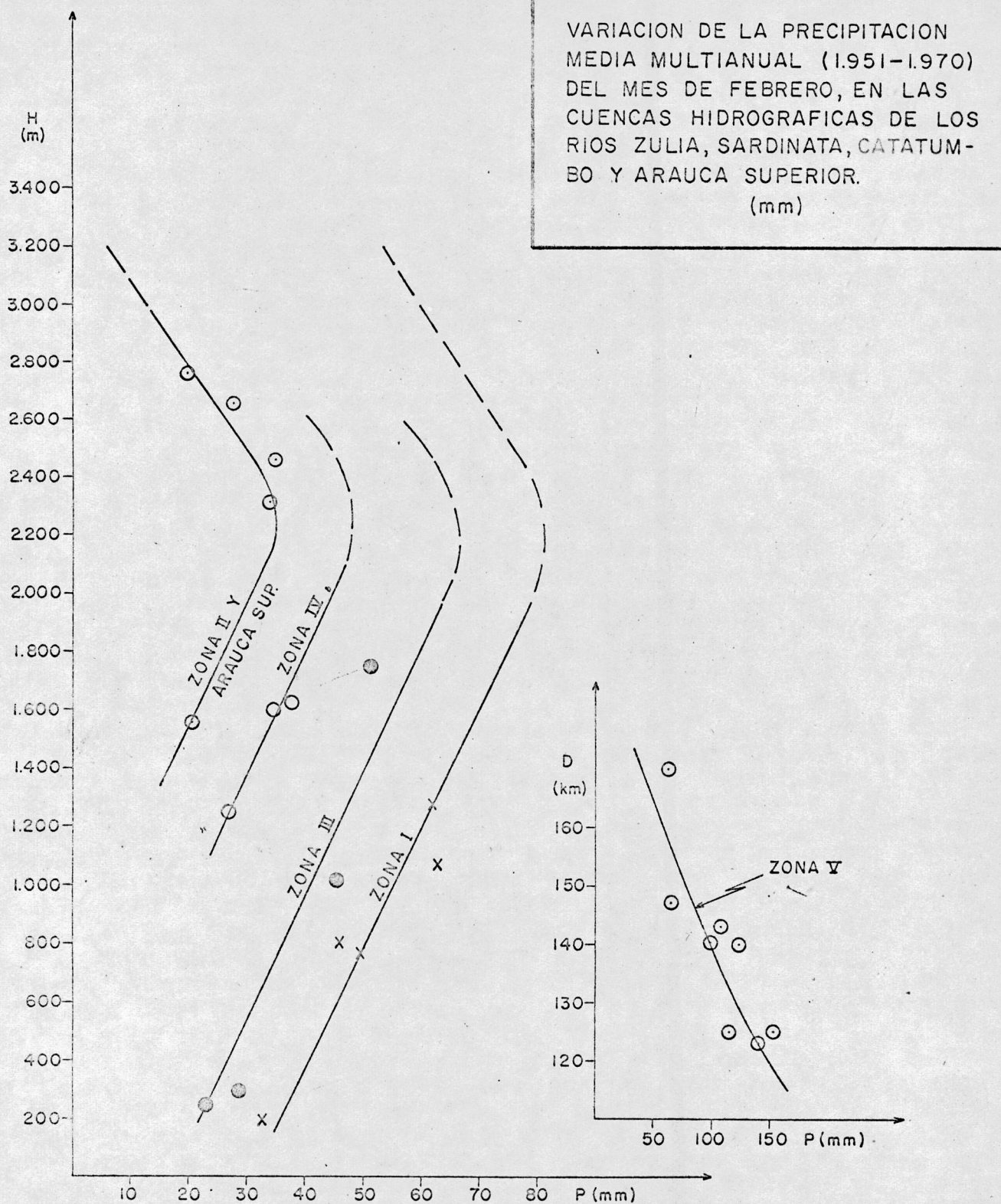


FIGURA 27

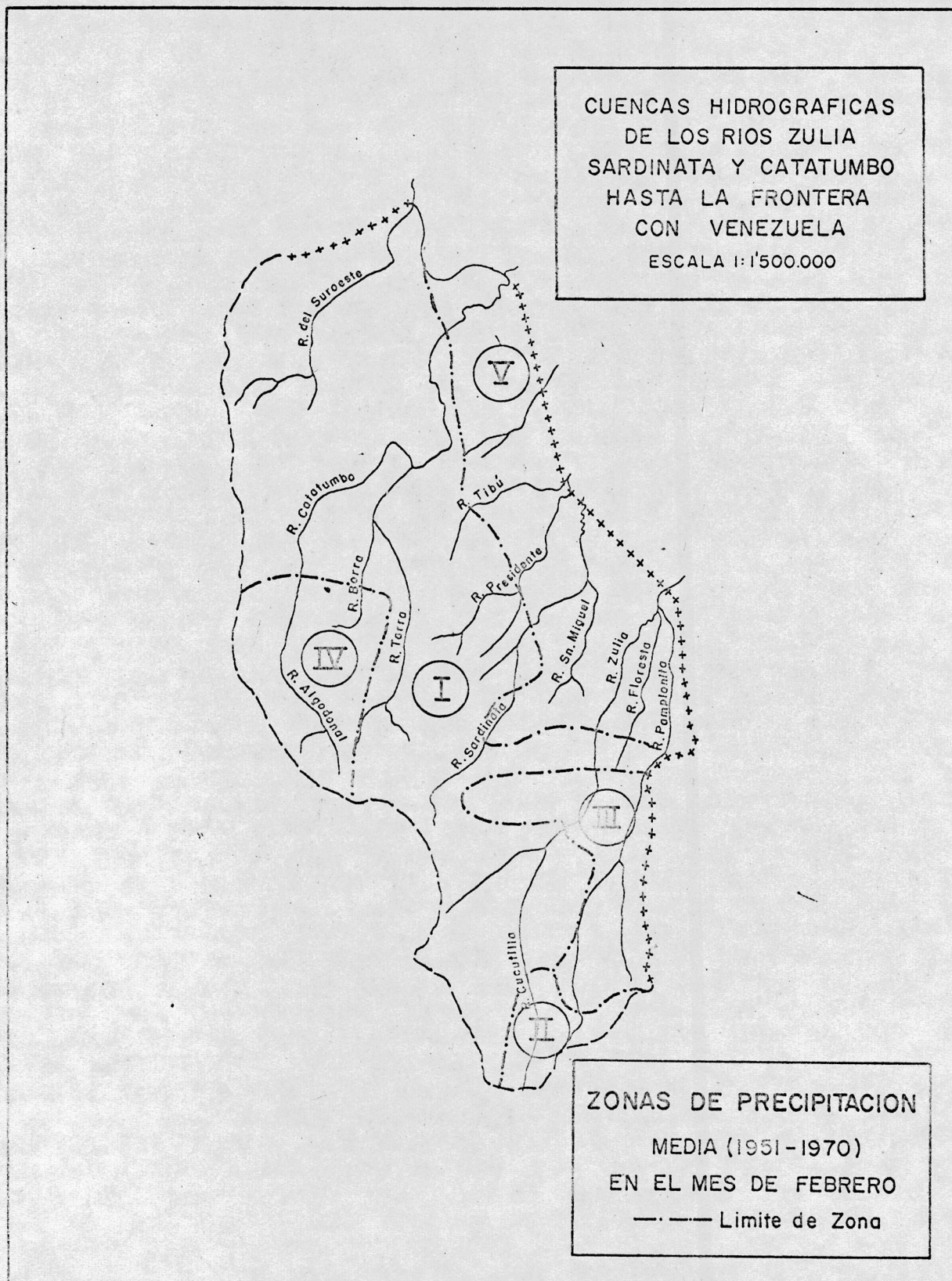


FIGURA 28

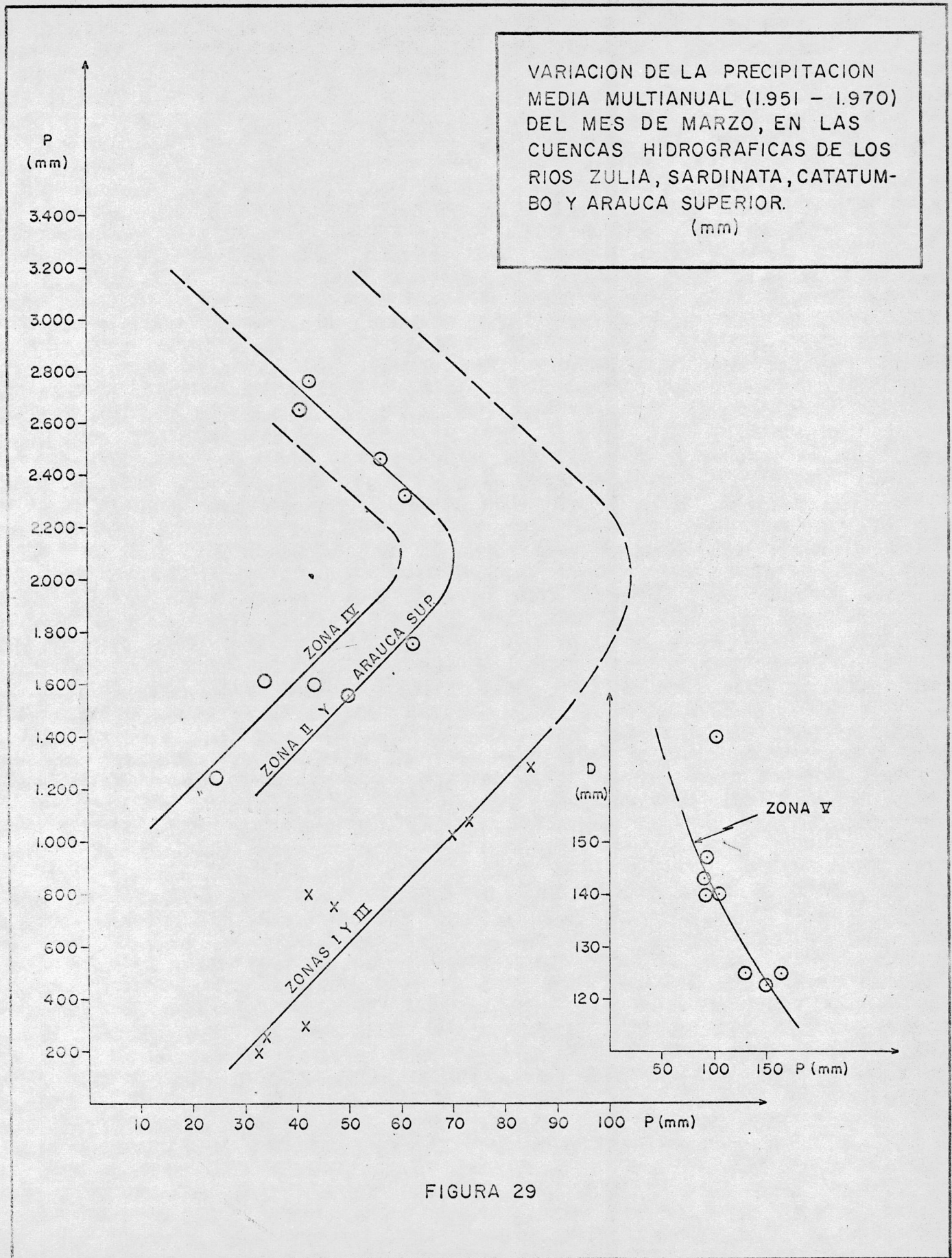


FIGURA 29

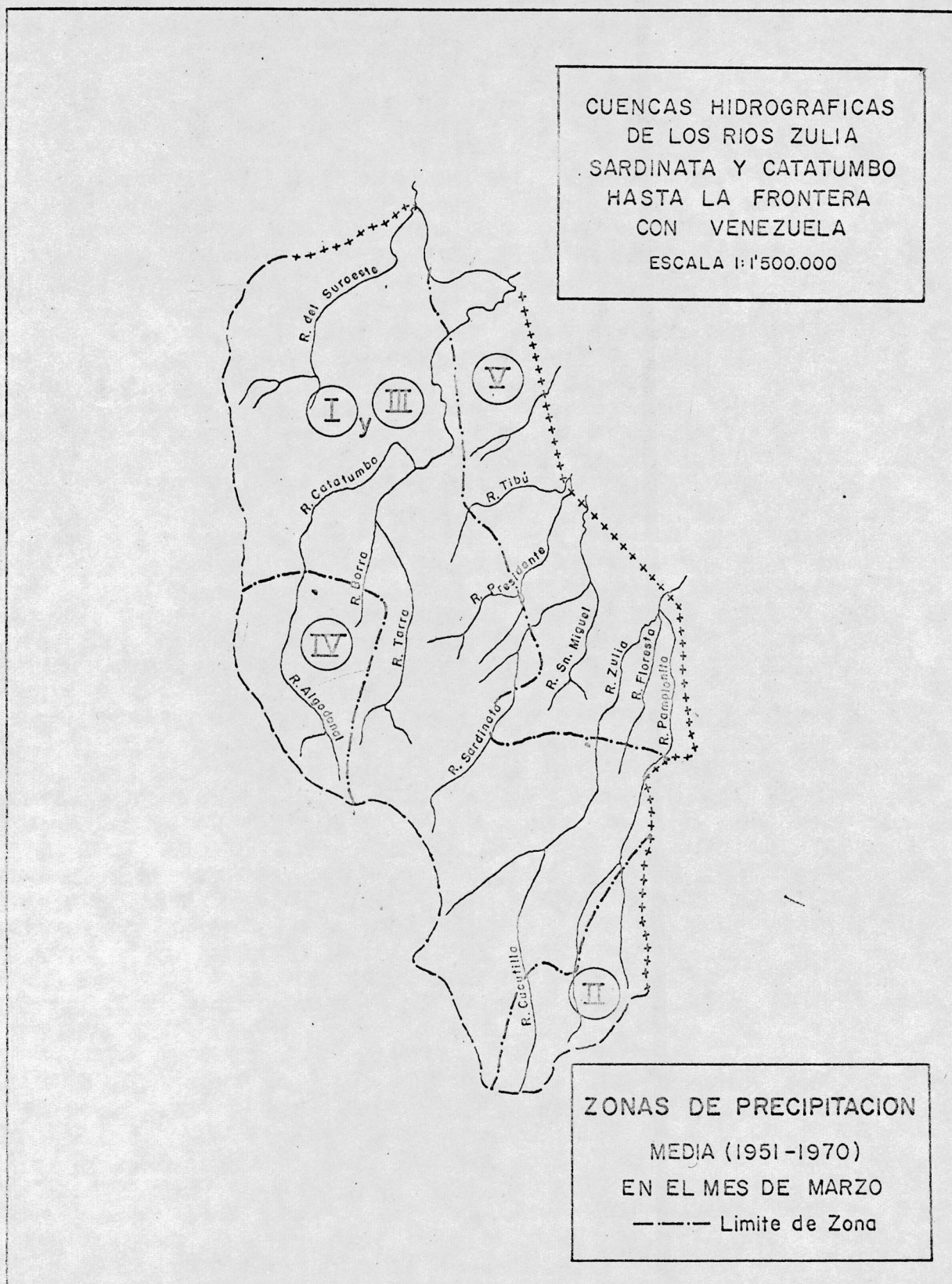
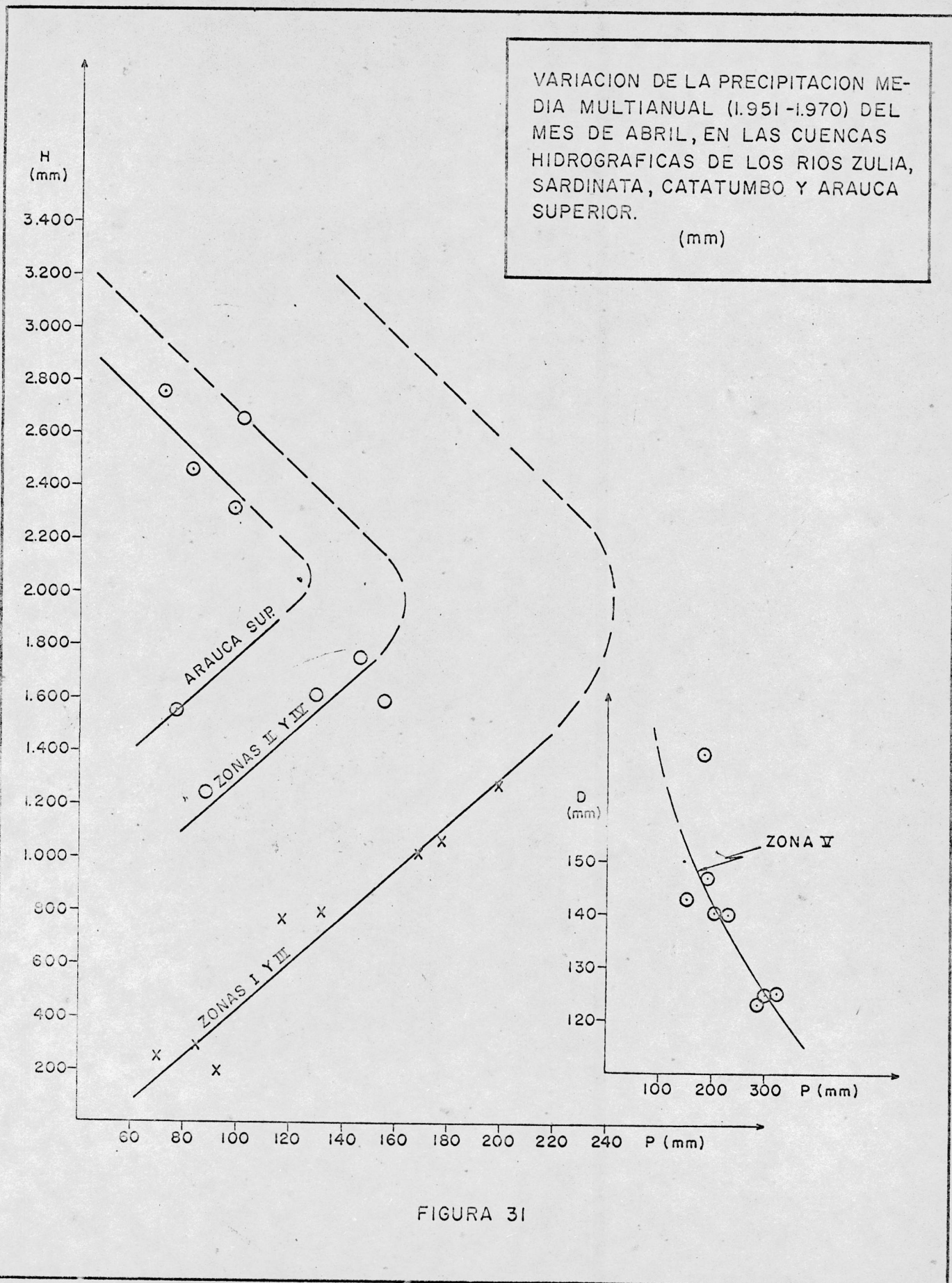


FIGURA 30



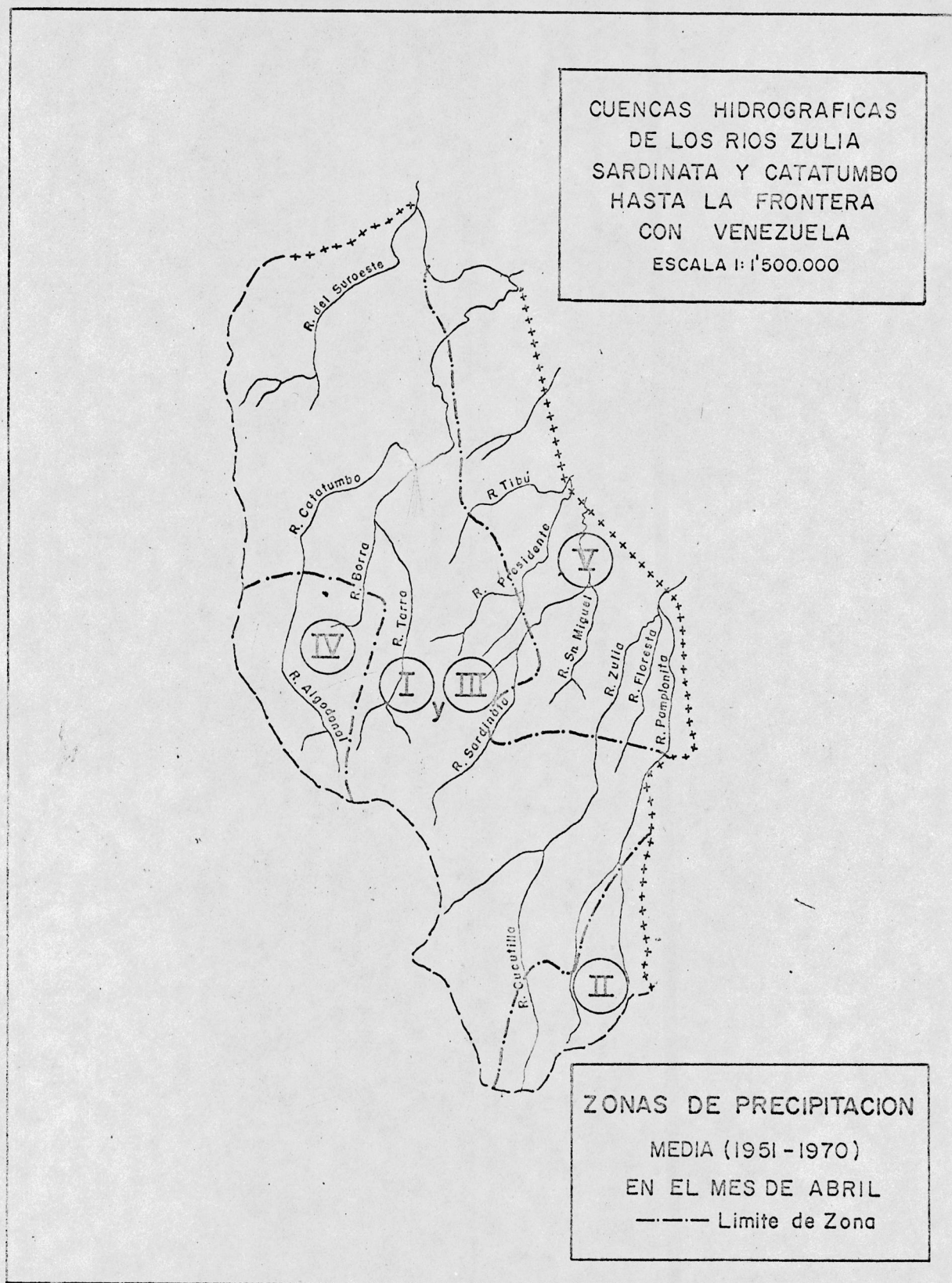
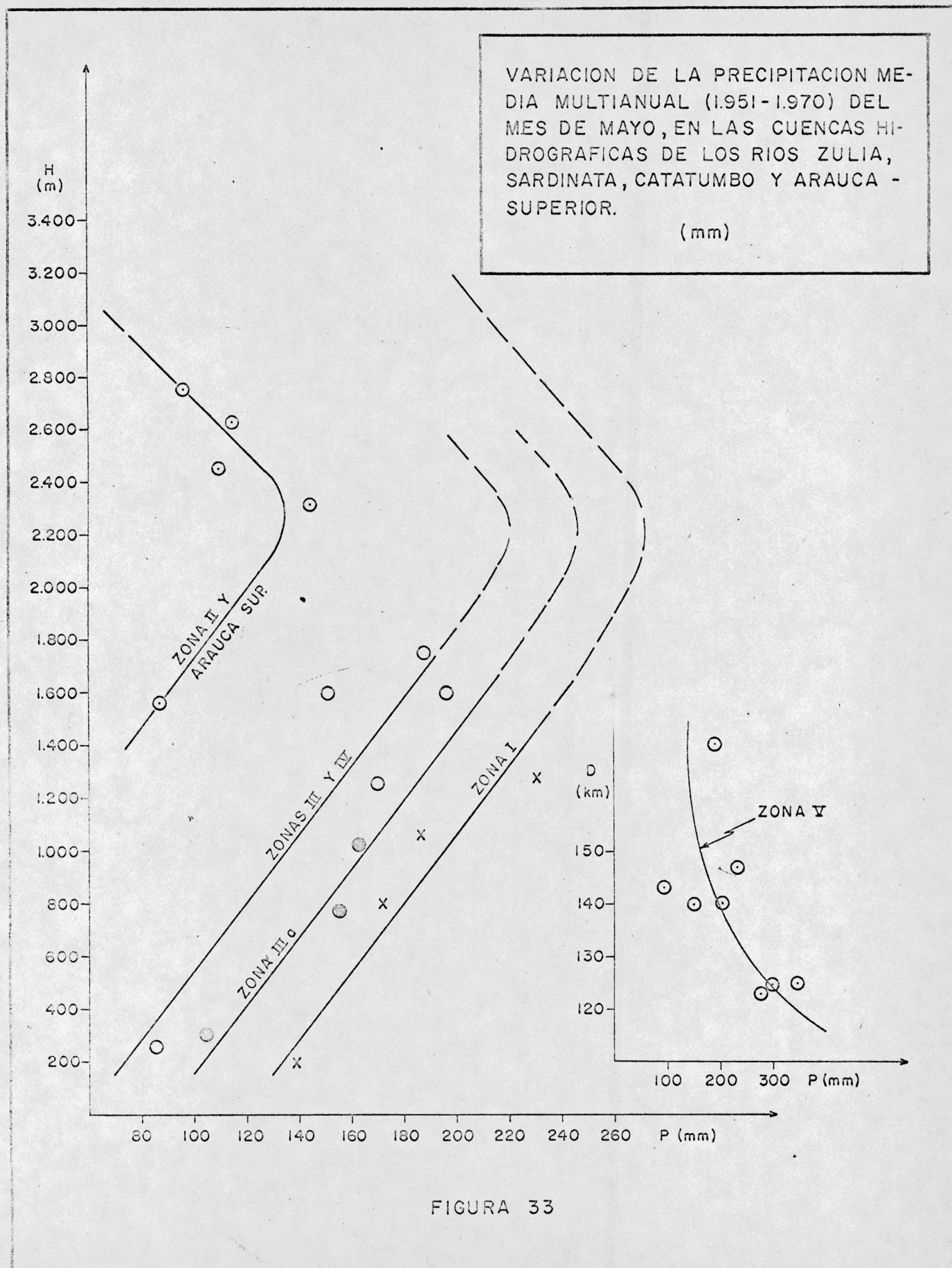


FIGURA 32



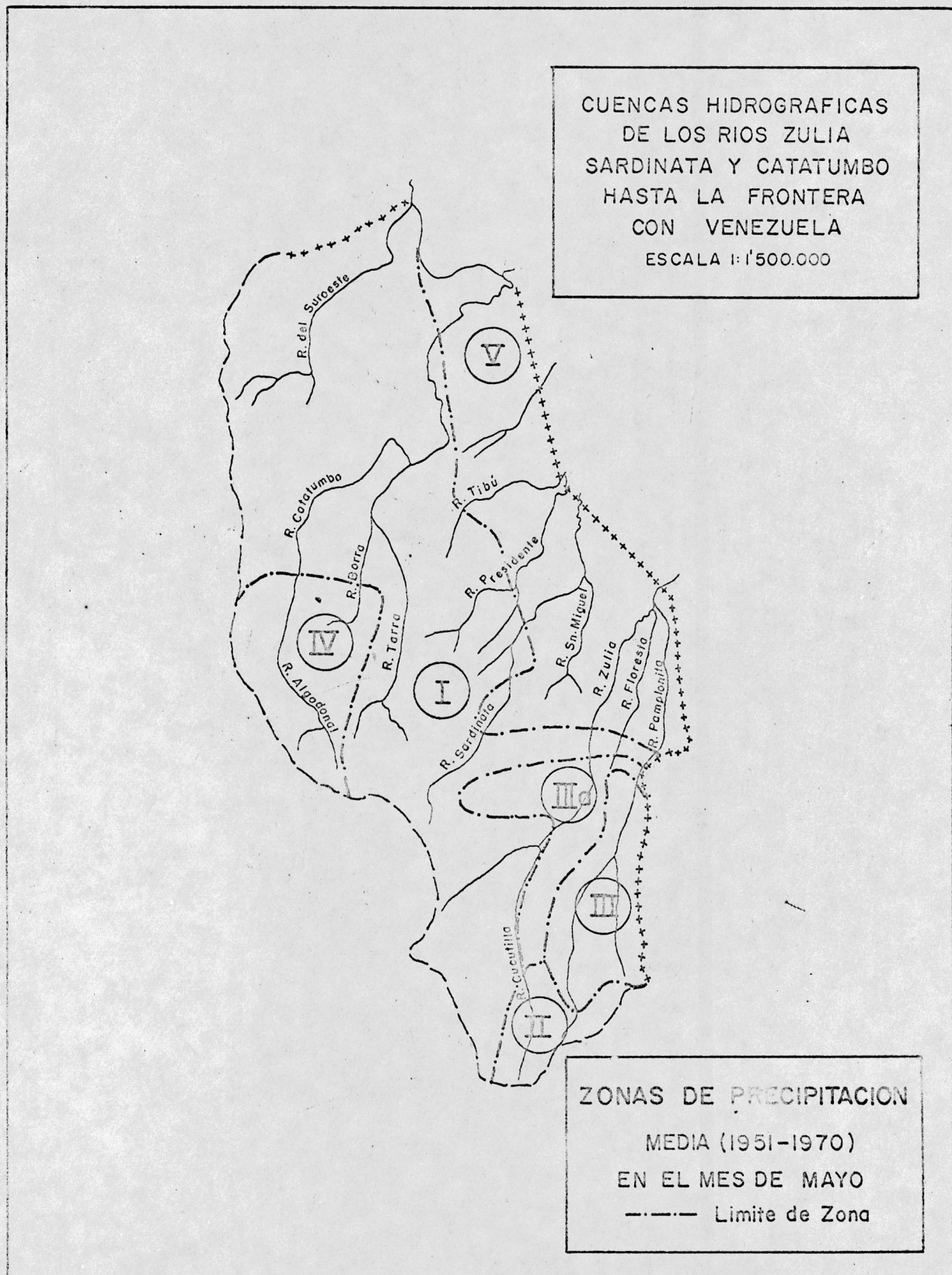


FIGURA 34

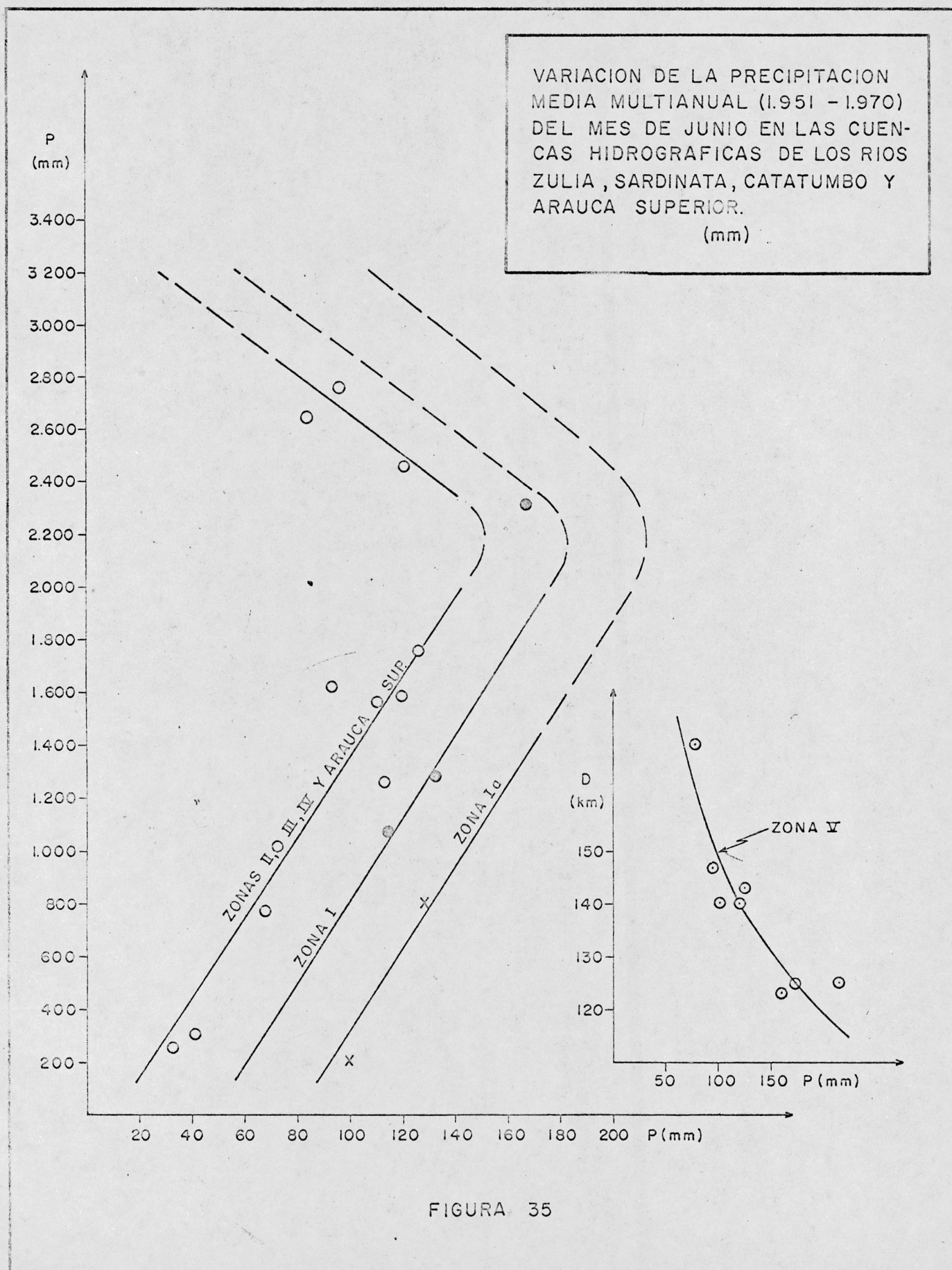


FIGURA 35

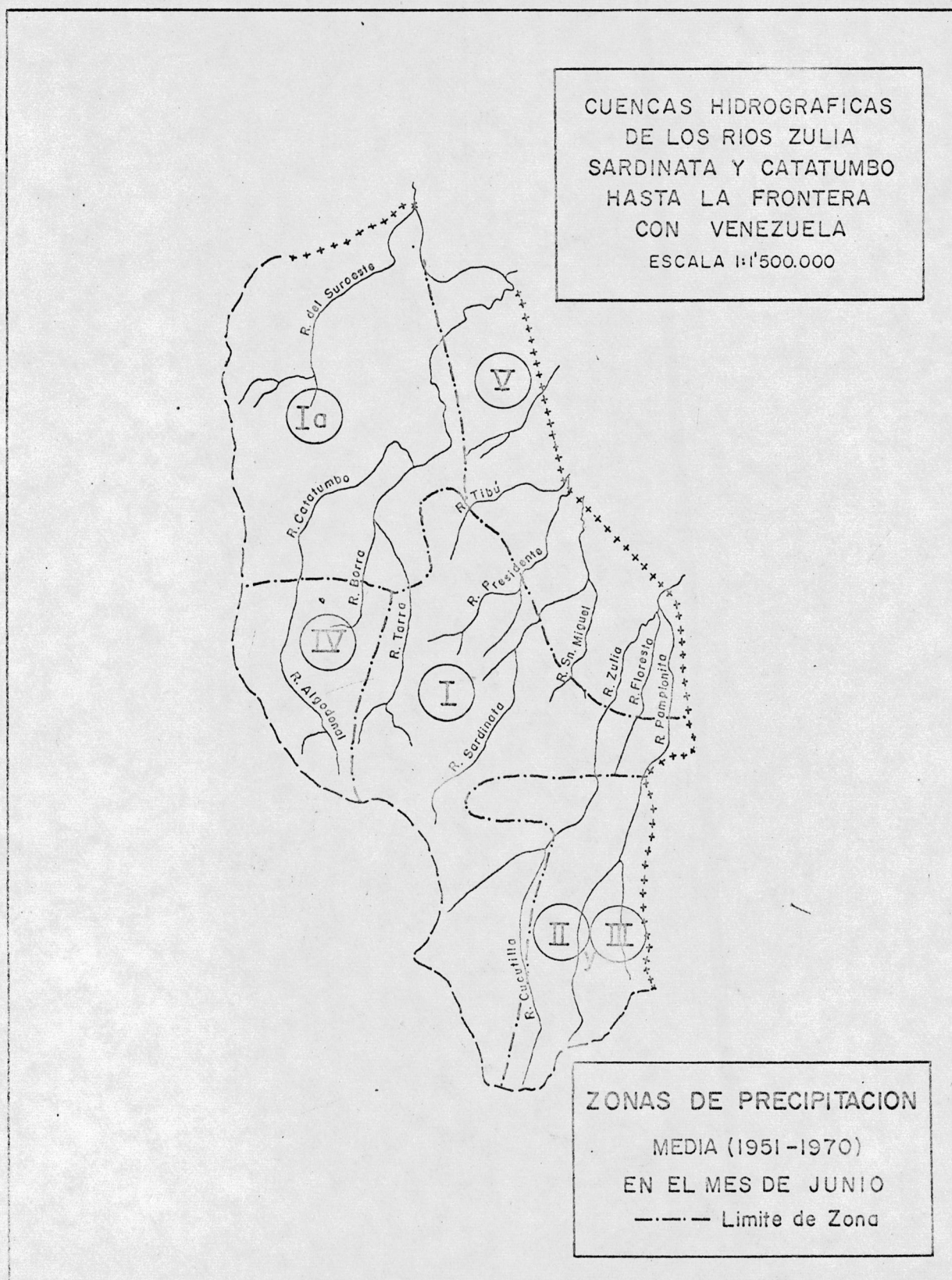
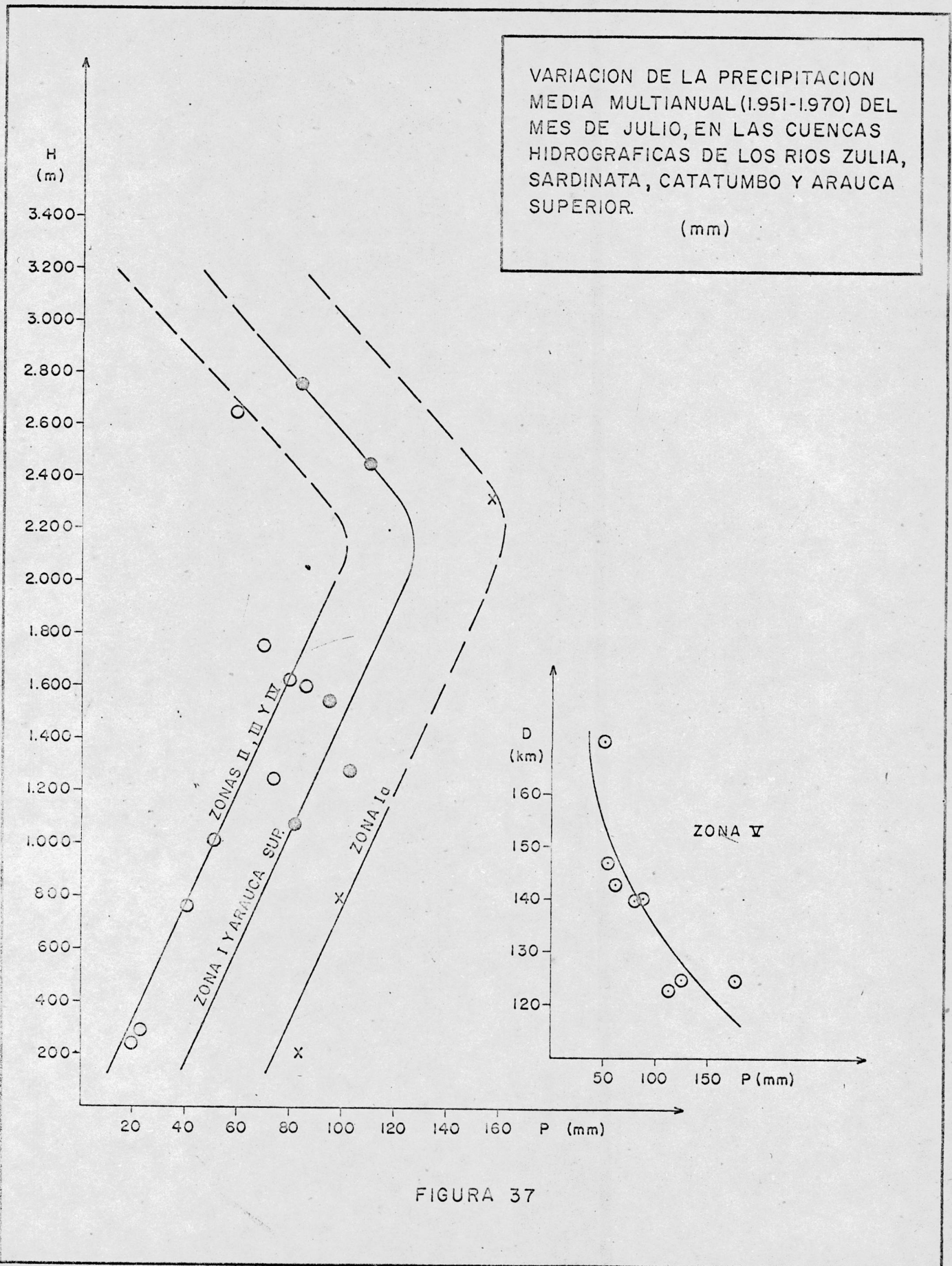


FIGURA 36



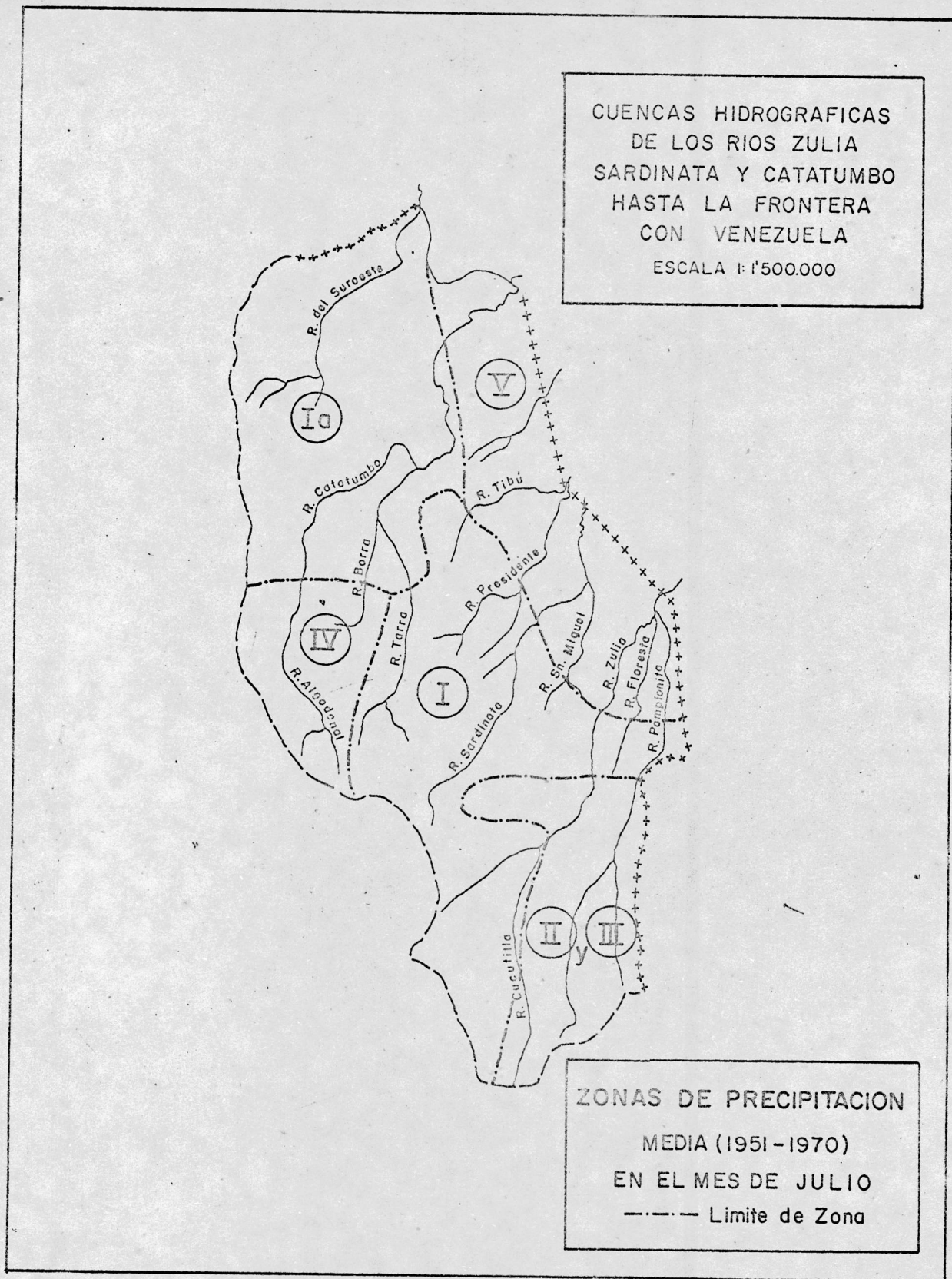
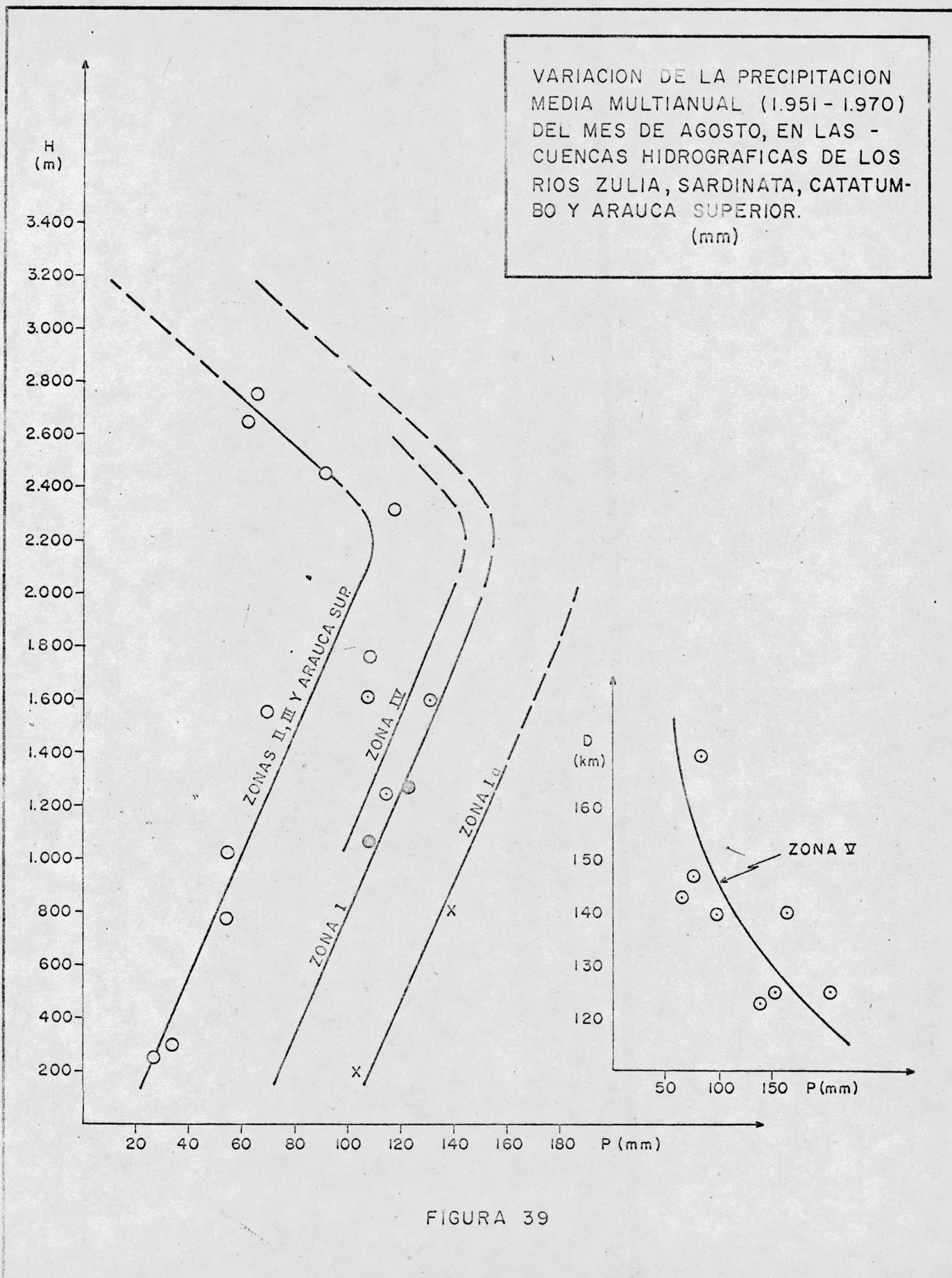


FIGURA 38



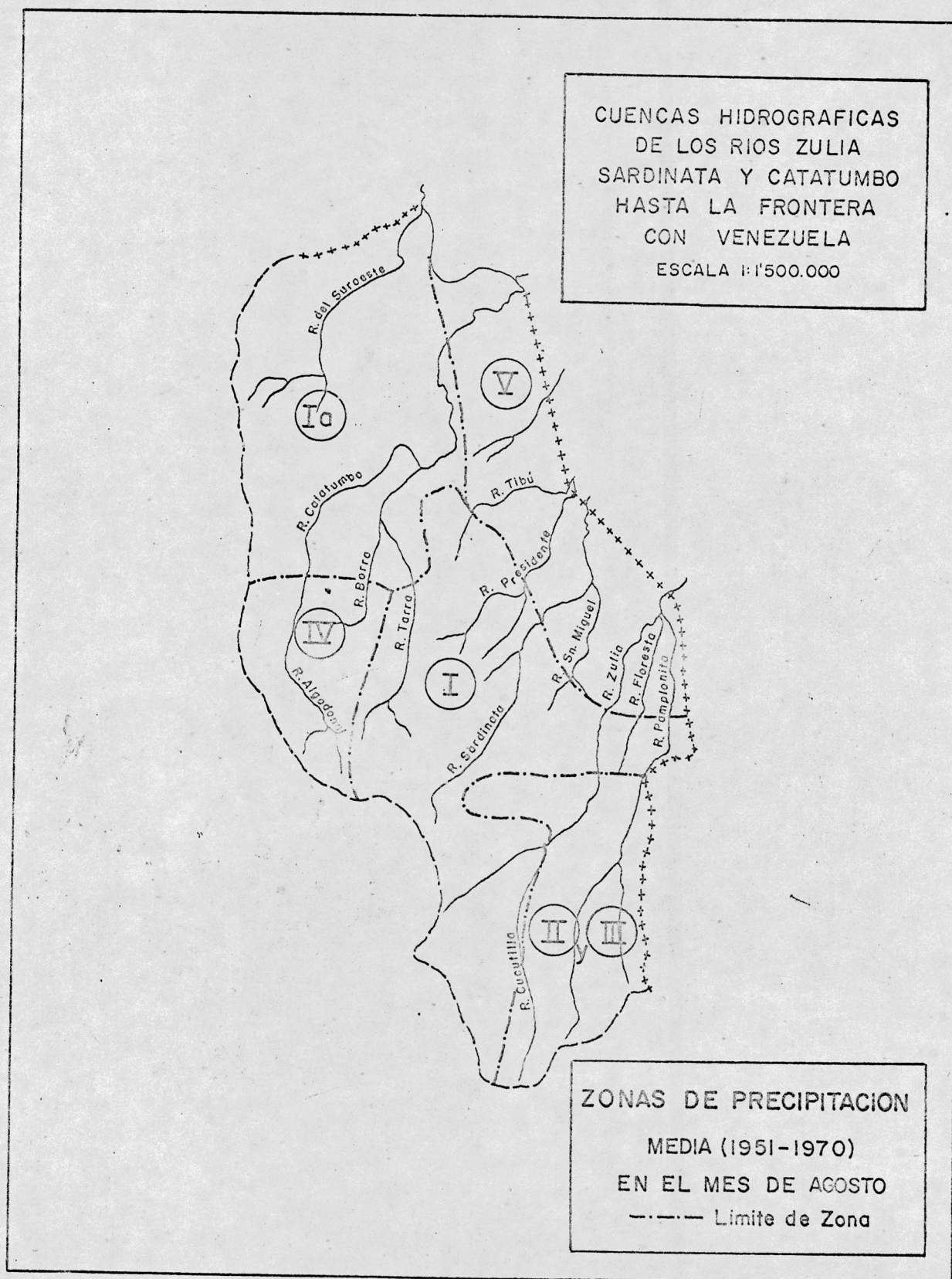
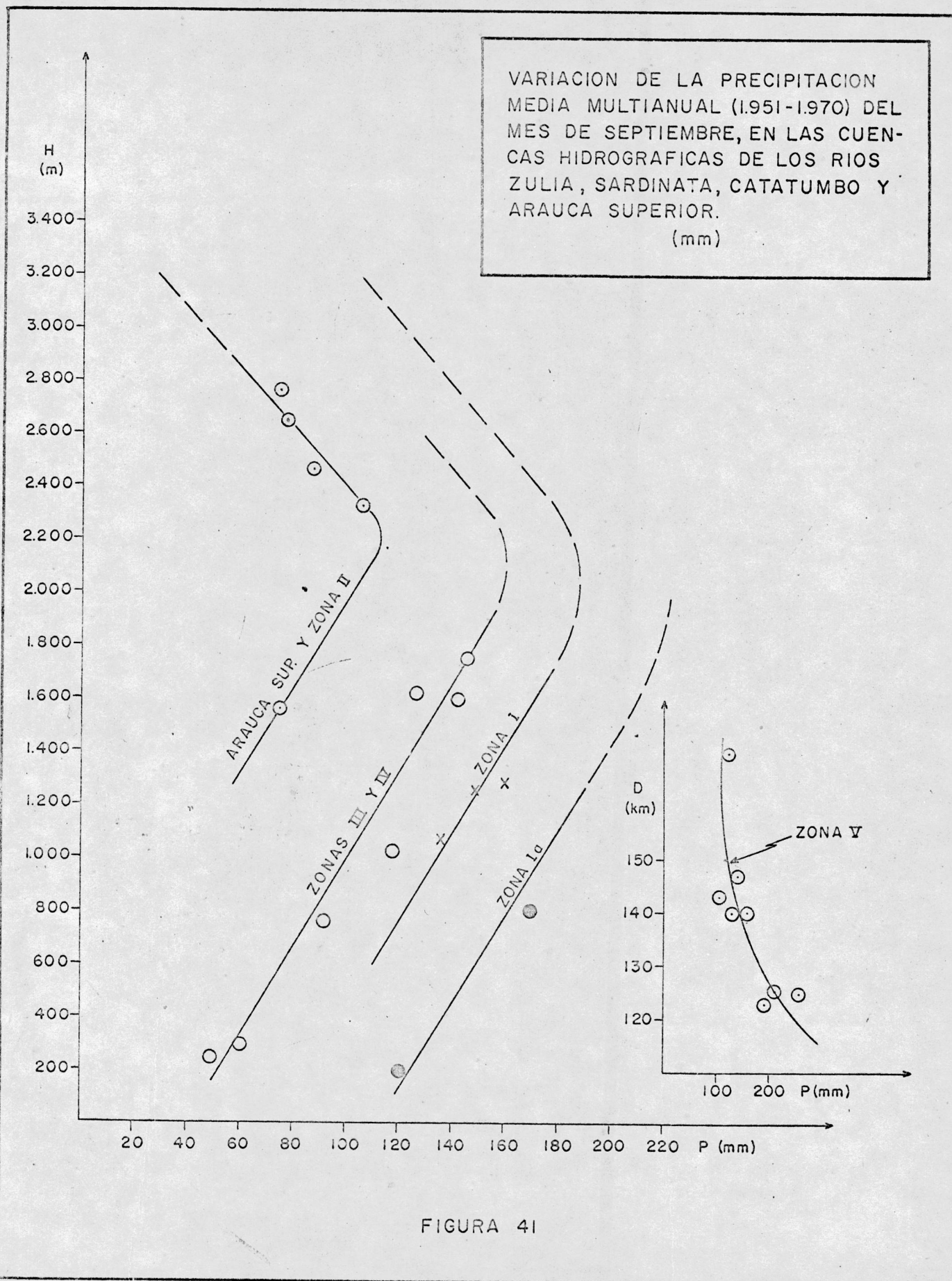


FIGURA 40



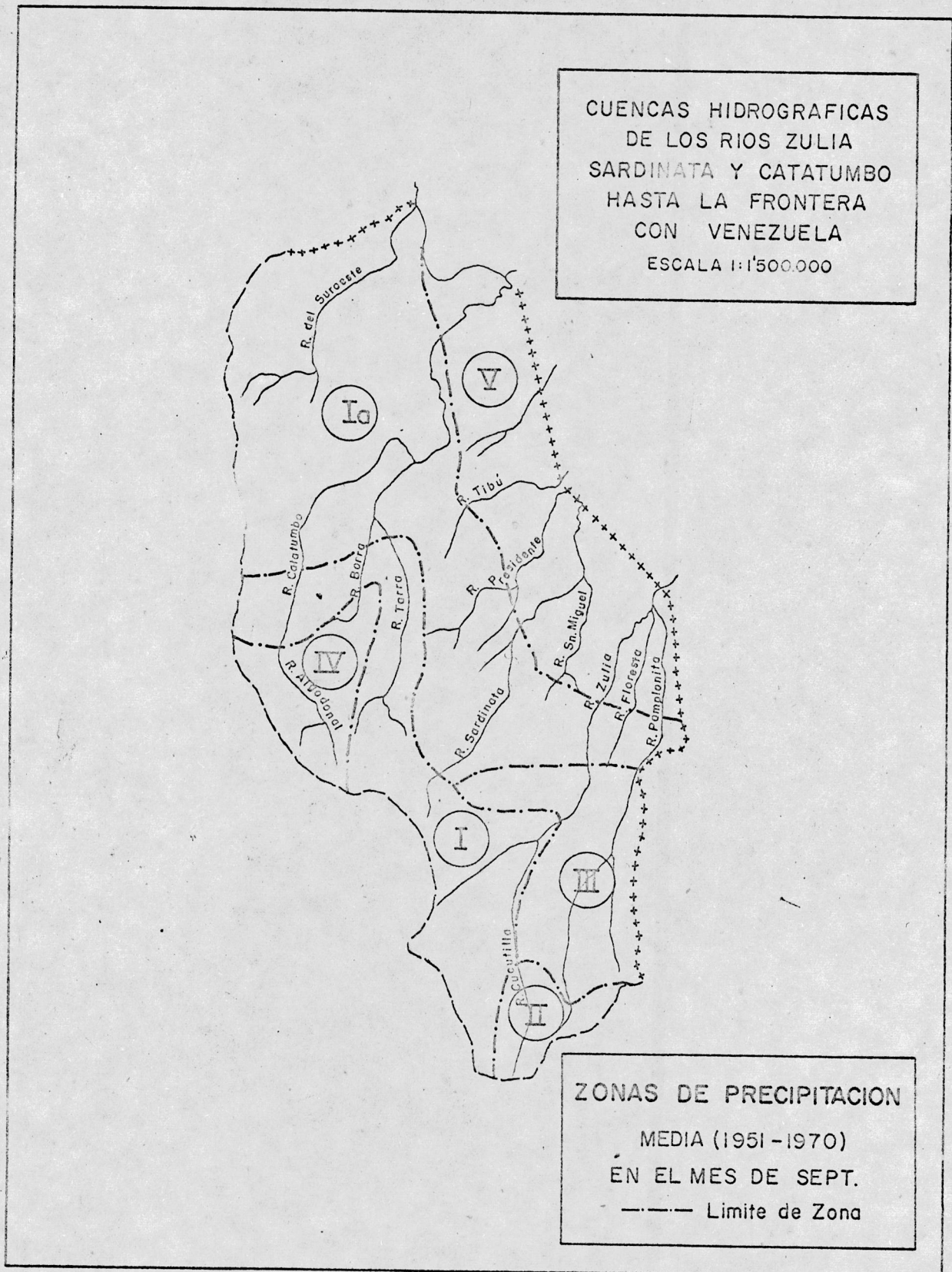


FIGURA 42

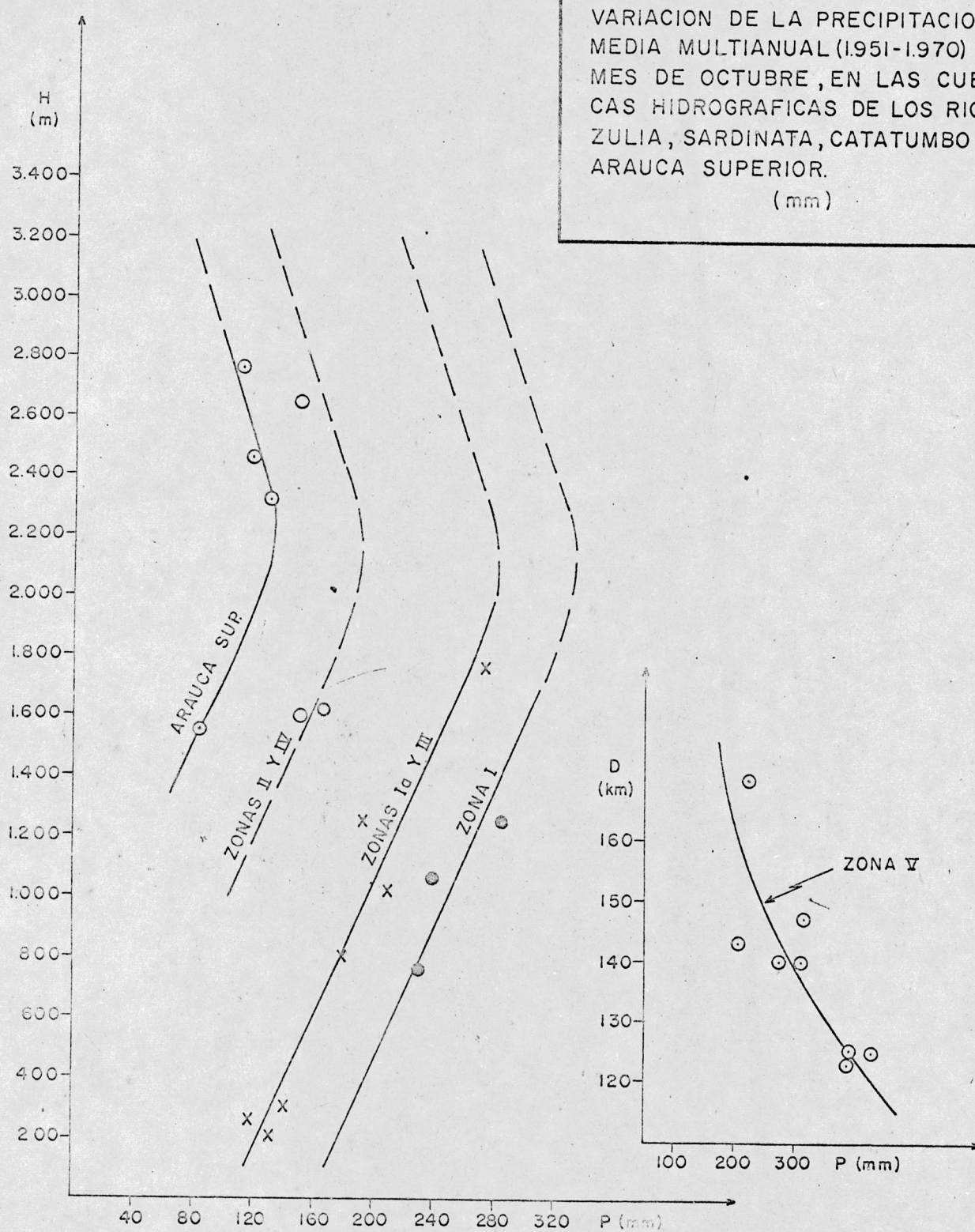


FIGURA 43

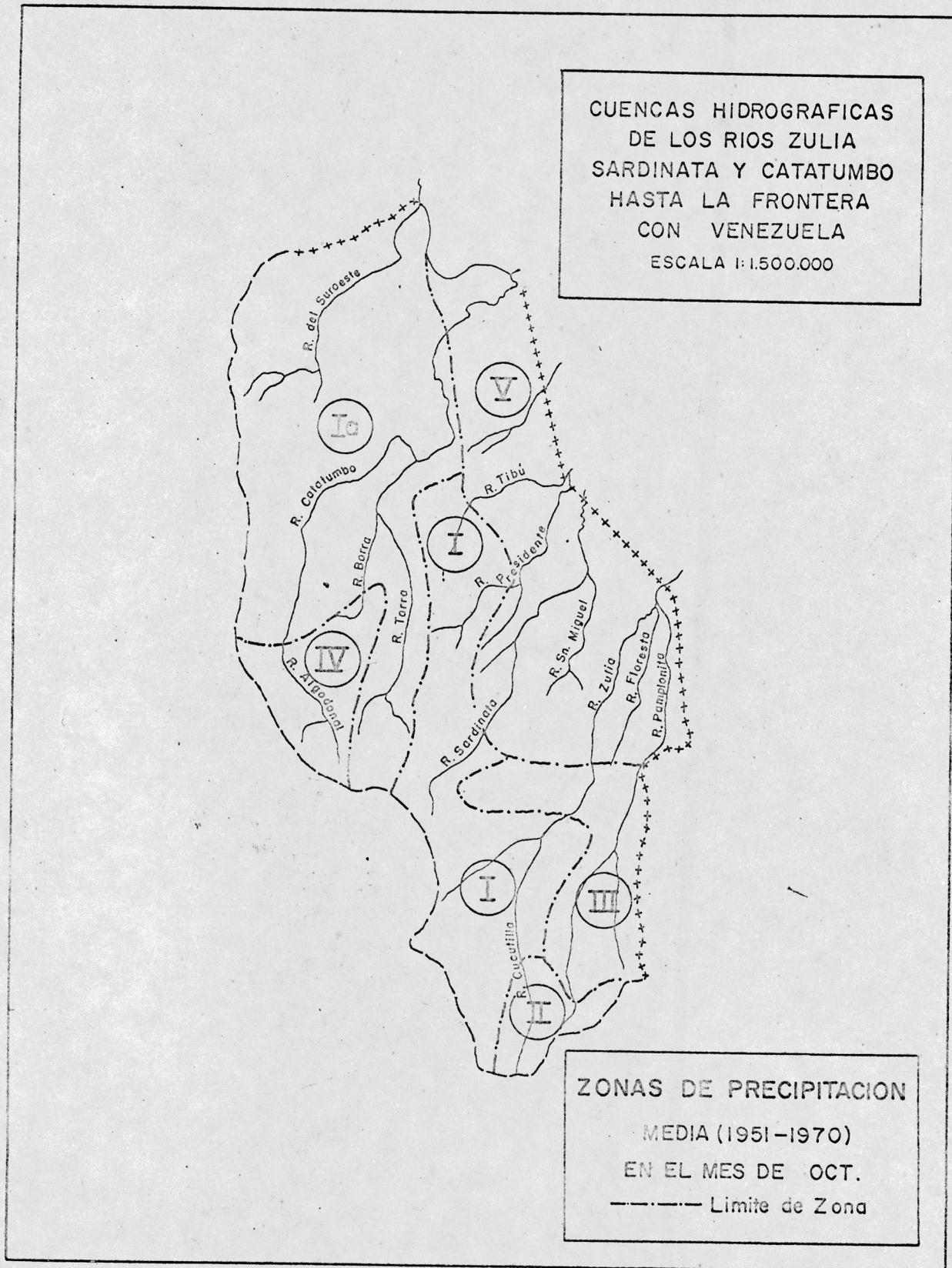


FIGURA 44

VARIACION DE LA PRECIPITACION
MEDIA MULTIANUAL (1.951-1.970) DEL
MES DE NOVIEMBRE, EN LAS CUEN-
CAS HIDROGRAFICAS DE LOS RIOS
ZULIA, SARDINATA, CATATUMBO Y
ARAUCA SUPERIOR
(mm)

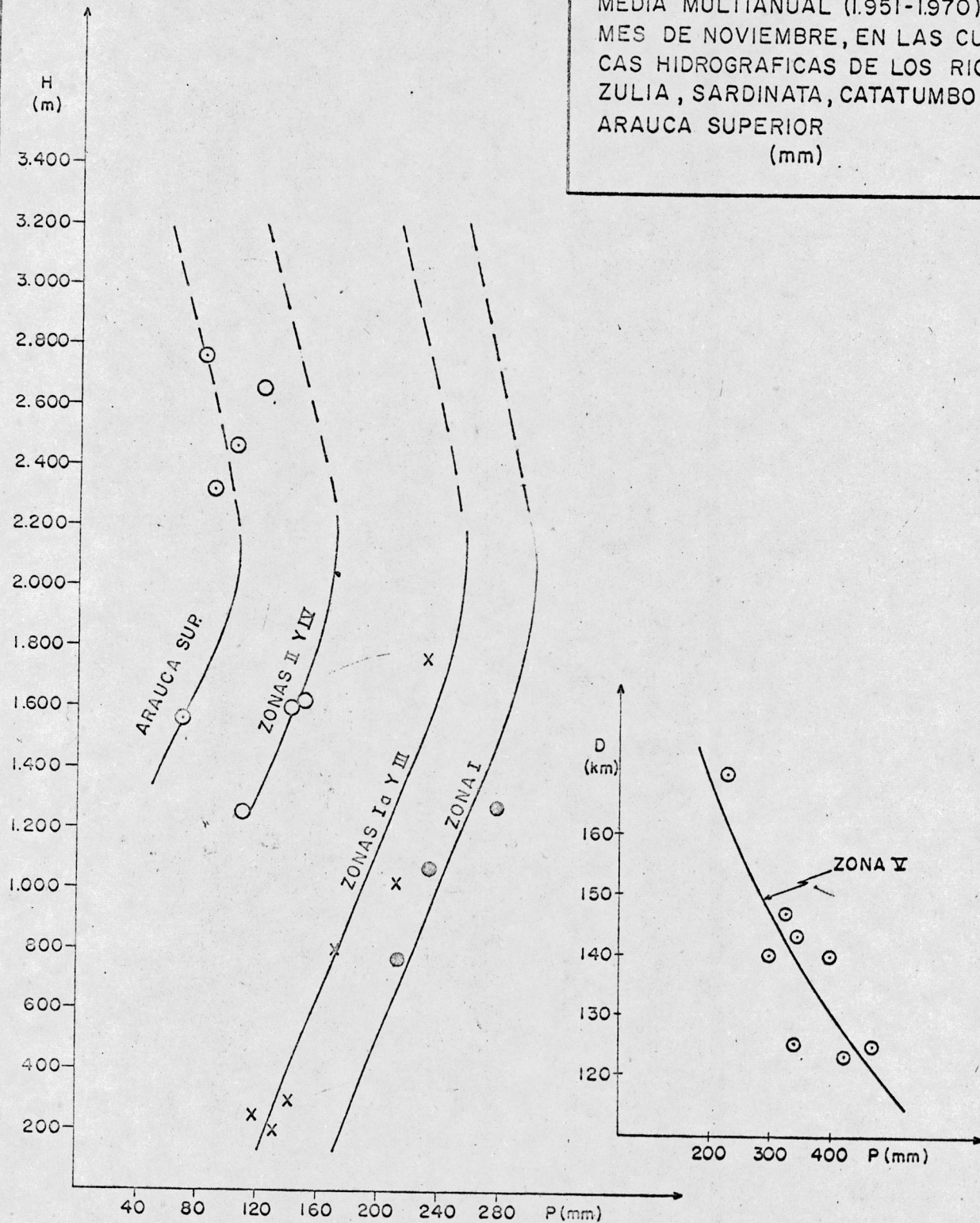


FIGURA 45

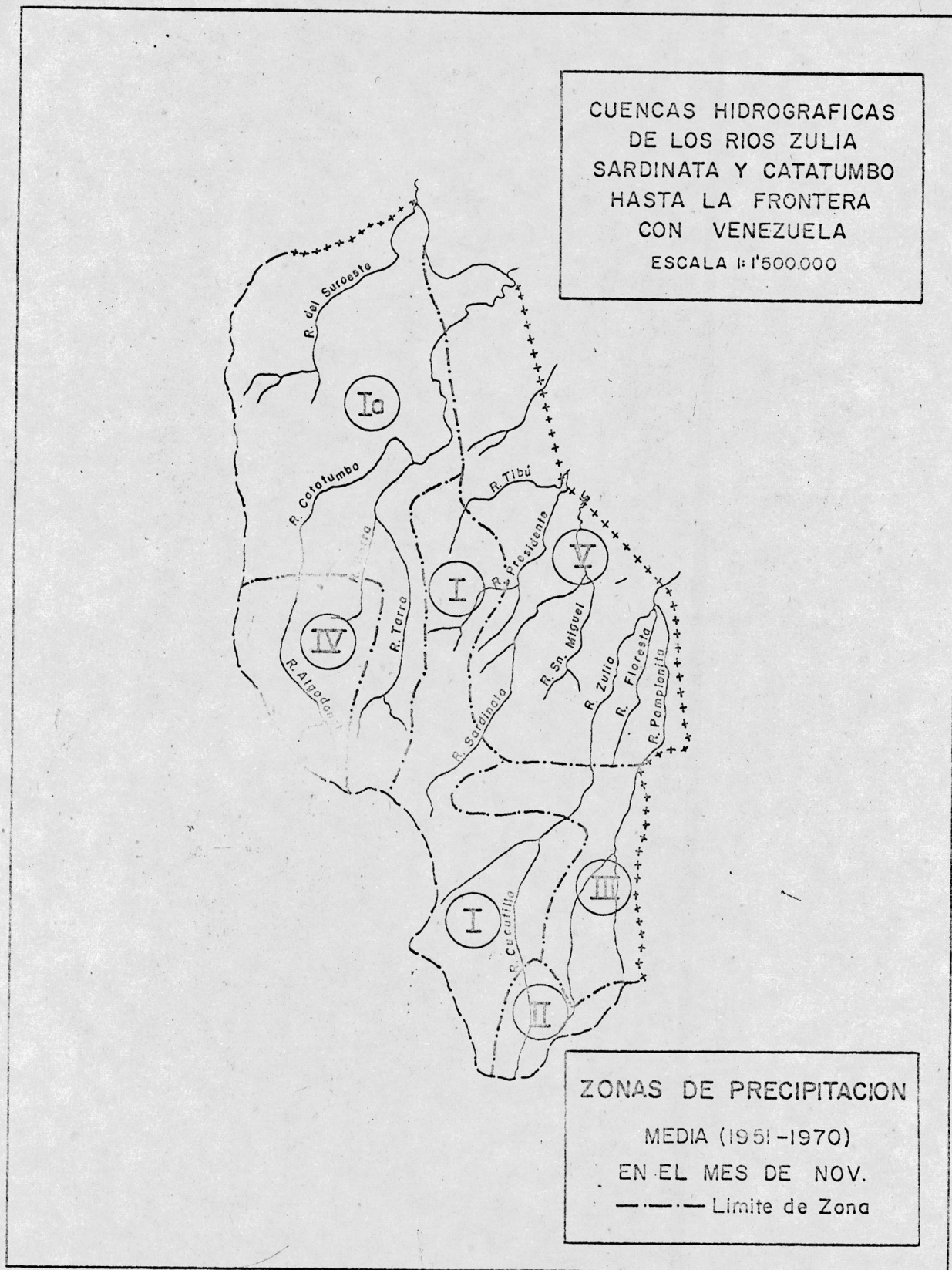


FIGURA 46

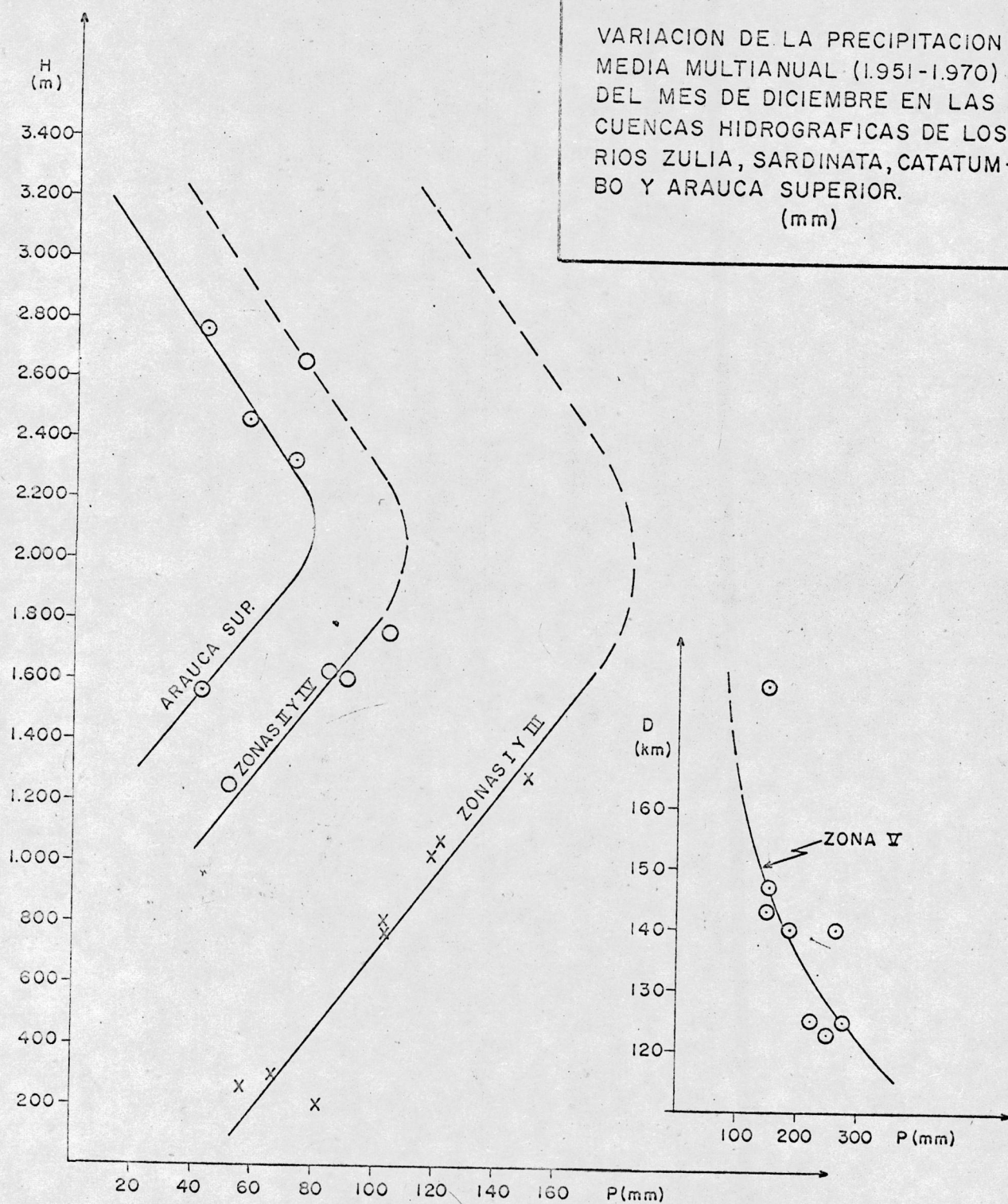


FIGURA 47

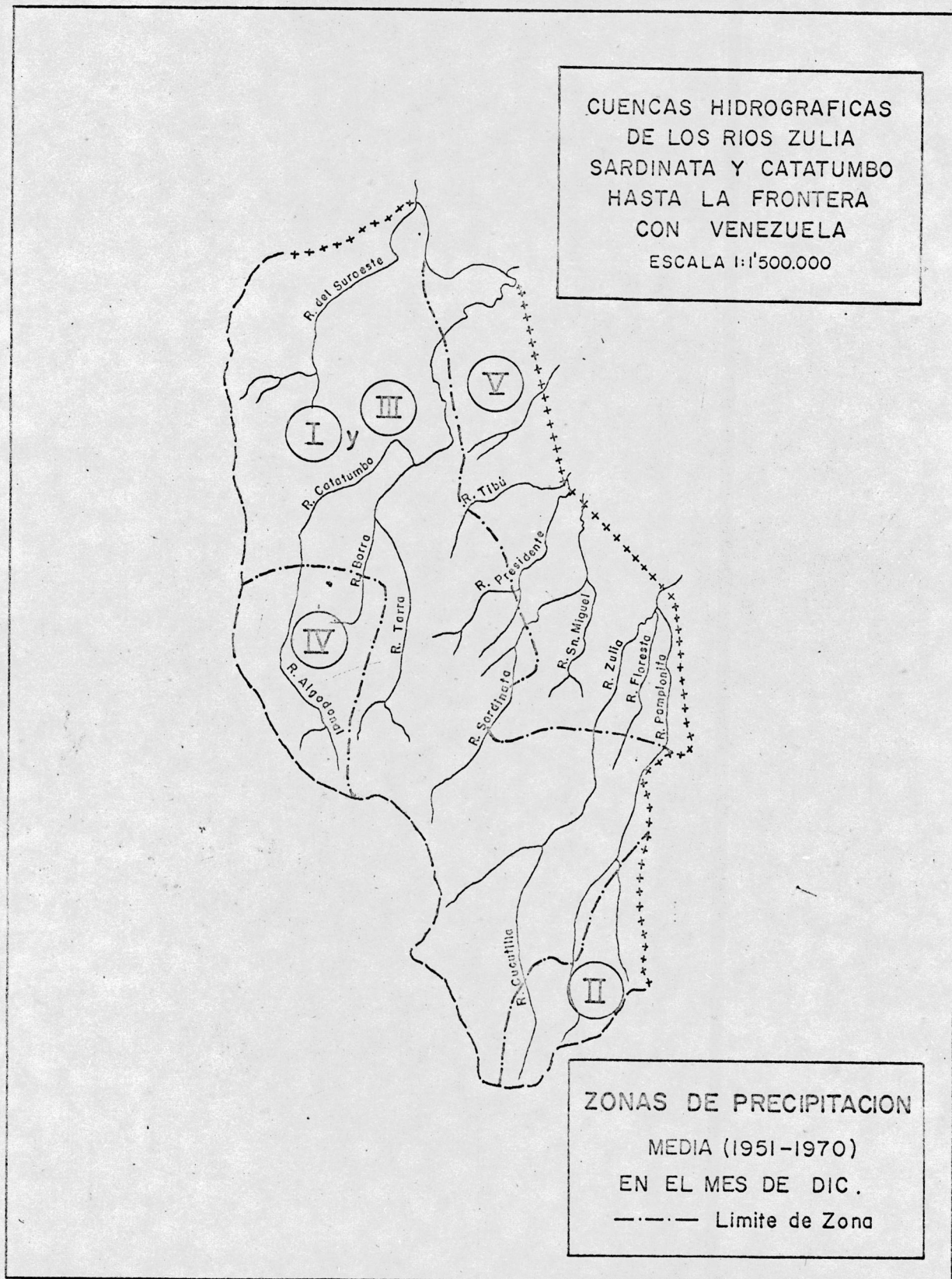


FIGURA 48

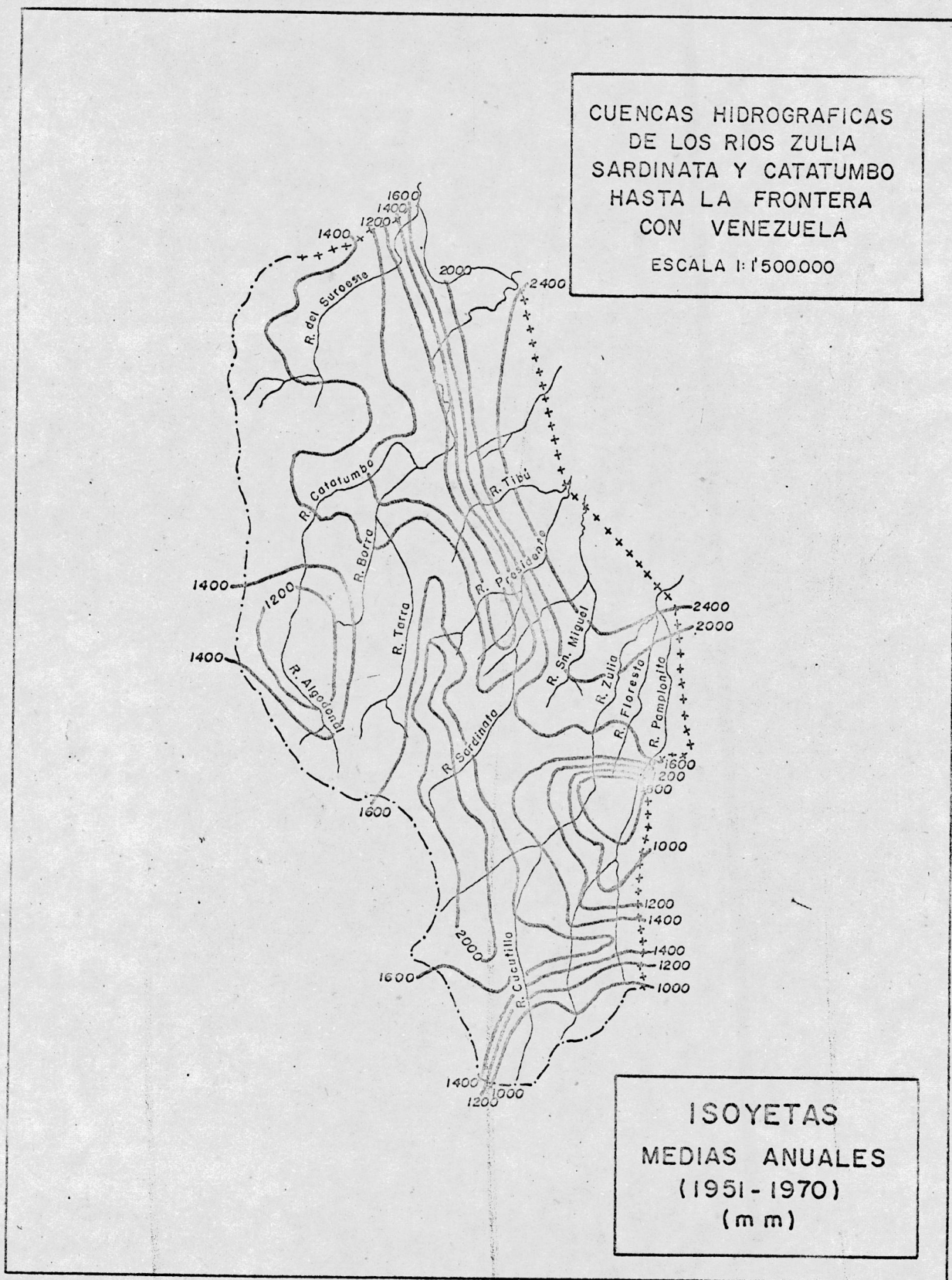


FIGURA 49

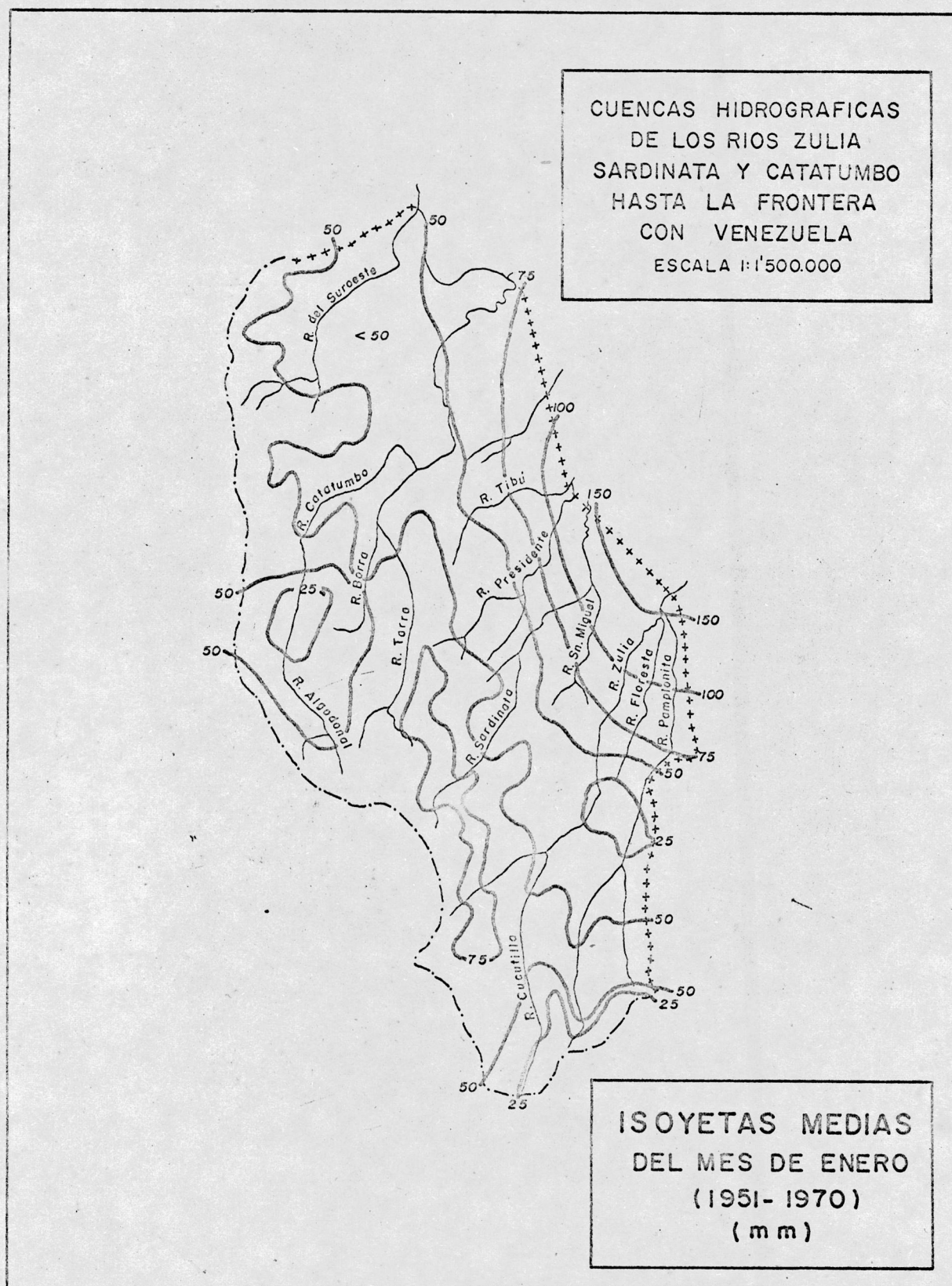


FIGURA 50

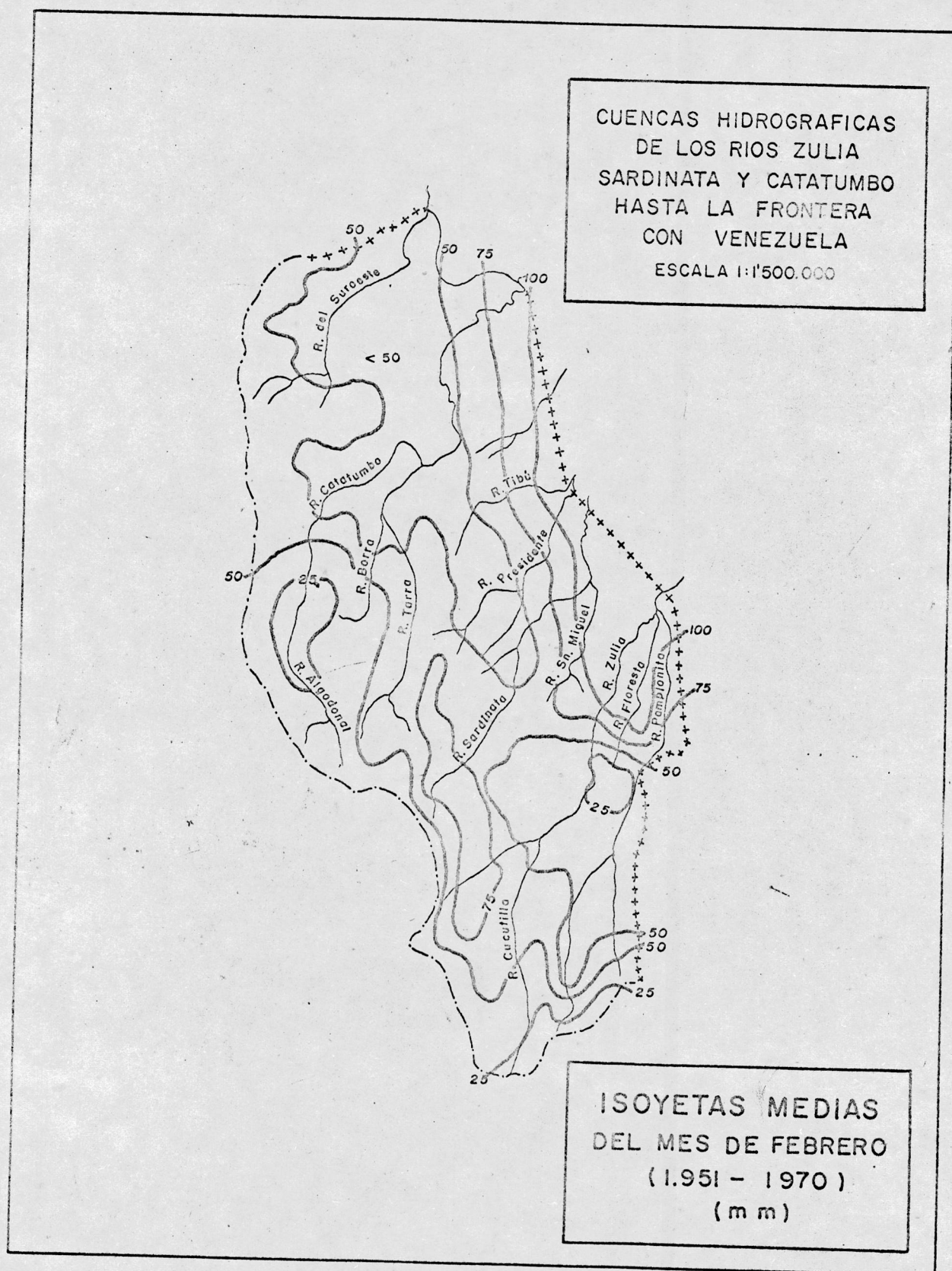


FIGURA 51

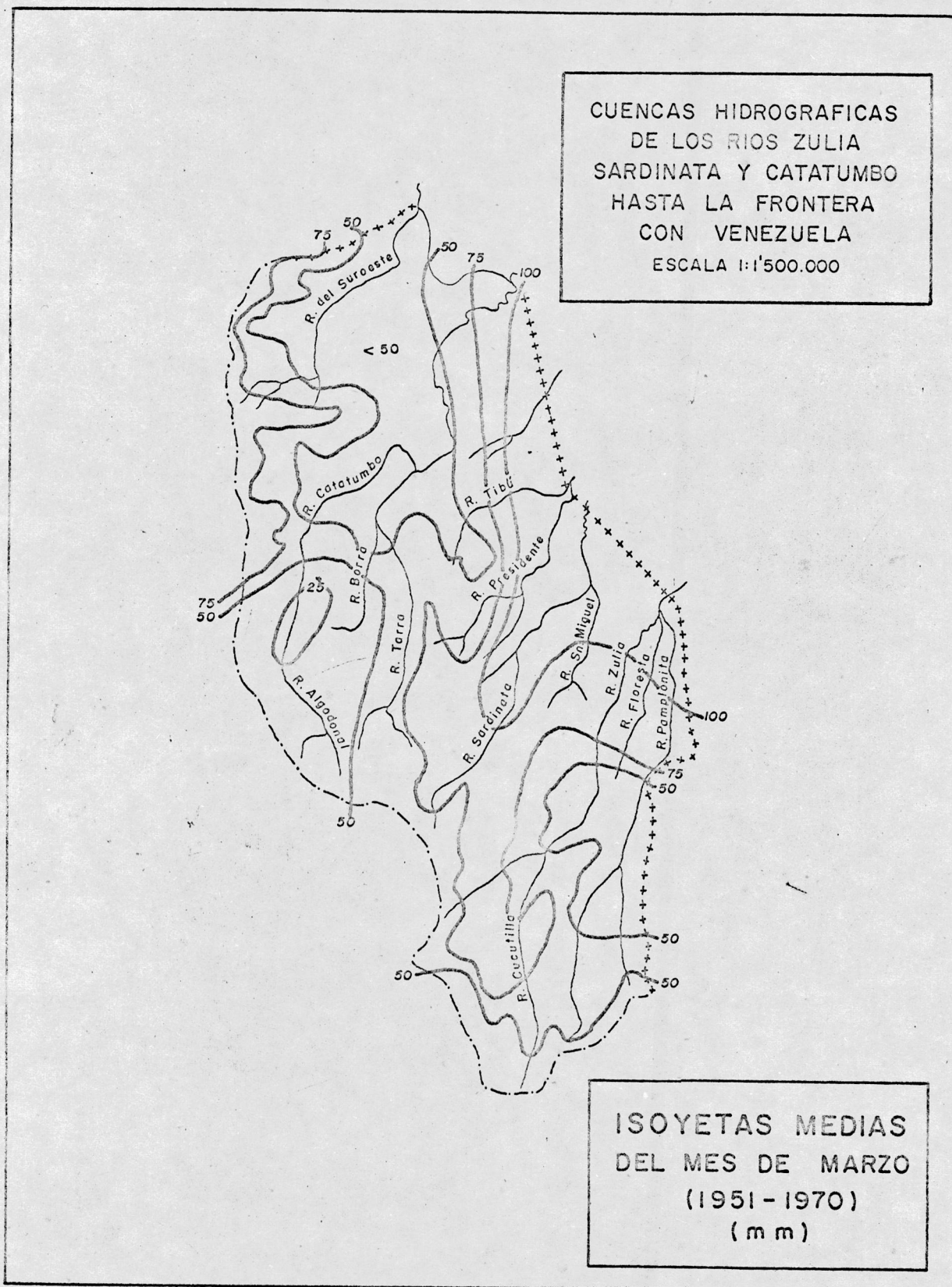


FIGURA 52

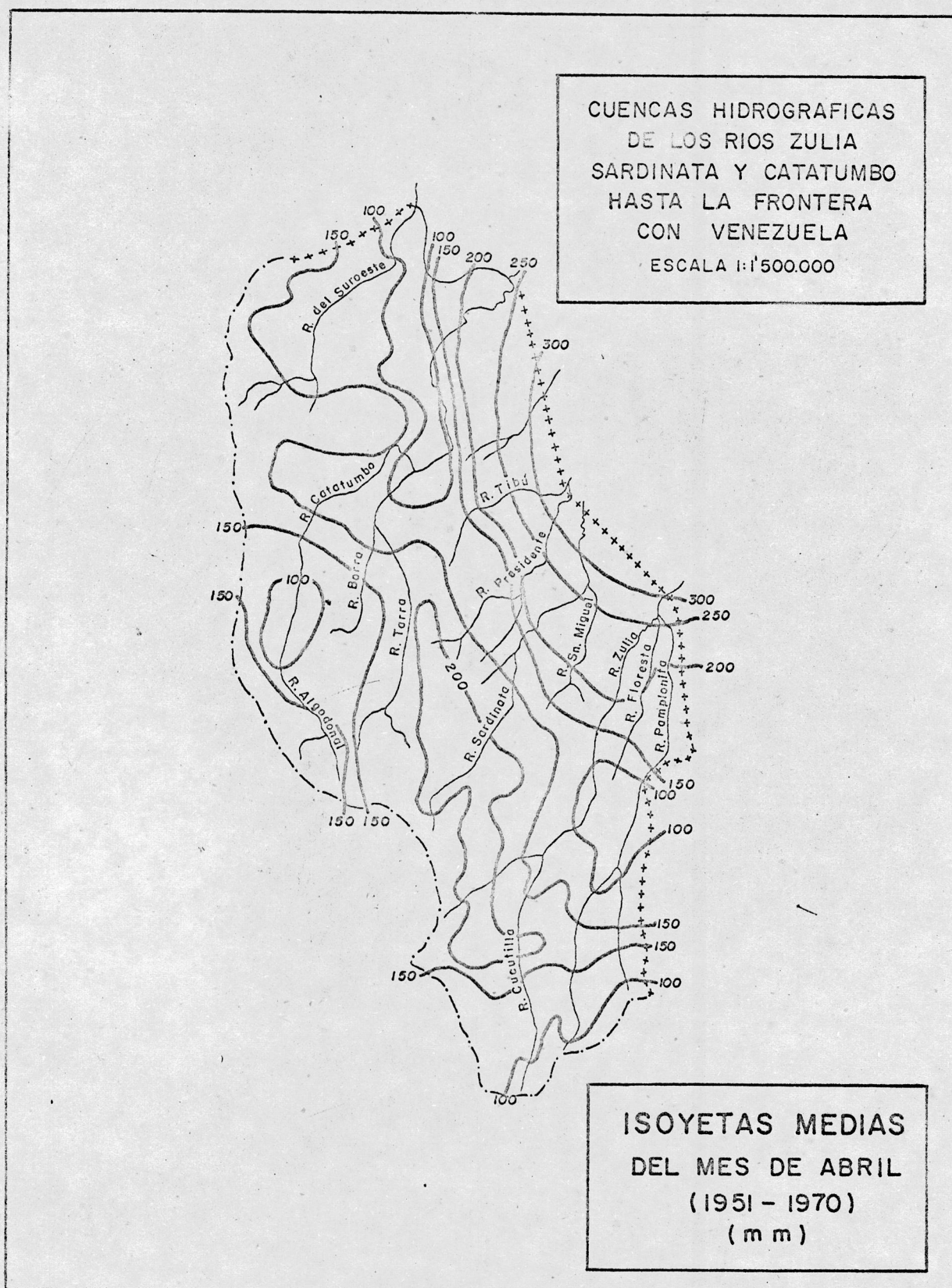


FIGURA 53

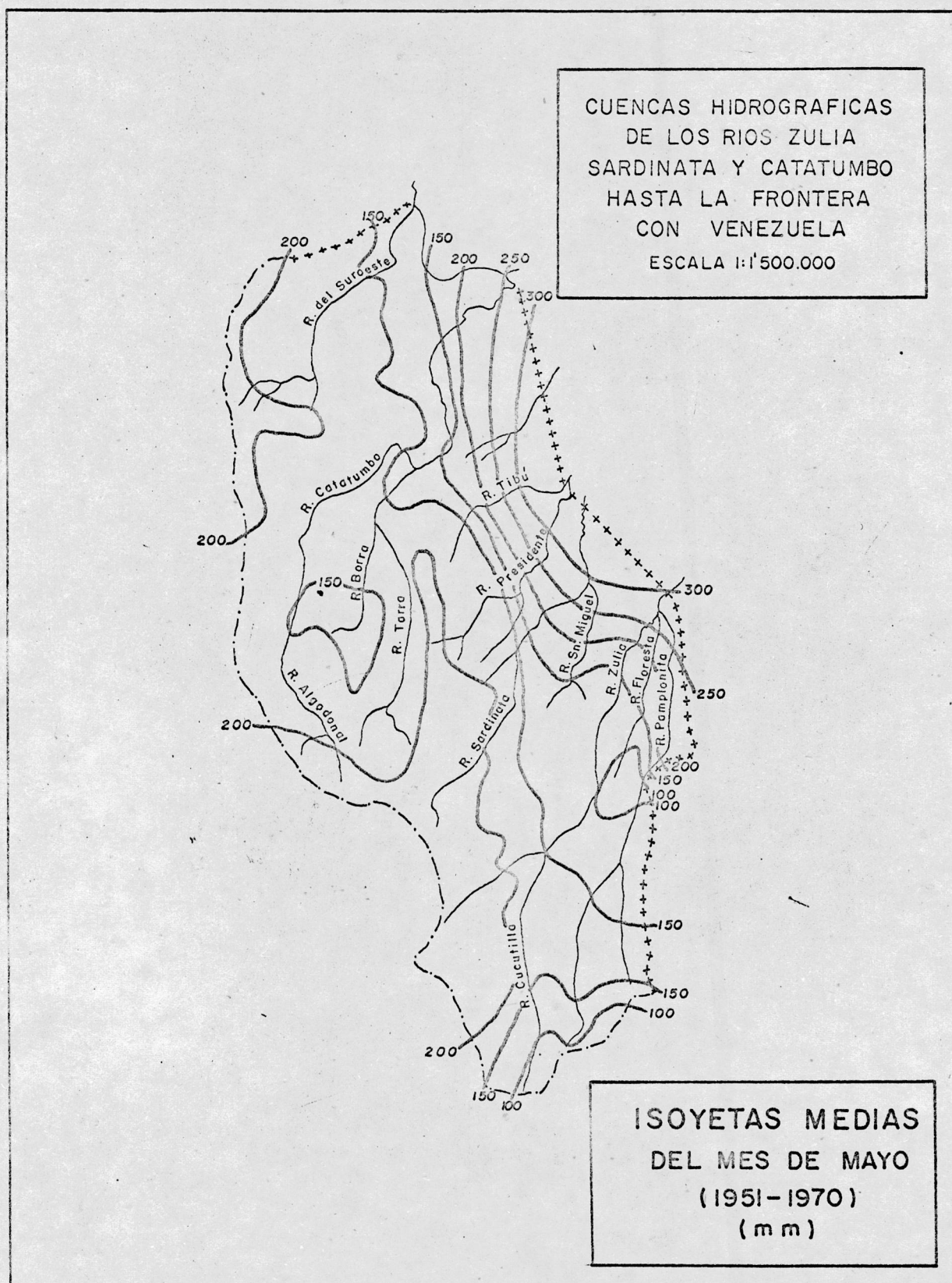


FIGURA 54

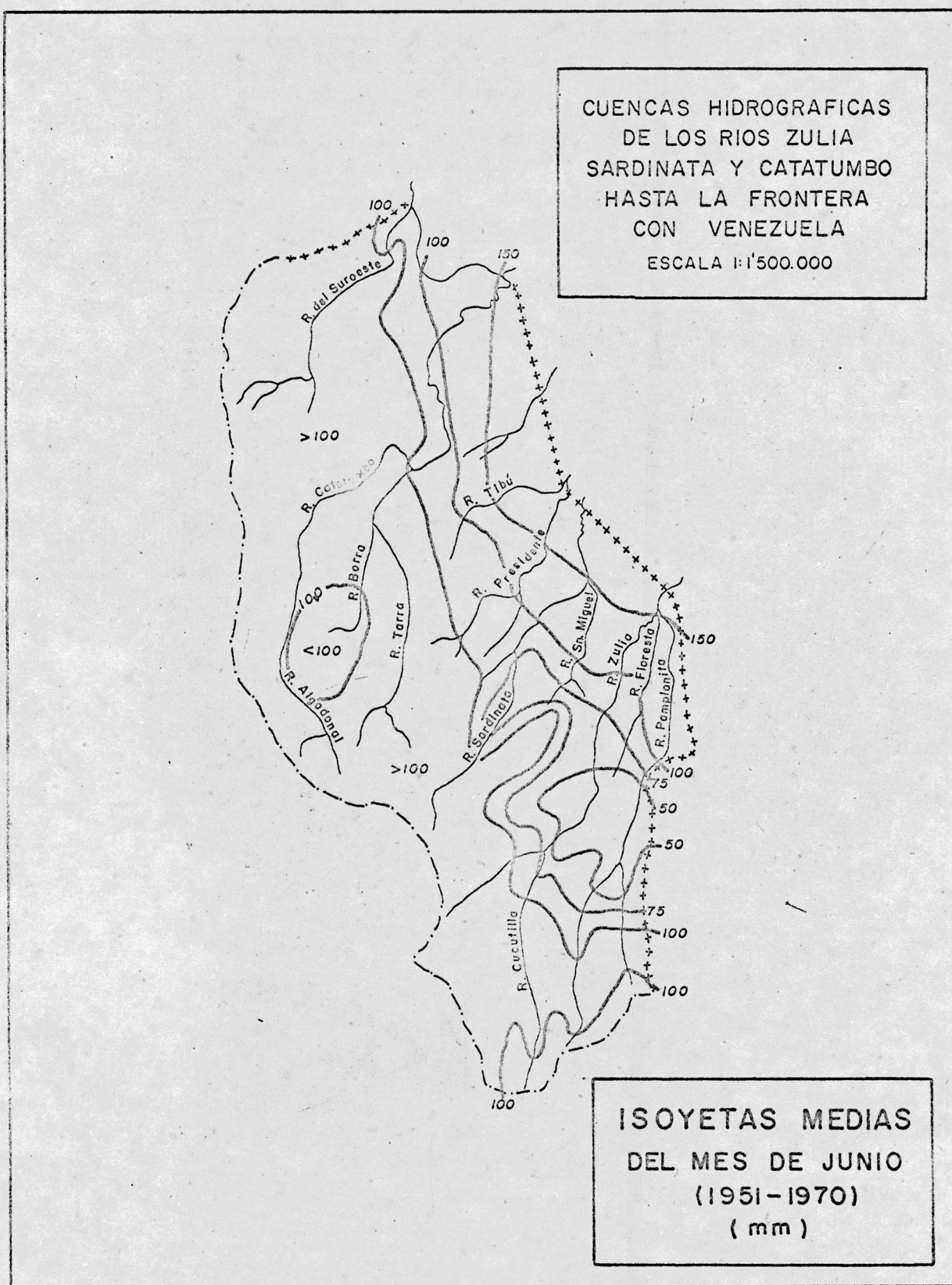


FIGURA 55

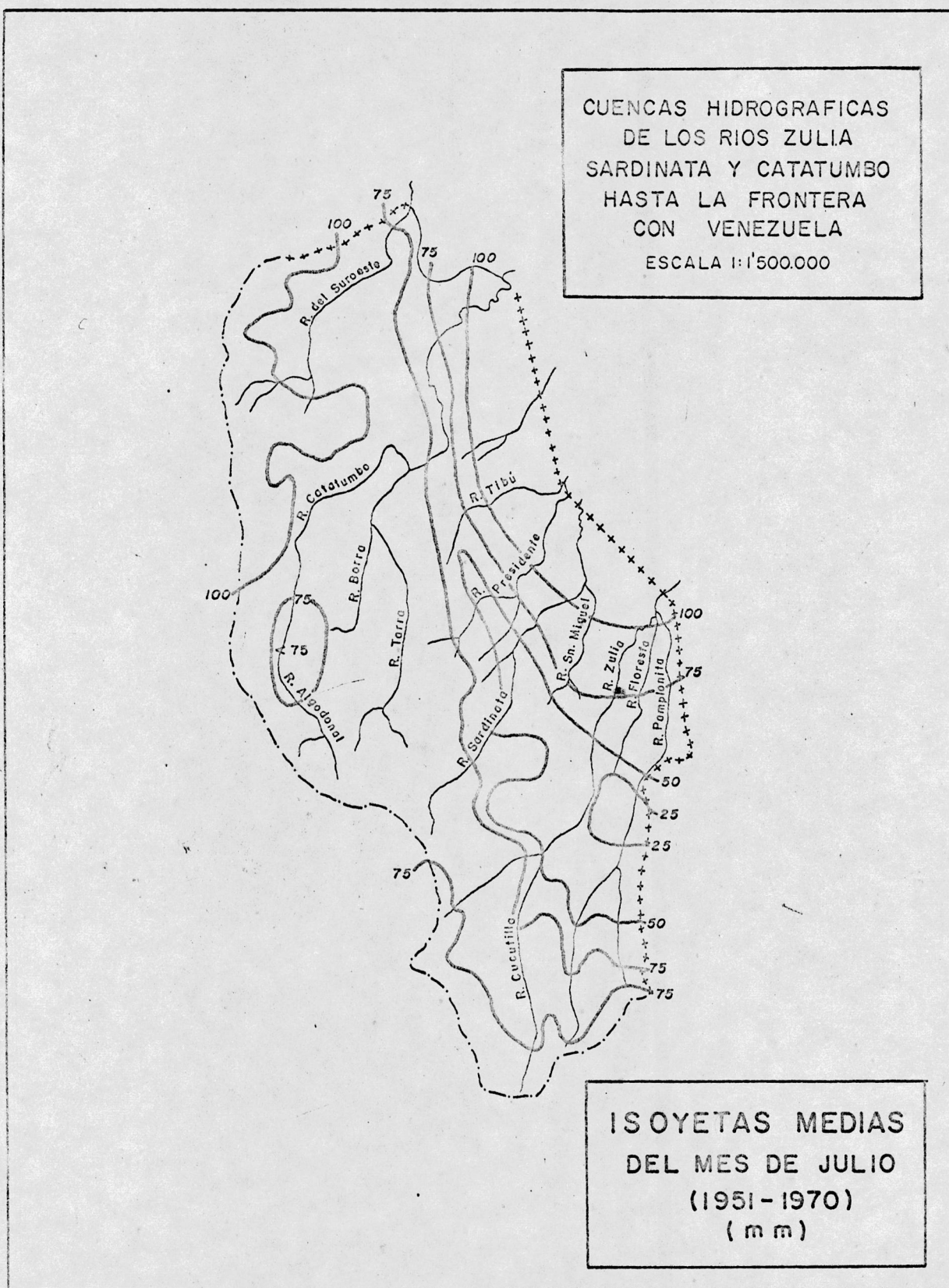


FIGURA 56

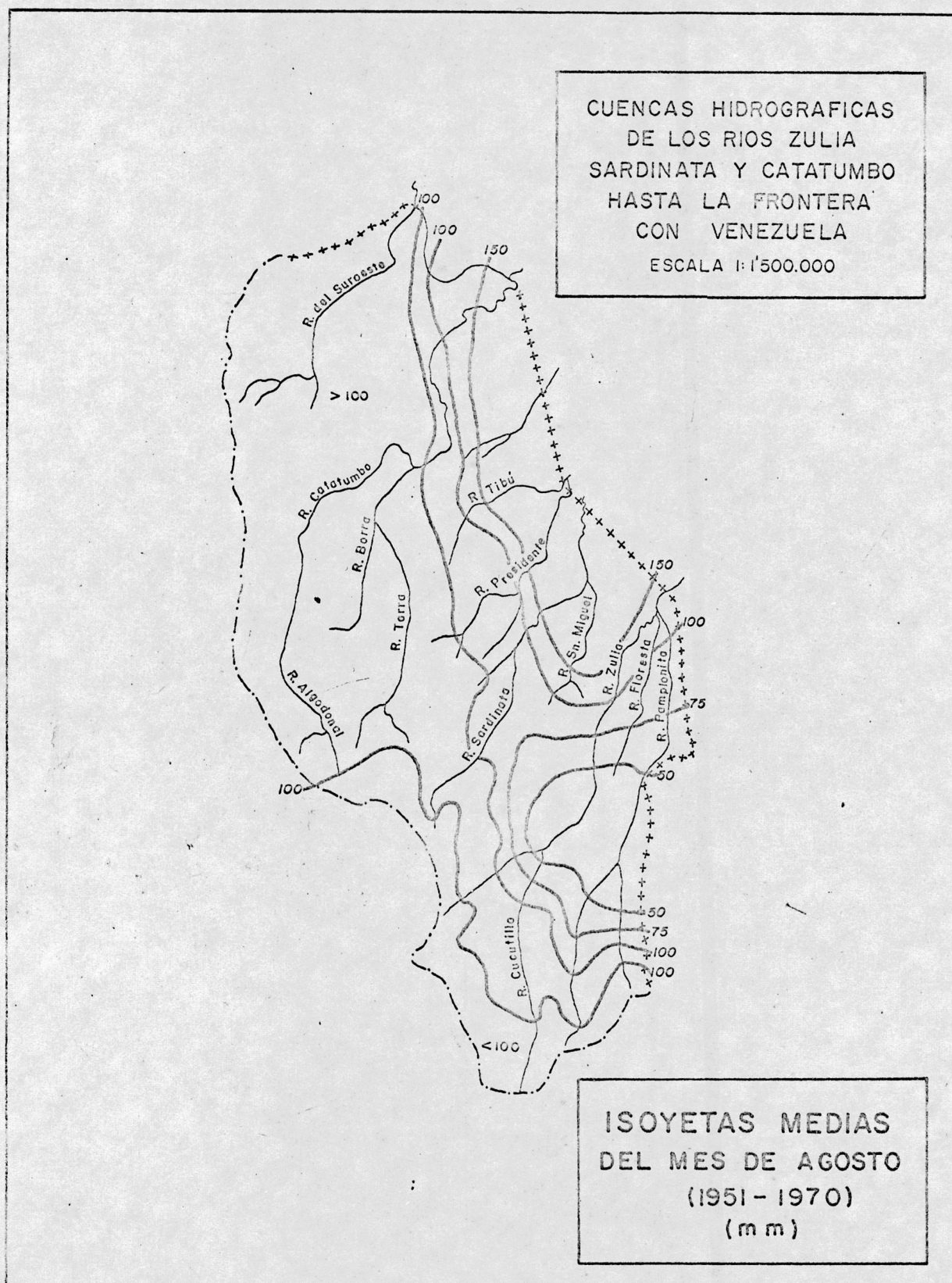


FIGURA 57

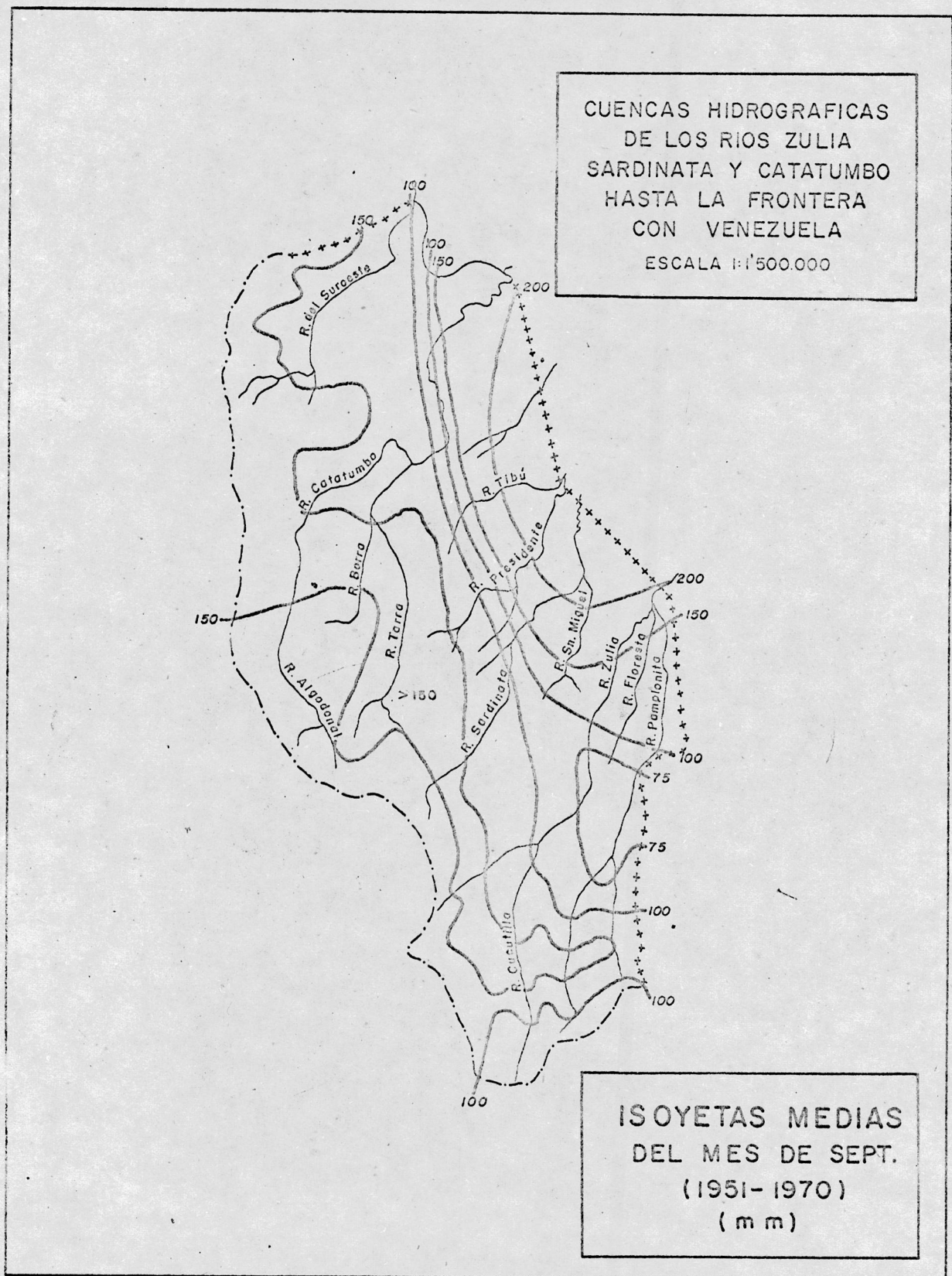


FIGURA 58

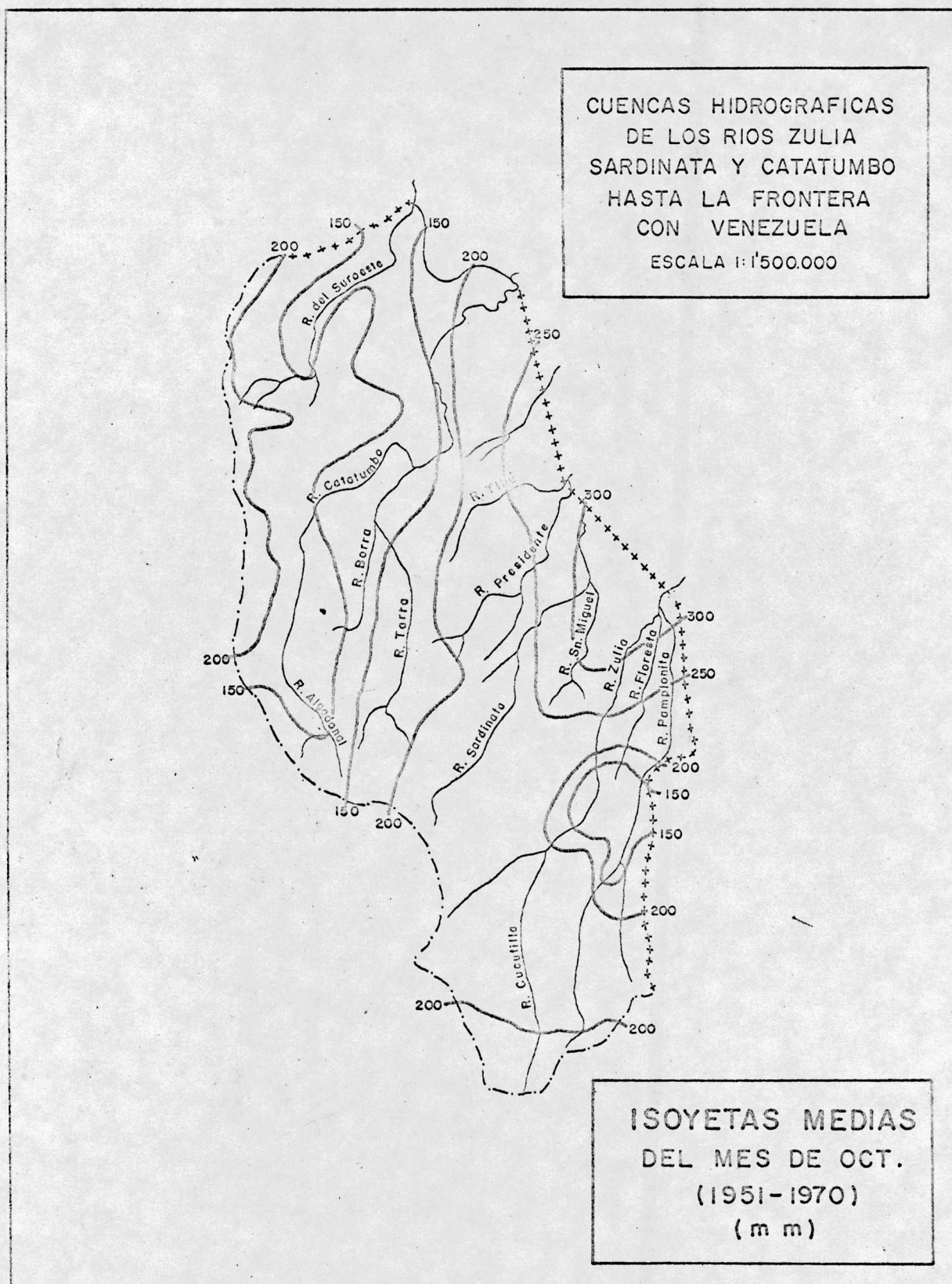


FIGURA 59

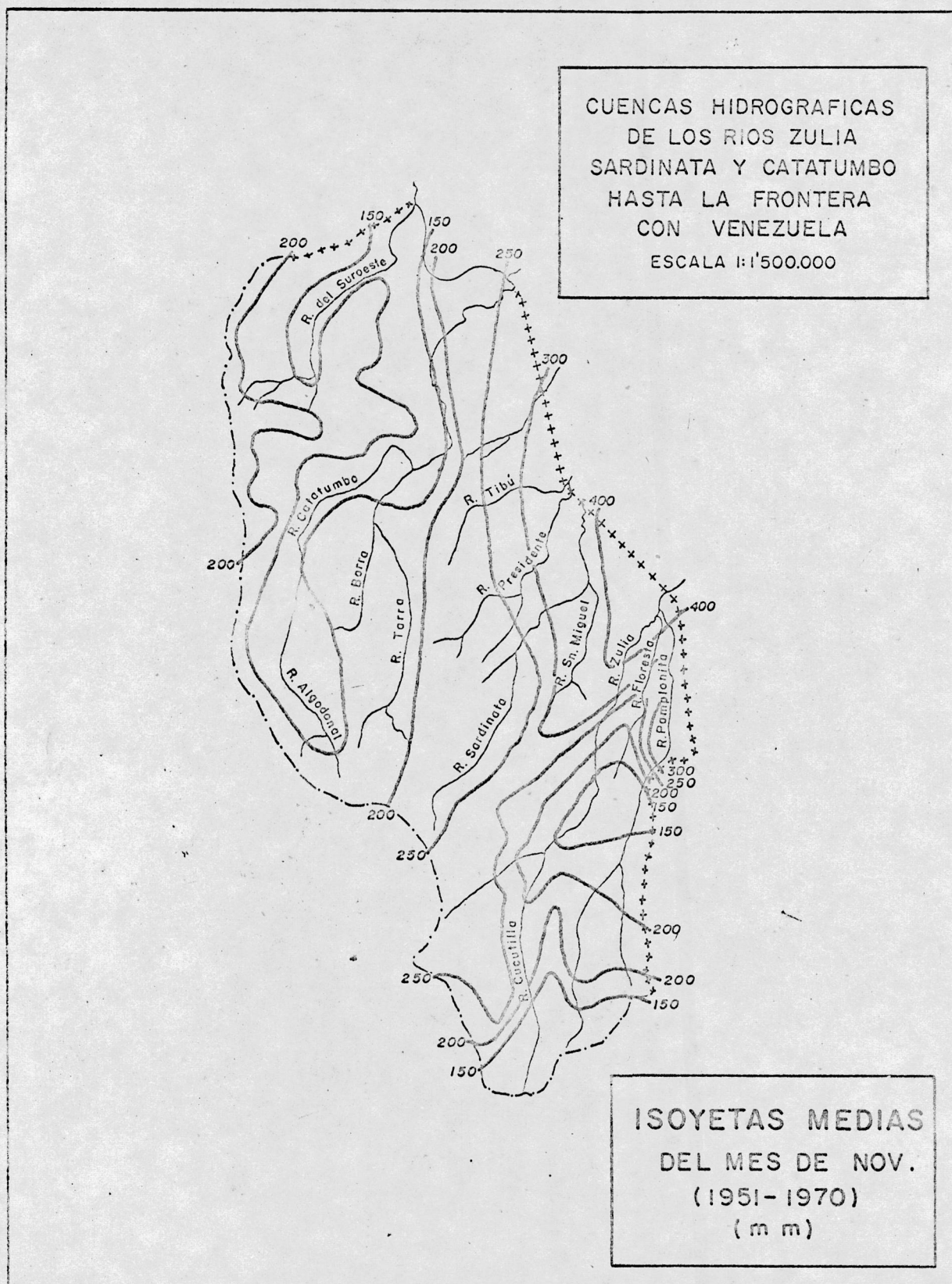


FIGURA 60

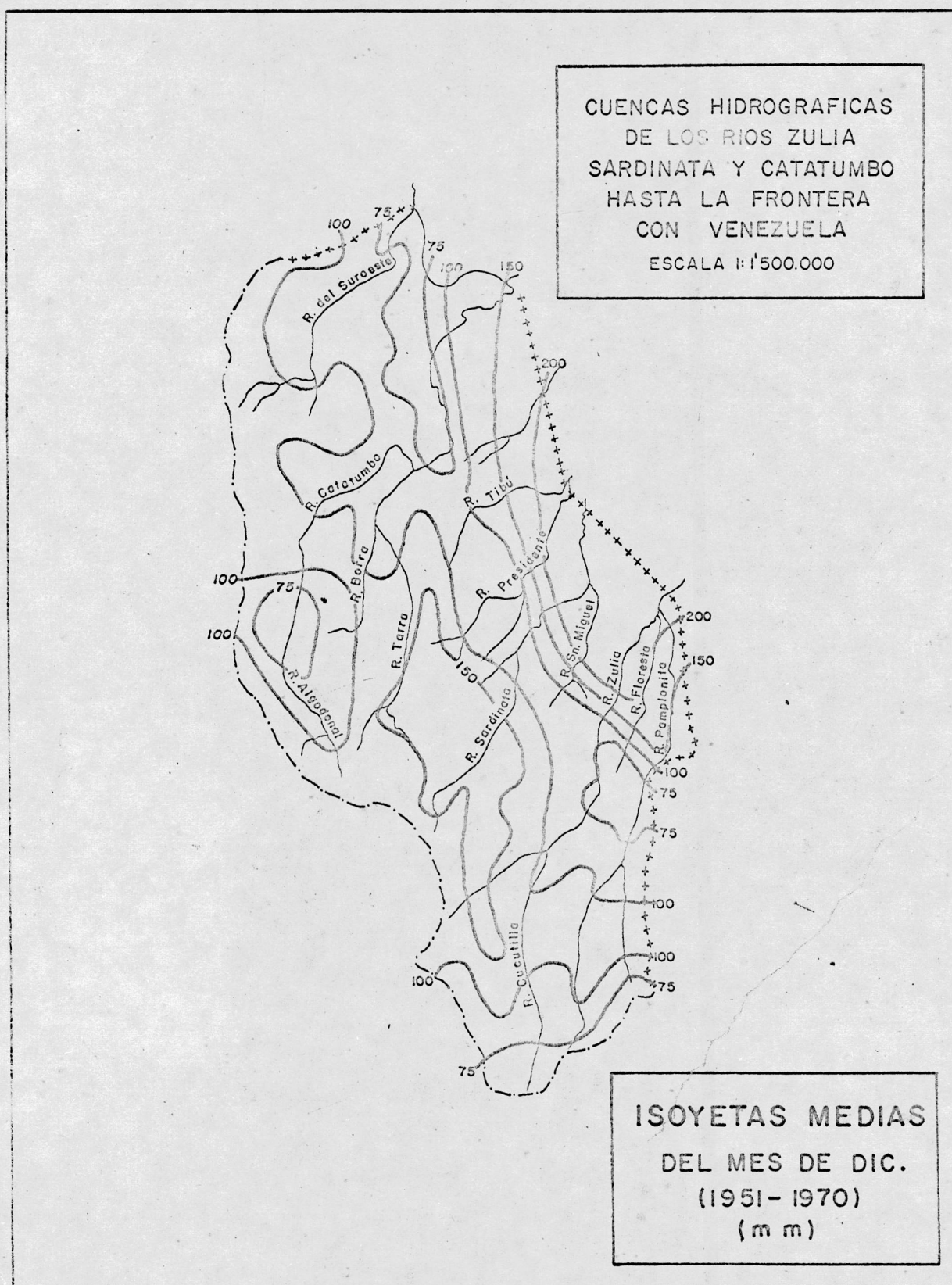


FIGURA 61

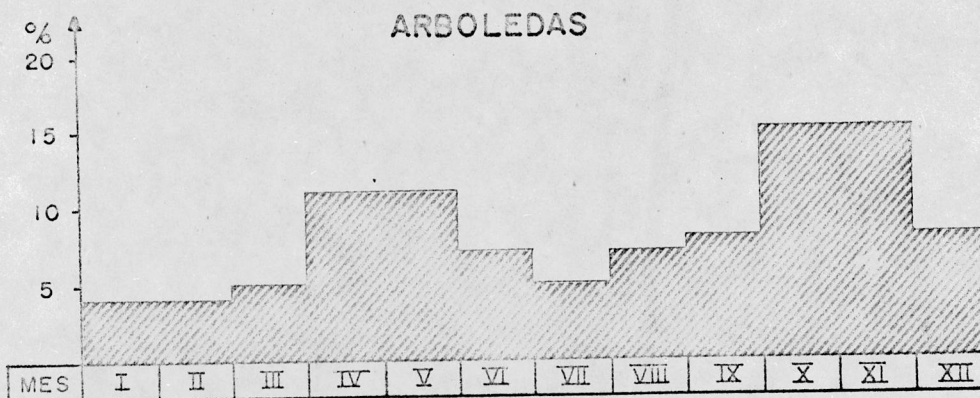
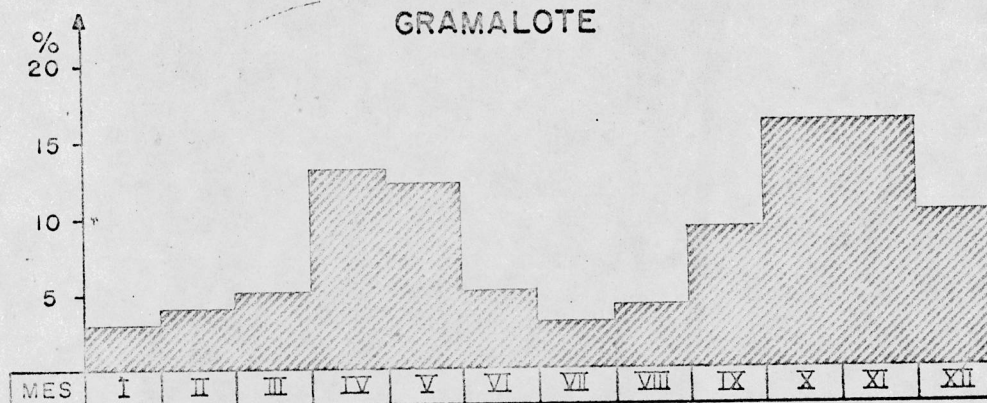
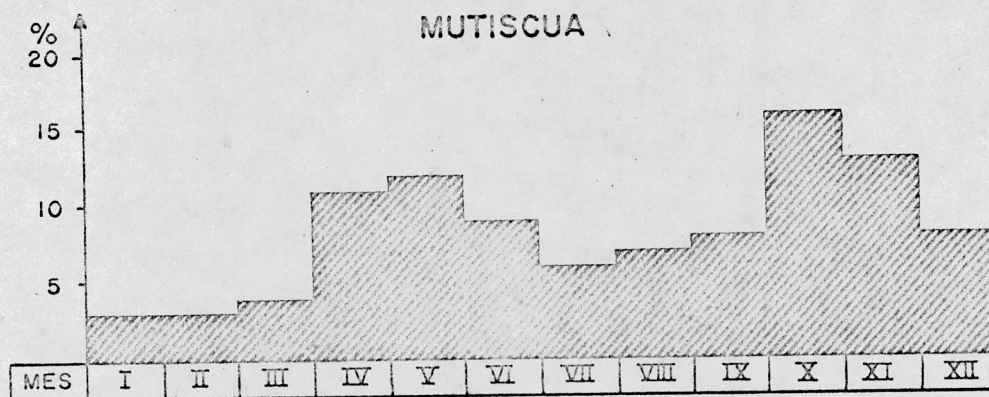
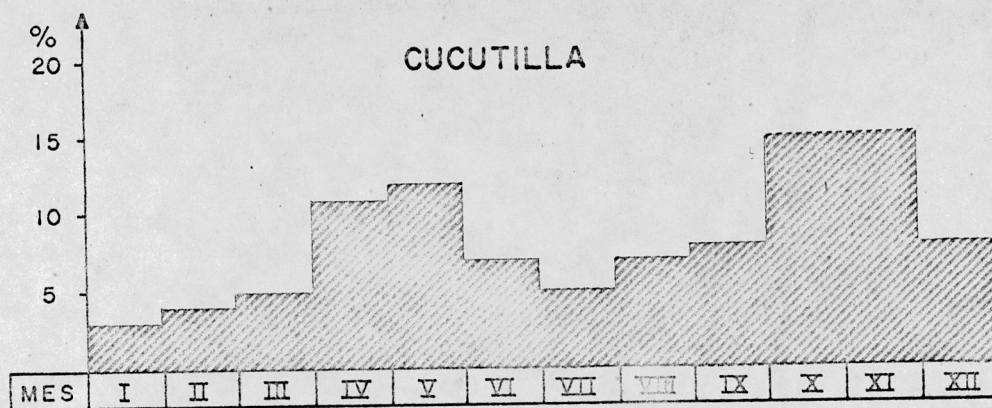
TABLA No. 6

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE PRECIPITACIONES MEDIAS
MENSUALES (1951-1970) DENTRO DEL AÑO

No.	Estación Meteorológica o Pluviométrica	Cantidades promedias (1951-1970) de precipitaciones en %												ANUAL
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Mutiscua	3	3	4	11	12	9	6	7	8	16	13	8	100
2	Cucutilla	4	3	4	11	12	7	6	7	8	15	15	8	100
3	Arboledas	4	4	4	11	12	7	5	7	8	15	15	8	100
4	Gramalote	3	3	5	13	12	6	4	4	9	16	16	9	100
7	La Donjuana	3	4	4	10	13	6	3	4	8	19	18	8	100
10	Aspasica	3	3	3	11	12	8	7	9	10	14	13	7	100
11	La Cantina	2	2	2	8	15	10	7	10	13	16	10	5	100
12	Teorama	4	3	3	9	12	9	7	10	12	13	11	7	100
20	Pto. Rico	6	5	6	11	11	6	4	5	7	14	15	10	100
24	Sardinata	4	4	7	12	12	5	3	6	8	14	15	10	100
25	Tibú	4	4	5	11	13	8	7	8	9	11	12	8	100

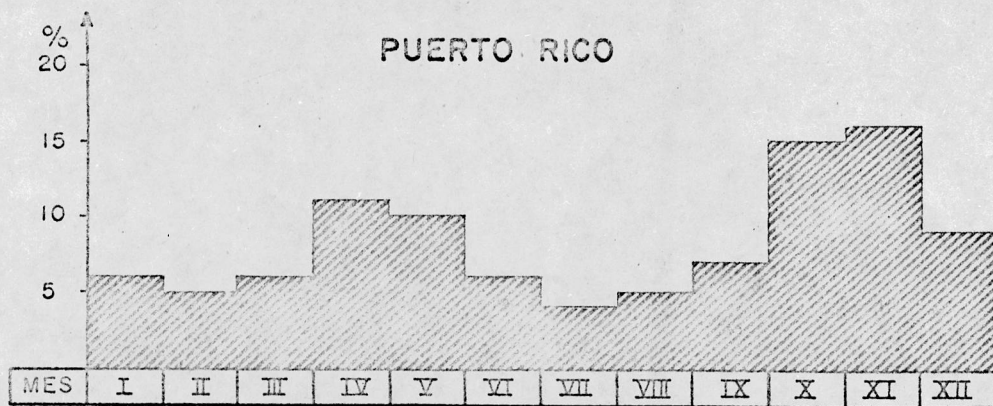
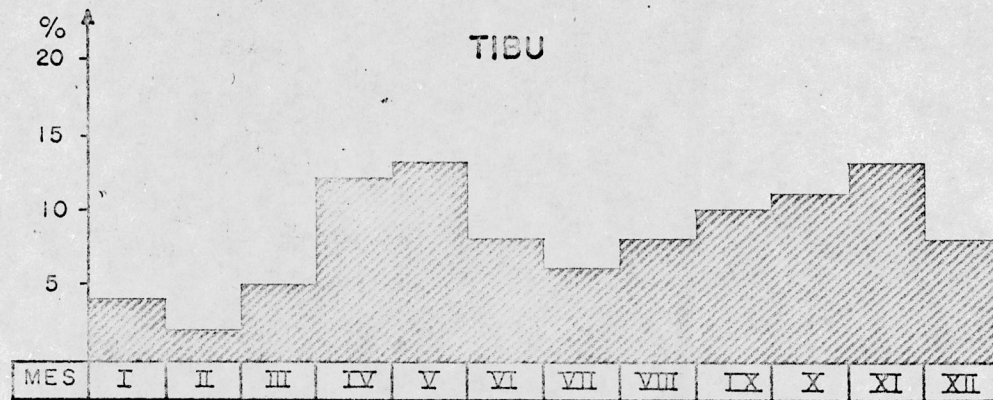
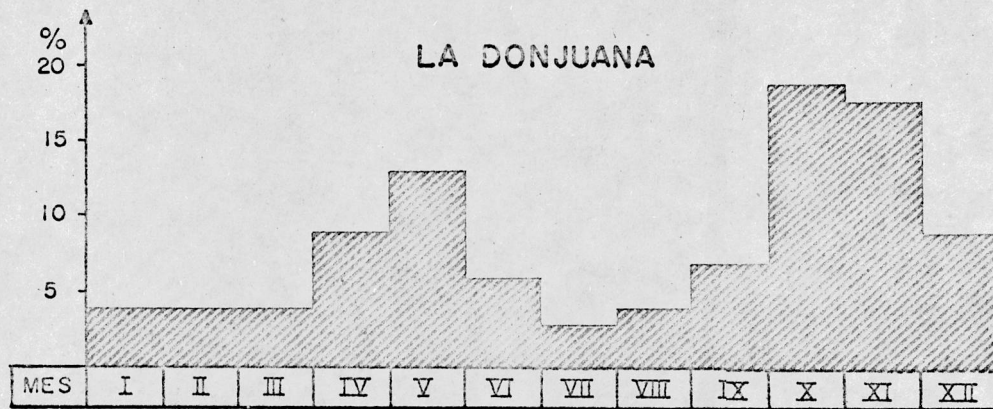
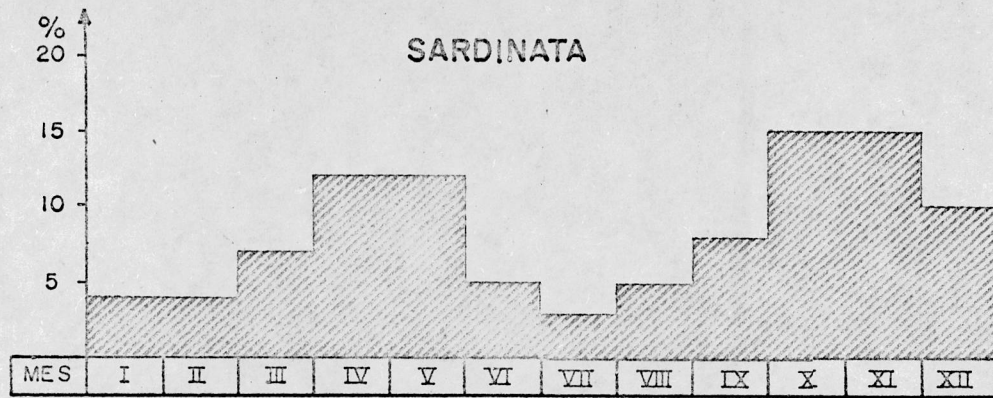
NOTA: Los números de orden corresponden al mapa de localización de estaciones - Figura 2.

La estación Tibú dispone de datos directos durante 17 años; las estaciones Cucutilla, Arboledas, La Donjuana y Sardinata - 13 años; Mutiscua, Gramalote, Aspasica y Teorama - 11 años; La Cantina y Pto. Rico - 10 años.



DISTRIBUCION PORCENTUAL DE PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (1951-1970)
DENTRO DEL AÑO, EN LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CUCUTILLA, MUTISCUA, GRAMALOTE Y ARBOLEDAS.

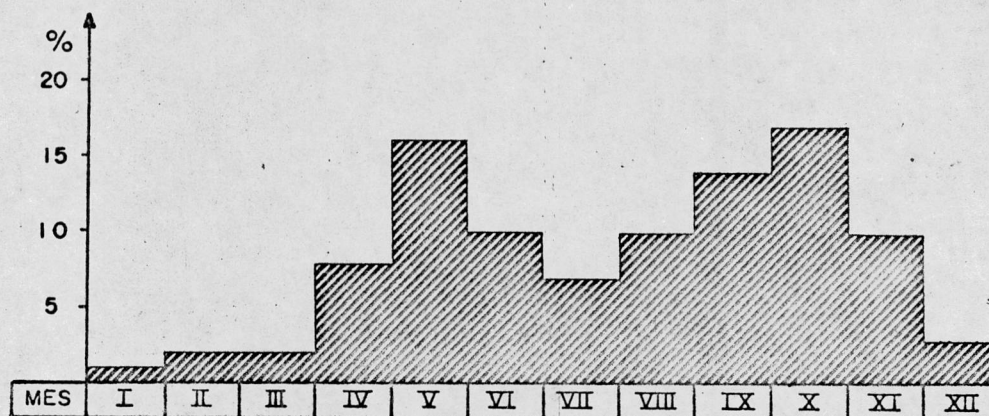
FIGURA 62



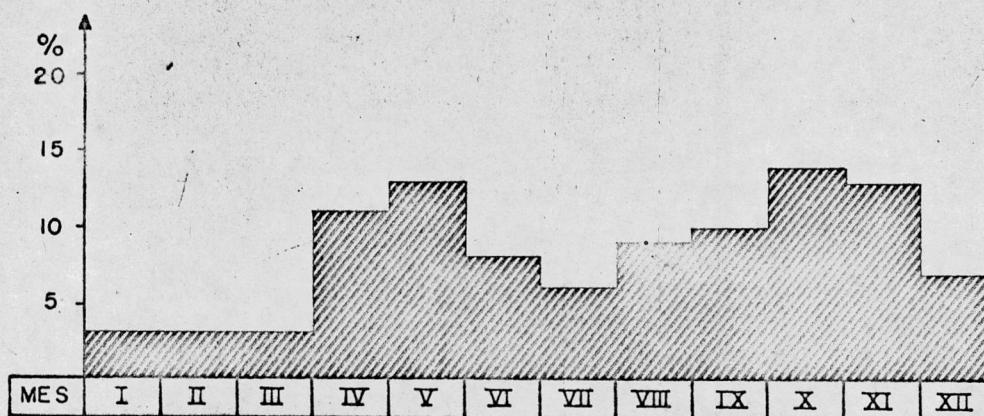
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (1951-1970)
DENTRO DEL AÑO, EN LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS SARDINATA, LA DONJUANA, TIBU Y PUERTO RICO.

FIGURA 63

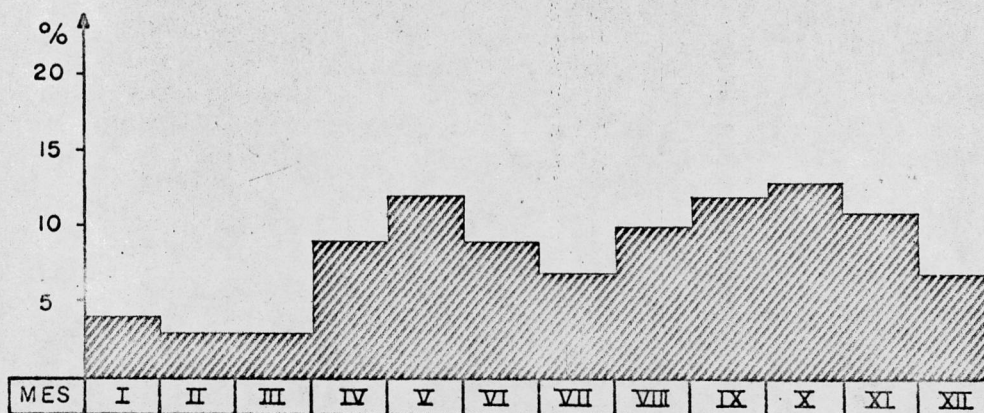
LA CANTINA



ASPASICA



TEORAMA



DISTRIBUCION PORCENTUAL DE PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (1951-1970)
DENTRO DEL AÑO, EN LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS LA CANTINA, ASPASICA Y TEORAMA.

FIGURA 64

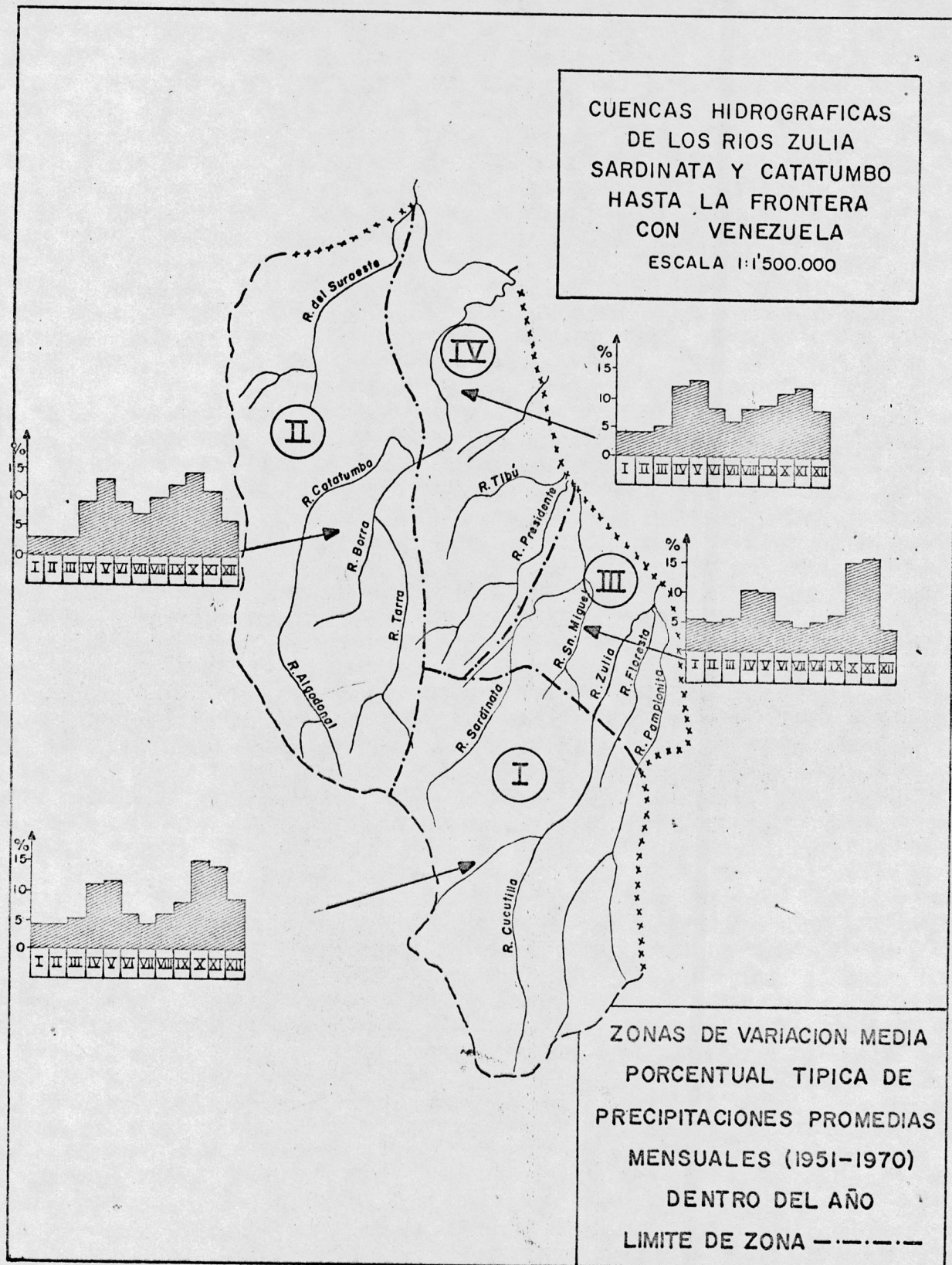


FIGURA 65

4. Variación de la precipitación media dentro del año

El estudio de la variación en tiempo de la precipitación anual y mensual no pudo abarcar el análisis de la variación interanual, debido a que las series de datos directos no pasan de 15 años, sino solamente en algunas estaciones, lo que se considera insuficiente para estos fines. Sin embargo, los datos se pueden considerar suficientes para una evaluación de la variación de las precipitaciones medias mensuales dentro del año.

Para disponer de datos comparables, se calcularon los valores porcentuales de cada promedio mensual, en relación con el promedio anual, para un total de 11 estaciones pluviométricas que generalmente tenían más de 10 años de datos directos. Los valores correspondientes se presentan en la Tabla 6. Con estos datos se elaboraron las gráficas de distribución media porcentual dentro del año para todas las estaciones anteriormente indicadas (Figuras 62 a 64).

El análisis de las gráficas de distribución media porcentual dentro del año y de los datos presentados en la Tabla 6 indica las conclusiones sintetizadas en la Figura 65, entre las cuales son de mayor importancia las que se indican a continuación:

- .1 La variación de la precipitación media mensual dentro del año no es igual en toda el área que conforma las cuencas hidrográficas del Zulia, Sardinata y Catatumbo, en territorio colombiano, sino que, la región estudiada se subdivide en 4 zonas de distribución media porcentual específica (Figura 65).
- .2 La Zona I, constituida por las partes altas de las cuencas hidrográficas del Zulia, Pamplonita y Sardinata, se caracteriza por la intercalación de dos períodos relativamente secos con otros dos húmedos. El período más seco abarca el lapso Enero a Marzo. Durante estos tres meses, se registran menos de 15% de la precipitación anual. En el otro período seco, el mes de Julio presenta caracteres similares (menos del 5% del total anual). Los meses de Junio, Agosto, Septiembre y Diciembre se caracterizan por valores intermedios de precipitaciones medias (suman en total un 30% del valor anual). El más abundante en lluvias de los dos períodos húmedos es el lapso Octubre a Noviembre. Durante estos dos meses se registran cantidades mayores de 30% del total anual de precipitación, lo que supera en un 10% el otro período húmedo, correspondiente a los meses de Abril y Mayo (Figuras 62, 63 y 65).
- .3 En la Zona II, conformada por la parte alta de la cuenca del Catatumbo, el período Diciembre a Marzo es seco. En estos 4 meses se regis-

tran menos del 20% de la cantidad anual total de precipitación. Otro período seco corresponde al mes de Julio (un 7% de la precipitación anual). Los meses de mayor precipitación media son Octubre y Mayo, durante los cuales se registra casi un 30% de la precipitación media anual. Los demás 5 meses se pueden considerar de carácter transitorio entre los dos períodos secos y húmedos (Figuras 64 y 65).

- .4 La Zona III, constituida por las partes bajas de las cuencas del Zulia, Pamplonita y Sardinata, también se caracteriza por dos períodos secos y dos húmedos. Aunque la distribución sea relativamente similar a la que se encuentra en la Zona I, en esta zona se notan diferencias más marcadas. Los períodos secos abarcan lapsos de 4 meses (Diciembre a Marzo y Junio a Septiembre) y le corresponde a cada uno algo más del 20% de la cantidad anual de precipitación. Los períodos húmedos, más cortos (de dos meses cada uno), se diferencian de los períodos secos, prácticamente, sin transición. En los meses de Octubre y Noviembre, con el máximo en este último, se registra más del 30% de la precipitación anual y en Mayo y Abril más del 20% de esta cantidad (Figuras 63 y 65).
- .5 En la Zona IV, conformada por las partes bajas de la cuenca hidrográfica del Catatumbo, así como por las cuencas de los ríos Tibú y Presidente, se notan también rasgos de similitud con la distribución de otras zonas. En este caso, la variación es más o menos semejante a la Zona II. Sin embargo, las diferencias entre los períodos secos y húmedos no son tan marcadas como en ésta última y el período húmedo con mayor cantidad de precipitaciones no corresponde al mes de Octubre, sino al mes de Mayo (Figuras 63 y 65).
- .6 Aunque ciertos detalles sean diferentes y específicos en la variación de la precipitación media mensual dentro del año, en cada una de las zonas indicadas, los rasgos esenciales de la distribución son similares. Se remarca en toda la región la intercalación de dos estaciones húmedas con otras dos relativamente secas. La estación más seca abarca 3 a 4 meses entre Diciembre y Marzo. La otra, menos excesiva, se encuentra alrededor del mes de Julio y puede abarcar el lapso Junio a Septiembre. Las estaciones húmedas corresponden a los intervalos Abril-Mayo y Octubre-Noviembre y se caracterizan por cantidades relativamente abundantes de precipitación (Figuras 62 a 65).

Las conclusiones señaladas, el mapa que indica la distribución media porcentual típica de las precipitaciones medias mensuales dentro del año (Figura 65), así como las gráficas que presentan la distribución porcentual de la precipitación media (1951-1970) en varias estaciones pluviométricas (Figuras 62 a 64) son útiles no solamente para caracterizar la variación en tiempo de la precipitación media, sino también como material básico de estudio y análisis para fines de programación y explotación de recursos hídricos, aplicación de programas de riego y drenaje, desarrollo de actividades agrícolas varias, así como para adelantar estudios hidrológicos en condiciones de escasez de datos hidrométricos directos, lo cual es el caso concreto de las cuencas hidrográficas de los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo.

5. Escorrentía media

Los datos directos (Tablas 2 a 5) permiten evaluar los caudales medios solamente en ciertas partes de la cuenca hidrográfica del río Zulia. En este sentido, las 4 estaciones hidrométricas en que se dispone de promedios multianuales de caudales mensuales y anuales ofrecen material básico para determinar algunas relaciones de generalización, pero la aplicación de éstas no se puede extender a toda el área estudiada, debido a serias limitaciones de orden físico. De tal manera, se presentan en la Figura 66, las relaciones:

$$q_m = f(H_m)$$

$$Q_m = f(A)$$

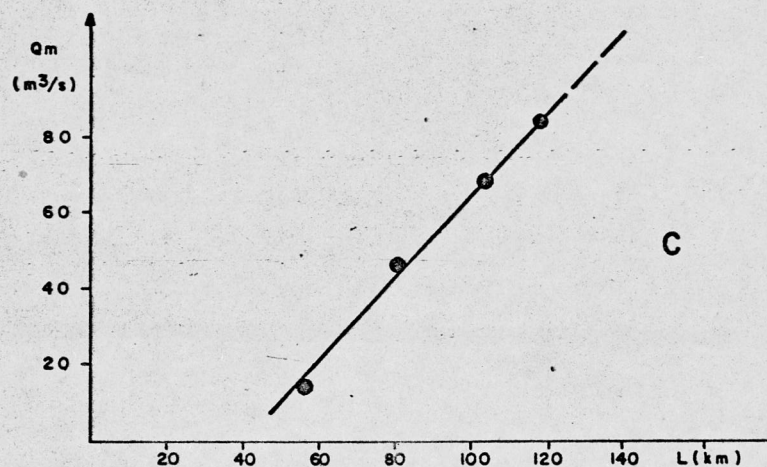
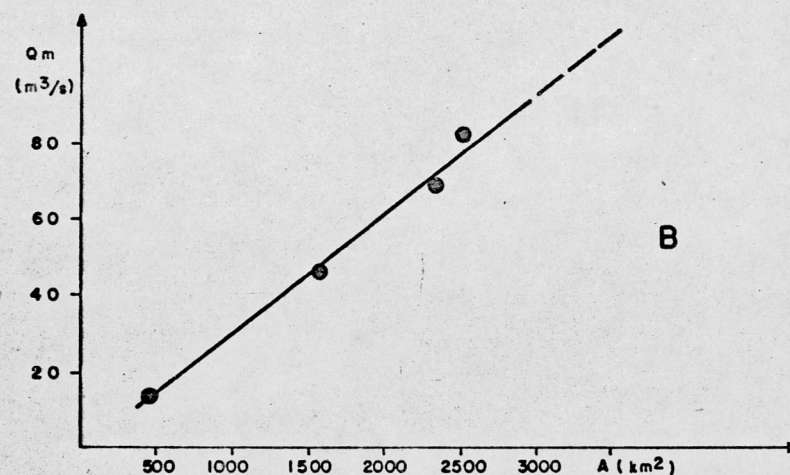
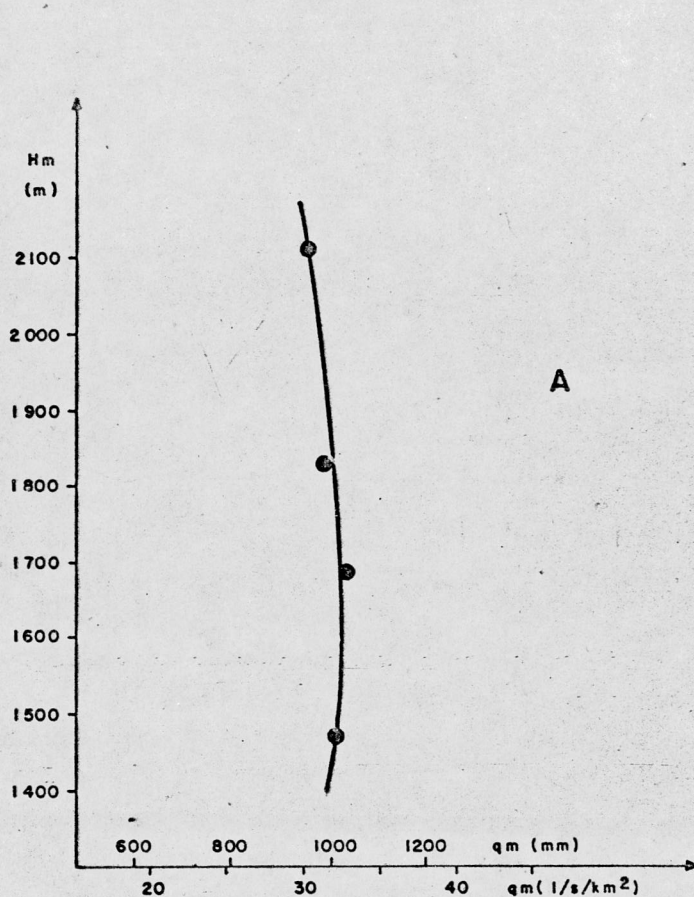
$$Q_m = f(L)$$

en donde:

- q_m = escorrentía media multianual, rendimiento o escurrimiento medio, en l/s/km² o mm
- H_m = elevación media de la cuenca hidrográfica, en m
- Q_m = caudal medio multianual, en m³/s
- A = área de la cuenca hidrográfica, en km²
- L = longitud de la corriente, en km
- f = una función distinta en cada relación.

Las relaciones indicadas se consideran aplicables solamente para los ríos Zulia y Peralonso, dentro de las gamas de variación de los elementos fisiográficos que han constituido la base de determinación de estas relaciones.

Con el fin de evaluar el orden de magnitud de los caudales medios multianuales, por lo menos en algunas secciones características de las corrientes estudiadas, se analizó la posibilidad de establecer los valores aproximados de los coeficientes de escorrentía, con base en los datos de precipitación y caudal, disponibles en la cuenca hidrográfica del río Zulia. En este sentido, se determinó la relación:



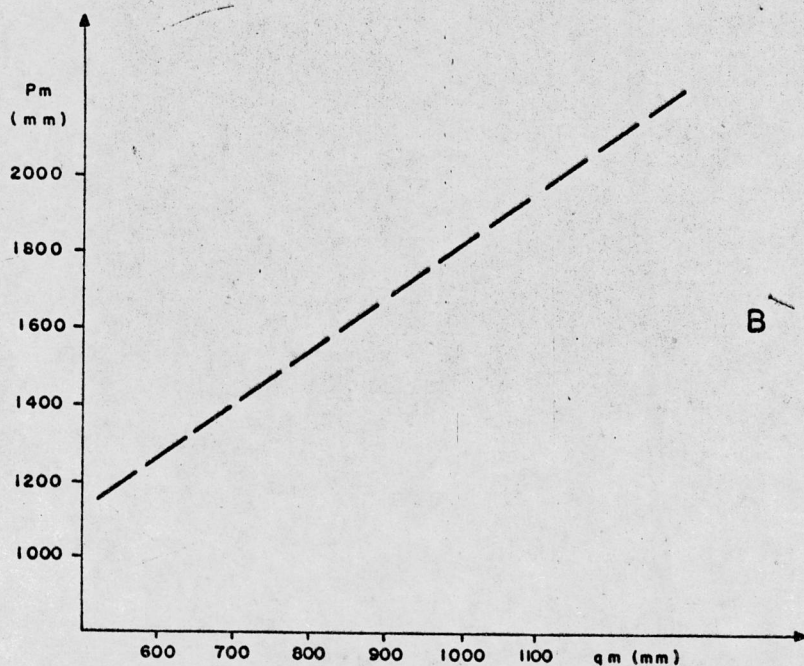
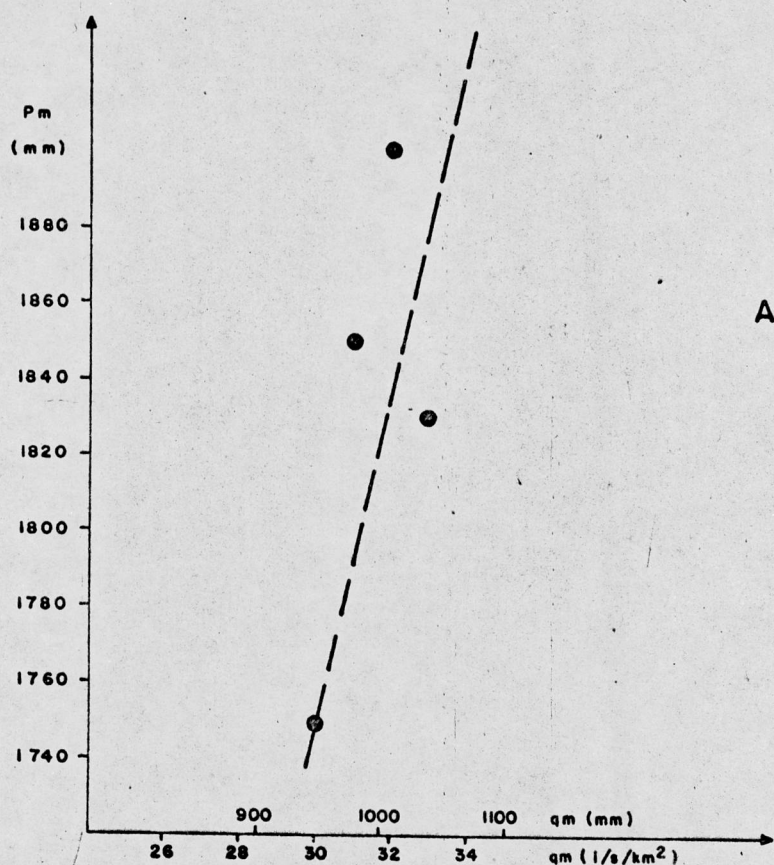
RELACIONES DE GENERALIZACION DE CAUDALES EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL ZULIA SUPERIOR

A - ESCORRENTIA MEDIA MULTIANUAL (q_m) - ELEVACION MEDIA DE LA CUENCA (H_m)

B - CAUDAL MEDIO MULTIANUAL (Q_m) - AREA DE LA CUENCA (A)

C - CAUDAL MEDIO MULTIANUAL (Q_m) - LONGITUD DE LA CORRIENTE (L)

FIGURA 66



RELACION ENTRE PRECIPITACION MEDIA MULTIANUAL EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL ZULIA SUPERIOR Y ESCORRENTIA MEDIA MULTIANUAL

A-CON BASE EN DATOS DIRECTOS

B-EXTRAPOLACION DE (A)

FIGURA 67

CAUDALES MEDIOS MULTIANUALES
EN PRINCIPALES SECCIONES CARACTERISTICAS DE LAS
CUENCAS HIDROGRAFICAS ZULIA, SARDINATA
Y CATATUMBO, EN TERRITORIO COLOMBIANO

No.	Corriente	Sección	Area (km ²)	Elev. media (m)	Precip. med. en la cuenca (mm)	qm		Qm
						(mm)	(l/s/km ²)	(m ³ /s)
1	Zulia	Est. hidrom. Pte. Zulia	1579	2110	1750	950	30	46,7
2	Peralonso	Est. hidrom. Cornejo	472	1470	1900	1010	32	15,1
3	Zulia	Est. hidrom. Pte. Ospina	2248	1830	1850	980	31	68,7
4	Zulia	Est. hidrom. Pajarito	2538	1690	1830	1040	33	83,4
5	Zulia	Arriba confl. con Pamplonita	3251	1370	1820	1000	32	104,0
6	Pamplonita	Pte. Carr. Cucuta	867	1610	1000	410	13	11,3
7	Pamplonita	Est. hidrom. Agua Clara	2020	1340	1050	450	14	28,3
8	Zulia	Pto. León	5360	1340	1520	780	25	134,0
9	Sardinata	Pte. Sardinata	907	1380	1800	980	31	28,1
10	Sardinata	Pte. Campo 2	1816	1140	1820	1000	32	58,1
11	Nuevo Presidente	Pte. Campo 3	604	710	1650	870	28	16,9
12	Sardinata	Abajo confl. con Tibú	3286	820	1750	950	30	98,5
13	Catatumbo	Arriba confl. con Tarra	2312	1320	1300	630	20	46,2
14	Tarra	Desembocadura en Catatumbo	1694	1710	1400	700	22	37,3
15	Catatumbo	Est. hidrom. Pto. Barco	5179	1260	1310	630	20	104,0

$$q_m = f(P_m)$$

en donde: q_m = escorrentía media multianual, en l/s/km² o espesor correspondiente de rendimiento, en mm
 P_m = precipitación media multianual de la cuenca, en mm.

Esta relación (Figura 67) permite deducir el orden de magnitud de los caudales medios multianuales en varias secciones características de la región, a partir del mapa con isoyetas medias anuales (Figura 49).

El método y los materiales indicados se utilizaron para determinar los valores de caudal presentados en la Tabla 7. En esta tabla los únicos valores de caudales medios multianuales que se caracterizan por grado aceptable de confianza son los que se refieren al río Zulia, por resultar éstos, en gran parte, de mediciones directas.

Los demás valores sólo indican el posible orden de magnitud de los caudales medios multianuales y no se deben considerar más que orientativos.

En cuanto a la variación en tiempo de la escorrentía media multianual, no se dispone de una base satisfactoria para determinar variaciones interanuales, si no solamente de cierta posibilidad de evaluar la variación dentro del año. Para apreciar este último aspecto, se puede contar con la indicación que ofrece la distribución típica porcentual de la precipitación media mensual dentro del año (Figura 64 y Tabla 6).

6. Escorrentía mínima

Los datos básicos para el análisis de la escorrentía mínima son todavía más escasos (Tablas 2 a 5, 8 y 9). Por tanto, se han determinado relaciones de generalización que tienen aplicación solamente en ciertas partes de la cuenca del Zulia. Estas relaciones (Figura 68) se refieren a la escorrentía media multianual del mes más seco, son similares a las relaciones de generalización de los caudales mensuales mínimos promedios multianuales y permiten calcular caudales mensuales mínimos promedios multianuales, para secciones del Zulia Superior, en que faltan los datos hidrométricos directos.

Con el fin de poder deducir, además, los valores del caudal diario mínimo promedio multianual en tales secciones, se analizó la relación entre promedios multianuales de caudales diarios mínimos anuales y promedios multianuales del mes más seco para todas las 3 estaciones del río Zulia que disponen de datos directos (Tablas 2 a 4). De tal manera, resultaron unos coeficientes K_m (Tabla 8) que tienen tendencia de crecimiento con el área de la cuenca (Figura 69 a) y

TABLA No. 8

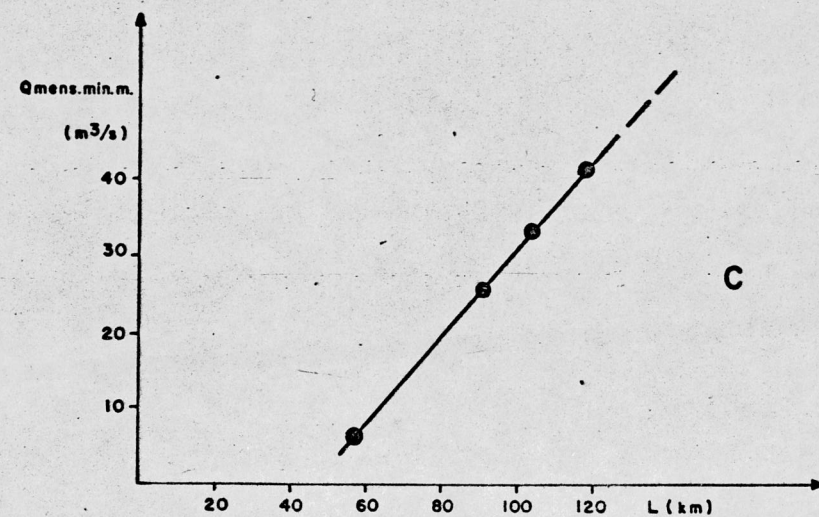
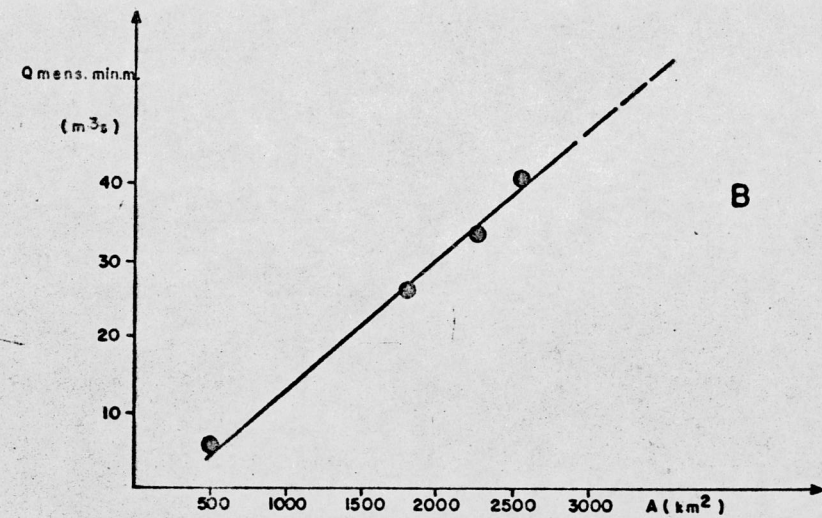
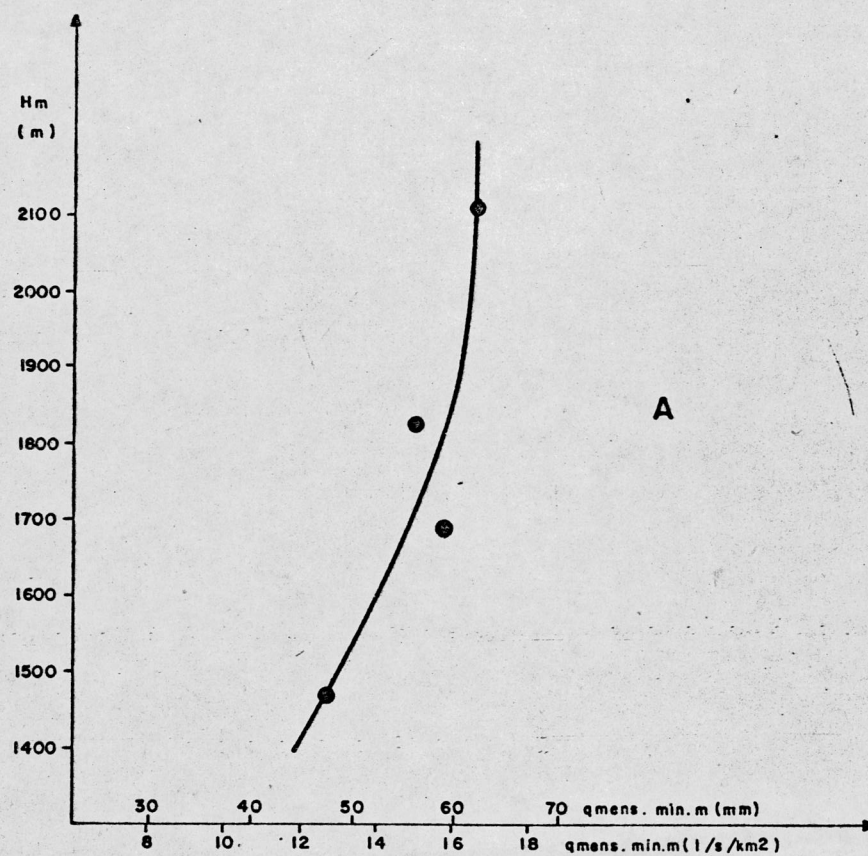
CAUDALES MINIMOS CARACTERISTICOS
EN LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL ZULIA SUPERIOR
(m³/s)

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Qmens. min. m.	Km	Qd. min. m.	K 80%	Qd. min. 80%	K 90%	Qd. min. 90%	K 95%	Qd. min. 95%	K 97%	Qd. min. 97%
1	Zulia	Pte. Zulia	26,1	0,48	12,5	0,80	10,0	0,72	9,0	0,66	8,2	0,62	7,7
2	Zulia	Pte. Ospina	33,7	0,52	17,5	0,81	14,2	0,74	13,0	0,68	11,9	0,64	11,2
3	Zulia	Pajarito	40,3	0,53	21,4	0,82	17,6	0,75	16,0	0,69	14,8	0,65	13,9
4	Peralonso	Cornejo	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA No. 9

RENDIMIENTOS MINIMOS CARACTERISTICOS
EN LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL ZULIA SUPERIOR
(l/s/km²)

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)	qmens. min. m.	qd. min. m.	qd.min. de probabilidad			
								80 %	90%	95%	97%
1	Zulia	Pte. Zulia	91	1579	2110	16,5	7,9	6,3	5,7	5,2	4,9
2	Zulia	Pte. Ospina	104	2248	1830	15,0	7,8	6,3	5,8	5,3	5,0
3	Zulia	Pajarito	118	2538	1690	15,9	8,4	6,9	6,3	5,8	5,5
4	Peralonso	Cornejo	56	472	1470	12,7	-	-	-	-	-



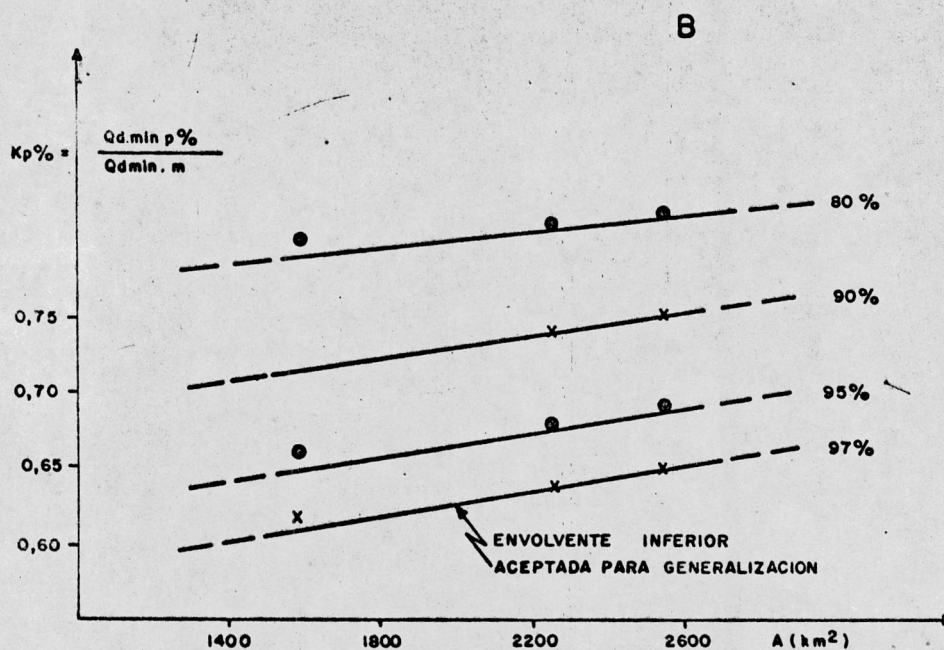
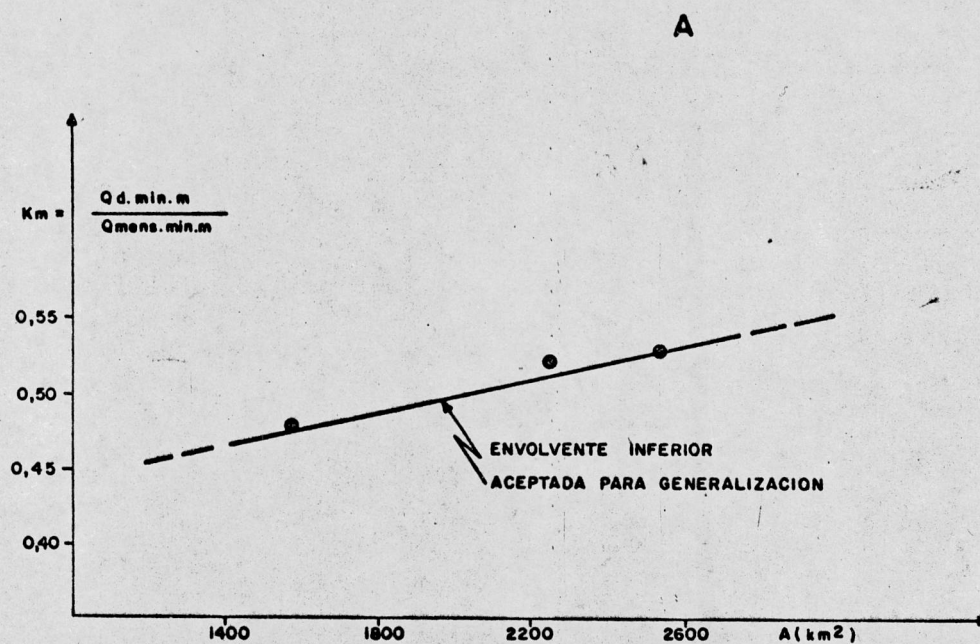
RELACIONES DE GENERALIZACION DE CAUDALES MENSUALES MINIMOS EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL ZULIA SUPERIOR

A - ESCORRENTIA MEDIA MULTIANUAL DEL MES MAS SECO ($q_{mens.min.m}$) - ELEVACION MEDIA DE LA CUENCA (H_m).

B - CAUDAL MEDIO MULTIANUAL DEL MES MAS SECO ($Q_{mens.min.m}$) - AREA DE LA CUENCA (A)

C - CAUDAL MEDIO MULTIANUAL DEL MES MAS SECO ($Q_{mens.min.m}$) - LONGITUD DE LA CORRIENTE (L).

FIGURA 68



RELACIONES DE GENERALIZACION DE COEFICIENTES PARA DETERMINACION
DE CAUDALES MINIMOS EN EL ZULIA SUPERIOR

A - K_m

B - $K_p\%$

FIGURA 69

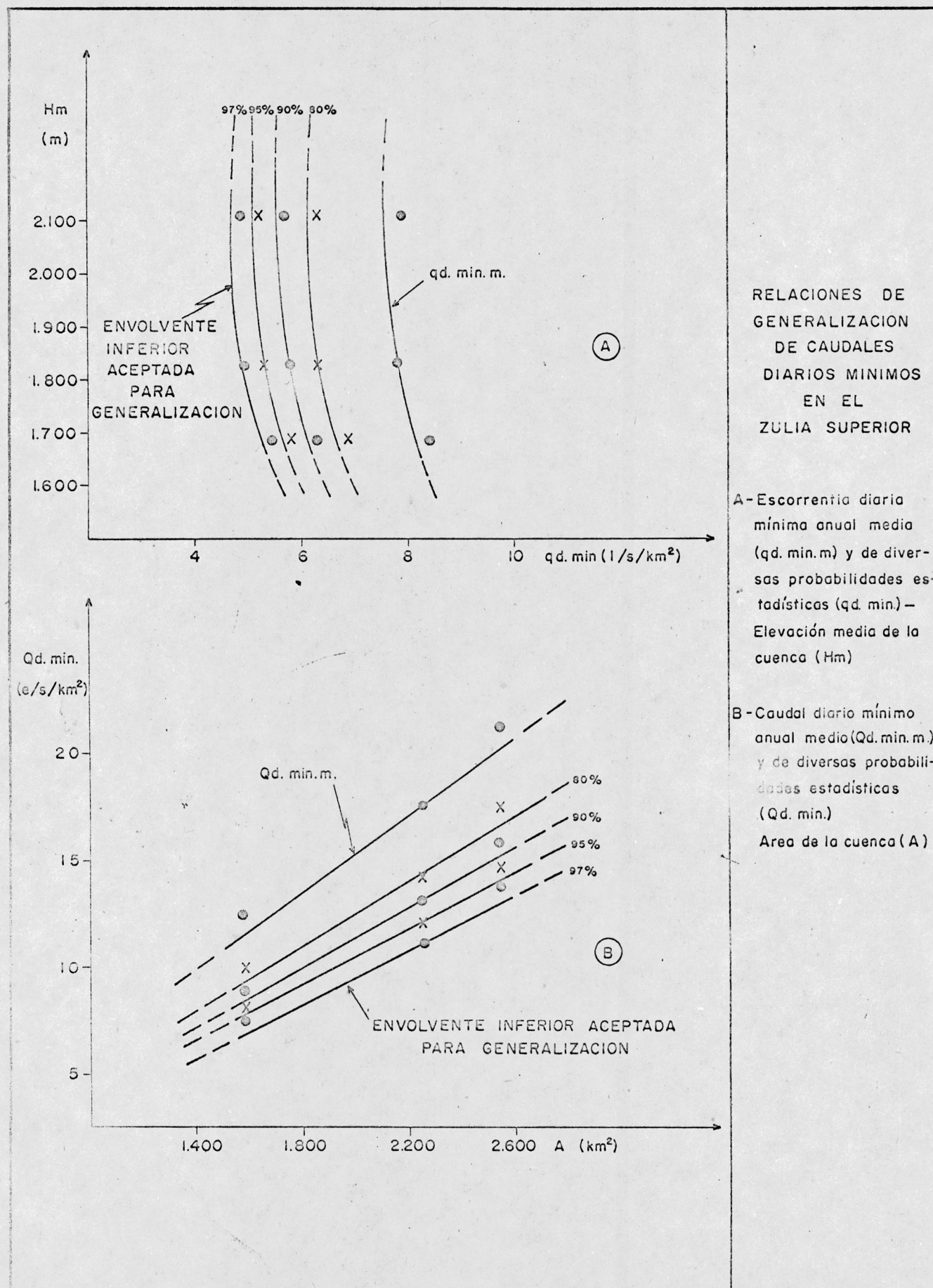


FIGURA 70

que permiten calcular el orden de magnitud de los valores de caudales diarios mínimos promedios multianuales, por producto con los valores de caudal medio multianual del mes más seco (Figura 68).

En fin, teniendo en cuenta que en la práctica interesan no solamente los promedios multianuales de los caudales del día más seco del año, sino también los diarios mínimos de diversas probabilidades estadísticas, se analizó con carácter orientativo la frecuencia aproximada de los caudales medios diarios mínimos anuales para todas las 3 estaciones hidrométricas del río Zulia que disponían de datos directos (Tablas 2 a 4). De tal manera, resultaron unos valores aproximados de coeficientes $K_p\%$ (Tabla 8) que también varían con el área de la cuenca (Figura 69 b) y que permiten calcular el orden de magnitud de los caudales diarios mínimos de probabilidad 80%, 90%, 95% y 97%, por producto con los caudales promedios multianuales del día más seco del año, determinados como se indicó anteriormente. Sin embargo, para evitar confusiones y para facilitar el cálculo indirecto del orden de magnitud de los caudales diarios mínimos anuales de diversas probabilidades estadísticas en varias secciones del Zulia Superior, se elaboraron, con base en los datos de las Tablas 8 y 9, las gráficas de generalización de la escorrentía mínima, en función de la elevación media de la cuenca (Figura 70 a), así como de los caudales mínimos, en función del área de la cuenca (Figura 70 b).

En todas las gráficas que permiten el cálculo indirecto de caudales mínimos se consideran para generalización las envolventes inferiores que conducen a resultados más desfavorables desde el punto de vista del costo de las obras y del uso de las aguas. La razón reside tanto en criterios de orden práctico, como en criterios de orden físico, debido a que la deforestación y los procesos de erosión tienen tendencia creciente, lo que indica para el futuro estiajes más prolongados y más bajos. Además, esto está impuesto por la escasez de datos básicos.

Con el fin de obtener una idea general sobre los caudales mínimos de otras corrientes de agua de la región estudiada, se analizó la relación entre la escorrentía mínima multianual del mes más seco y la precipitación correspondiente, con base en los datos directos de la cuenca del Zulia. Sin embargo, por resultar coeficientes de escorrentía de poca confianza, se consideró muy arriesgado extender las conclusiones al resto del territorio estudiado.

7. Escorrentía máxima

El volumen de datos hidrométricos básicos para el estudio de caudales máximos y avenidas es inferior a la cantidad de material disponible para estudiar la escorrentía mínima. Además, la información pluviométrica sobre lluvias máximas es muy escasa y de calidad poco confiable. En tal situación la interpreta

ción del material hidrométrico disponible no pudo conducir sino solamente a evaluaciones muy aproximadas, de carácter orientativo y de aplicación local, para ciertas partes de la cuenca del Zulia Superior.

Con base en los datos de caudal promedio multianual del mes más húmedo, en las 4 estaciones hidrométricas de la cuenca del Zulia (Tablas 2 a 5, 10 y 11), se determinaron relaciones de generalización de la escorrentía mensual máxima promedia multianual (Figura 71), similares a las generalizaciones de caudales anuales medios multianuales (Figura 66), así como a las de promedios multianuales del mes más seco (Figura 68). Estas relaciones se pueden utilizar para cálculo indirecto del orden de magnitud de los caudales mensuales máximos promedios multianuales en secciones que carecen de información hidrométrica directa y se encuentran en la cuenca hidrográfica del Zulia Superior. Sin embargo, la aplicación no se debe extender a condiciones fisiográficas que no estén dentro de la gama de variación de condiciones naturales que caracterizan las cuencas de las estaciones hidrométricas consideradas para determinar la generalización.

De manera similar al caso de la escorrentía mínima, con base en los datos de las Tablas 10 y 11, se elaboraron relaciones de generalización para unos coeficientes aproximados K_m , en función del área de la cuenca (Figura 72 a) y $K_p\%$, relacionados también con el área de drenaje (Figura 72 b), así como para los valores orientativos de la escorrentía máxima de diversas probabilidades estadísticas, en función de la elevación media de la cuenca (Figura 73 a) y para los caudales máximos aproximados de probabilidades correspondientes, en relación con las áreas de captación (Figura 73 b).

Las relaciones de generalización indicadas permiten el cálculo indirecto del orden de magnitud de los caudales máximos instantáneos anuales de diversas probabilidades estadísticas, en secciones del Zulia Superior que carecen de datos hidrométricos directos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que tales valores no se pueden considerar sino solamente de carácter orientativo.

En todas las gráficas que conducen al cálculo indirecto de caudales máximos se consideran para generalización las envolventes superiores que conducen a resultados más desfavorables en cuanto al costo de las obras y de los aprovechamientos de agua. Las razones son similares a las del caso de la generalización de caudales mínimos, con la única diferencia que, en este caso, la deforestación progresiva y el avance de los procesos de erosión indican para el futuro caudales máximos mayores.

Además del análisis de caudales máximos, se estudió el material hidrométrico disponible para obtener ciertas indicaciones concretas en relación con las características de avenidas.

TABLA No.10

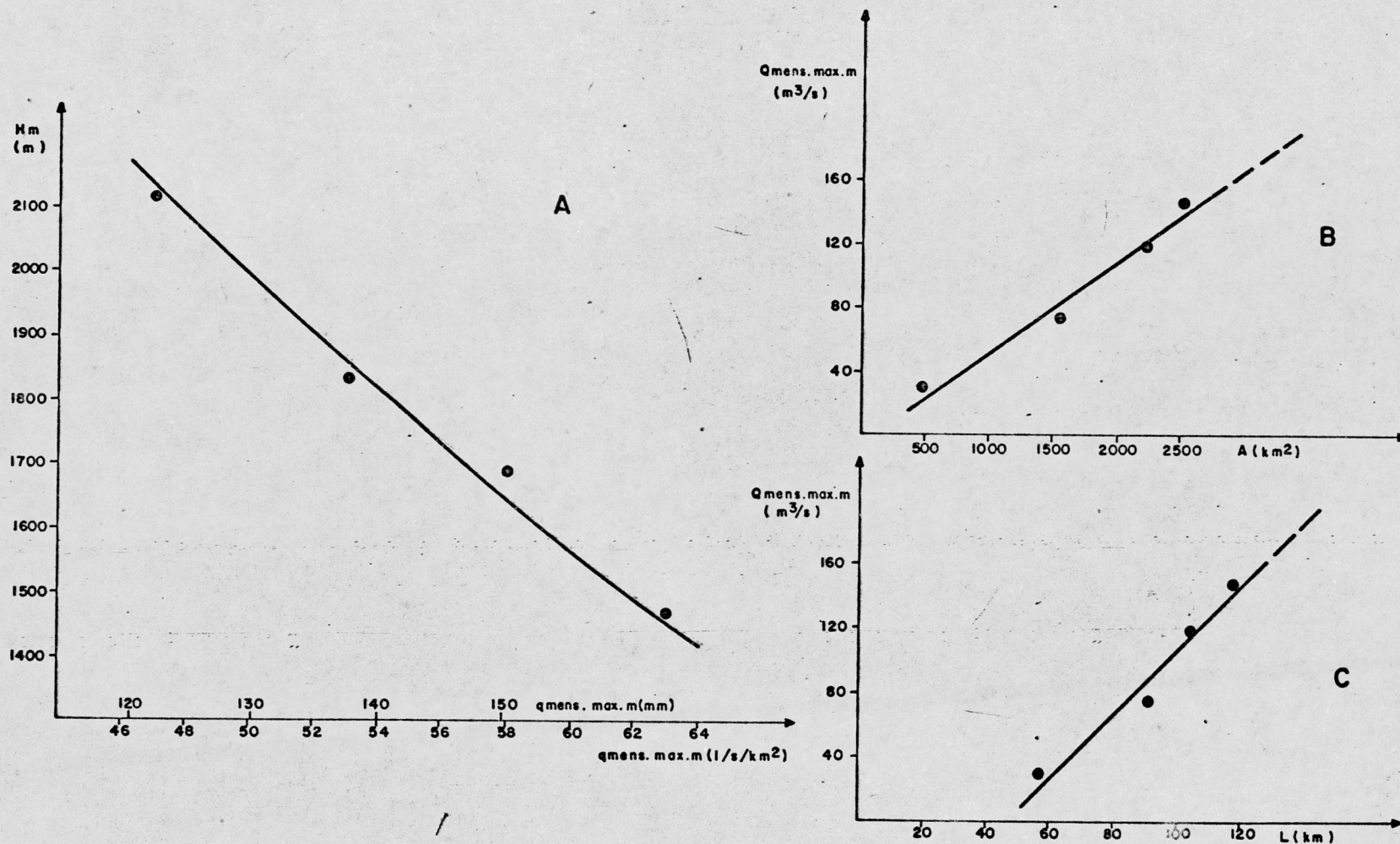
CAUDALES MAXIMOS CARACTERISTICOS
EN LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL ZULIA SUPERIOR
(m³/s)

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Qmens. max. m.	Km	Qmax. inst. m.	K 20%	Qmax. inst. 20%	K 10%	Qmax. inst. 10%	K 5%	Qmax. inst. 5%	K 3%	Qmax. inst. 3%	K 1%	Qmax. inst. 1%
1	Zulia	Pte. Zulia	75	9,0	680	1,5	1000	1,9	1300	2,4	1600	2,8	1900	3,5	2400
2	Zulia	Pte. Ospina	120	11,6	1390	1,4	2000	1,8	2500	2,2	3100	2,5	3500	3,2	4500
3	Zulia	Pajarito	147	10,7	1570	1,5	2400	1,9	3000	2,3	3600	2,6	4100	3,2	5100
4	Peralonso	Cornejo	29,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA No.11

RENDIMIENTOS MAXIMOS CARACTERISTICOS
EN LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL ZULIA SUPERIOR
(l/s /km²)

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)	qmens. max. m.	qmax. inst. m.	qmax. inst. de probabilidad				
								20%	10%	5%	3%	1%
1	Zulia	Pte. Zulia	91	1579	2110	47	430	630	820	1010	1200	1520
2	Zulia	Pte. Ospina	104	2248	1830	53	620	890	1110	1380	1560	2000
3	Zulia	Pajarito	118	2538	1690	58	620	940	1180	1420	1610	2010
4	Peralonso	Cornejo	56	472	1470	63	-	-	-	-	-	-



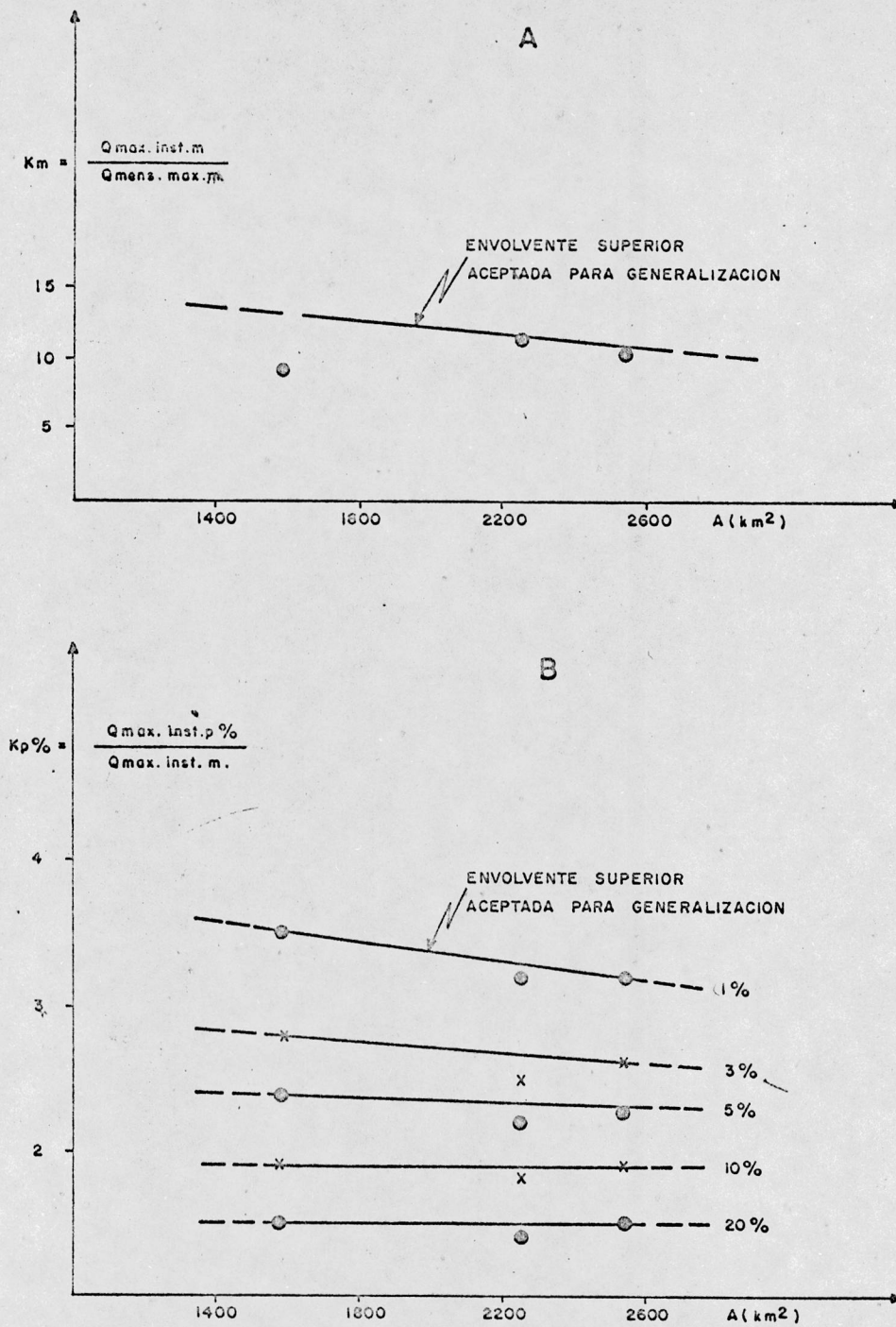
RELACIONES DE GENERALIZACION DE CAUDALES MENSUALES MAXIMOS EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL ZULIA SUPERIOR

A - ESCORRENTIA MEDIA MULTIANUAL DEL MES MAS HUMEDO (qmens. max. m.) - ELEVACION MEDIA DE LA CUENCA (Hm)

B - CAUDAL MEDIO MULTIANUAL DEL MES MAS HUMEDO (Qmens. max. m.) - AREA DE LA CUENCA (A)

C - CAUDAL MEDIO MULTIANUAL DEL MES MAS HUMEDO (Qmens. max. m.) - LONGITUD DE LA CORRIENTE (L)

FIGURA 71



RELACIONES DE GENERALIZACION DE COEFICIENTES PARA DETERMINACION
DE CAUDALES MAXIMOS EN EL ZULIA SUPERIOR

A - K_m

B - $K_p \%$

FIGURA 72

FIGURA 73

Un análisis sumario de las características de avenidas registradas en las estaciones del río Zulia conduce a la conclusión general de que no se trata de avenidas unitarias, sino de aguas altas de carácter complejo, conformadas por varias avenidas superpuestas. Por tal razón, no se analizaron avenidas unitarias, por no constituir fenómenos característicos, sino los períodos anuales de aguas máximas, determinándose, para las tres estaciones hidrométricas del río Zulia, los valores que se indican en la Tabla 12.

Con el fin de disponer de la posibilidad de deducir las características medias de períodos anuales de aguas altas en secciones del Zulia Superior que carecen de datos hidrométricos, se determinaron relaciones de generalización del tipo:

$$\begin{aligned}T_s &= f(L) \\T_t &= f(L) \\W &= f(A)\end{aligned}$$

en donde:

- T_s = Tiempo o duración media de subida o crecida del período anual de aguas altas, en días
- T_t = Tiempo medio o duración media total del período anual de aguas altas, en días
- W = Volúmen medio del período anual de aguas altas, en millones de m^3
- f = Función distinta en cada relación.

Estas relaciones (Figura 74) permiten determinar las principales características medias de los períodos anuales de aguas altas en secciones del Zulia Superior a las cuales les corresponden cuencas de condiciones fisiográficas similares a las áreas de captación de las tres estaciones hidrométricas consideradas.

El análisis orientativo de la frecuencia de los volúmenes anuales correspondientes a los períodos de aguas altas pudiera conducir a valores aproximados que permitan establecer una relación de generalización del tipo:

$$W_p\% = f(A)$$

en donde:

- $W_p\%$ = Volúmen del período anual de aguas altas de diversas probabilidades estadísticas, en millones de m^3
- A = Área de la cuenca en, km^2
- f = Función distinta en cada relación.

TABLA No. 12

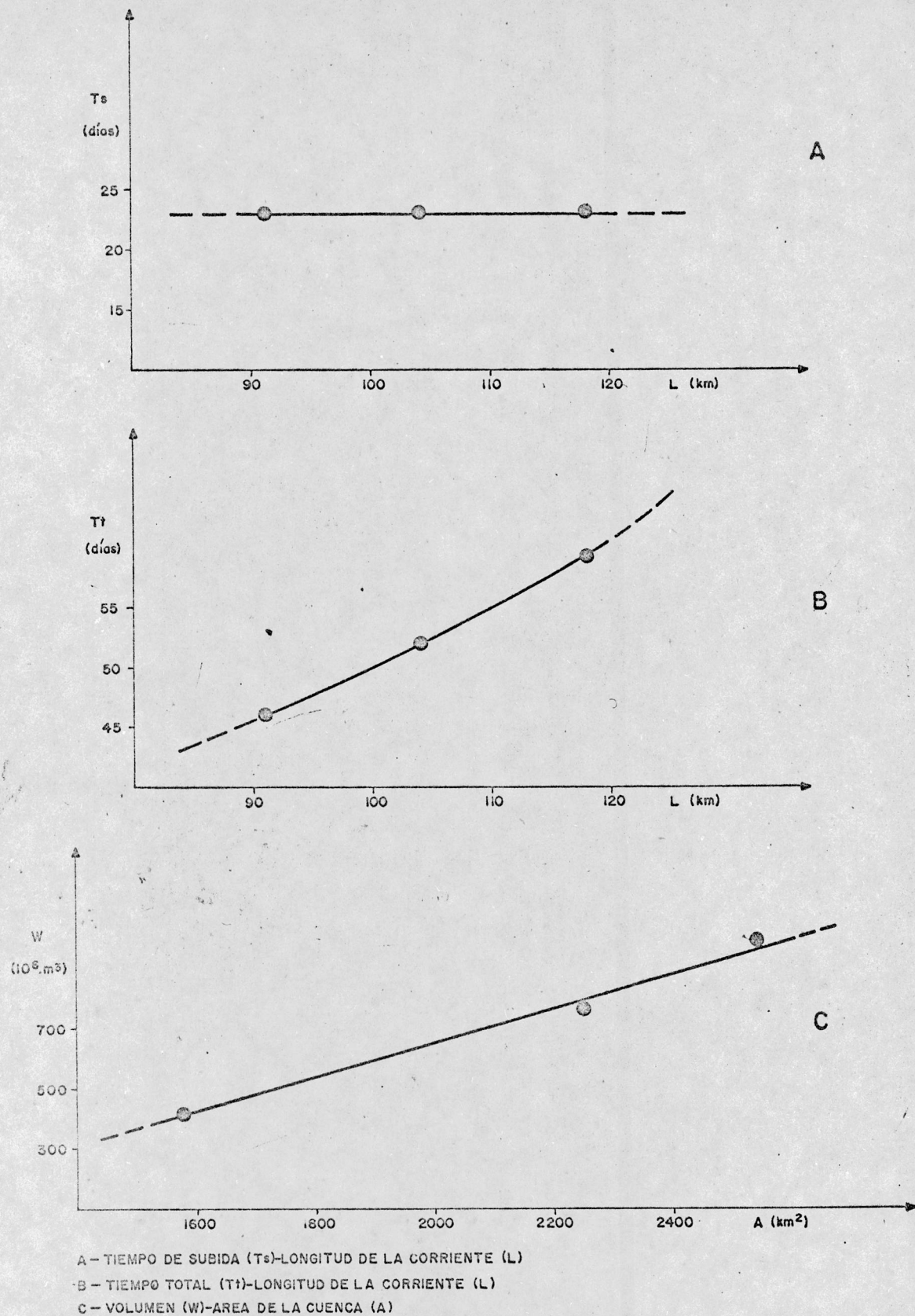
CARACTERISTICAS MEDIAS
DE PERIODOS ANUALES DE AGUAS ALTAS
EN LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL ZULIA SUPERIOR

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. med. (m)	Tiempo de subida Ts (días)	Tiempo total Tt (días)	Volumen W (10 ⁶ m ³)	Espesor medio escurrido (mm)
1	Zulia	Pte. Zulia	91	1579	2110	23	46	413	262
2	Zulia	Pte. Ospina	104	2248	1830	23	52	762	339
3	Zulia	Pajarito	118	2538	1690	23	59	987	387

1

97

1



RELACIONES DE GENERALIZACION DE CARACTERISTICAS MEDIAS DE PERIODOS ANUALES DE AGUAS ALTAS EN EL ZULIA SUPERIOR

FIGURA 74

Estas relaciones permitirían determinar volúmenes anuales de períodos de aguas altas (de diversas probabilidades estadísticas) en secciones del Zulia Superior que carezcan de información hidrométrica directa, lo que pudiera constituir una base para cálculo indirecto de caudales máximos correspondientes, a través de correlaciones.

8. Conclusiones

La evaluación preliminar de los datos pluviométricos e hidrométricos disponibles en la cuenca hidrográfica del Catatumbo Superior ofrece ideas generales sobre la variación territorial y dentro del año de la precipitación media, así como sobre ciertos aspectos del régimen hidrológico (escorrentía media, mínima y máxima).

La interpretación de los datos directos no se limita a conclusiones de orden cualitativo, sino también conduce a determinación de relaciones de generalización y elaboración de mapas con isolíneas que permiten el cálculo indirecto del orden de magnitud de parámetros hidrométricos y pluviométricos en sitios que carecen de mediciones directas. Sin embargo, se debe recalcar el hecho de que, debido a la escasez de datos directos, las generalizaciones y los mapas con isolíneas tienen sólo carácter orientativo, por lo que los valores determinados con base en estos instrumentos de cálculo no pueden ser más que aproximados.

A causa de la misma escasez de datos hidrométricos y meteorológicos directos, este estudio se limita solamente a la evaluación de algunos aspectos del régimen hidrológico de las corrientes de agua de la región, sin existir la posibilidad de analizar parámetros como las cargas de sedimentos, la temperatura y las características físicas, químicas y biológicas de las aguas, etc. y tampoco la posibilidad de determinar la variación interanual y territorial de las más importantes características hidrológicas en toda la cuenca considerada.

Con el fin de obtener información básica más completa y de mayor confianza cualitativa, se deben organizar estudios hidrometeorológicos sistemáticos, por duración de varios decenios. En este sentido, en la misma publicación, se indican las sugerencias del caso para la organización de la red hidrométrica básica en una primera fase, así como para la organización de una actividad hidrológica óptima, en una fase ulterior.

SILVIU STANESCU
Experto Hidrólogo OMM/FE

FELIX DARIO SANCHEZ
Ingeniero Hidrólogo SCMH

Bogotá, Mayo de 1971

PROYECTO
DE ORGANIZACION DE LA RED HIDROMETRICA
EN LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LOS RIOS
ZULIA, SARDINATA Y CATATUMBO HASTA LA FRONTERA
CON VENEZUELA

1. Los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo tienen en el territorio de Colombia cuencas hidrográficas que suman una superficie total de aproximadamente 16.000 km². Las áreas drenadas, hasta la frontera con Venezuela, corresponden a las vertientes orientales de la Cordillera Oriental. La divisoria de agua que limita dichas cuencas hacia el occidente corresponde a una cadena de montañas altas, que se elevan a más de 4000 m en las partes sur-occidentales (Páramo de Berlín) y van disminuyendo hacia el norte, manteniéndose por encima de 2000 m de altitud (Serranía de los Motilones).

La inclinación general nor-oriental de las vertientes drenadas indica rasgos climáticos similares en todas las tres cuencas, pero ciertas cadenas montañosas divisorias, así como el ramal montañoso de la Cordillera Oriental que se dirige hacia el nor-oriental, en territorio venezolano, al oriente de Cúcuta, constituyen barreras montañosas para la circulación de las masas de aire, razón por la cual cada una de dichas cuencas se caracteriza por régimen pluviométrico relativamente distinto. En directa relación con estos aspectos, la capa vegetal, los suelos y otros aspectos fisiográficos genéticos del régimen hidrológico tienen caracteres específicos en cada cuenca, de donde se deduce que los regímenes hidrológicos de las tres cuencas son también diferentes. En este sentido, ciertos detalles sobre los rasgos generales y específicos de los regímenes pluviométrico e hidrológico en dichas cuencas se pueden analizar en la evaluación preliminar de los datos pluviométricos e hidrométricos que se presenta en la misma publicación.

2. Las razones indicadas condujeron a la conclusión de que, para fines de organización de la red hidrométrica, se debe considerar cada cuenca aparte, resultando 3 zonas:

- .1 La cuenca hidrográfica del río Zulia
- .2 La cuenca hidrográfica del río Sardinata
- .3 La cuenca hidrográfica del río Catatumbo.

En cada una de estas, la distribución de las estaciones hidrométricas se analiza en función de las gamas de variación de áreas y elevaciones medias de cuencas, como principales elementos genéticos del régimen hidrológico. Para dichos fines, los datos morfométricos se han calculado en base de mapas de escala 1 : 100.000 y se presentan en los anexos 1, 2 y 3. Además, en la selección de sectores para estaciones hidrométricas se tienen en cuenta las principales necesidades económicas de la zona, especialmente para hidroenergía, regadío, drenaje y aprovechamiento de agua potable, así como las necesidades básicas de datos hidrológicos para organizar la defensa contra avenidas, inundaciones y sequías.

Para establecer el número total de las estaciones previstas a conformar la red básica, se tienen en cuenta las indicaciones de la Guía de Prácticas Hidrometeorológicas de la OMM que recomienda, para una red mínima de aforos en zonas montañosas de clima tropical, densidades de una estación por 300 a 1000 km².

En fin, dentro de la red hidrométrica básica proyectada se ha tratado de incluir el mayor número posible de estaciones existentes o que han sido operadas en el pasado.

Cabe recalcar el hecho de que, la aplicación de dichos criterios de organización de la red hidrométrica está limitada por la escasez o falta total de vías de penetración en ciertas regiones, especialmente hacia el norte, en la cuenca del Catatumbo Superior.

3. La conformación de la red hidrométrica básica en la cuenca hidrográfica del río Zulia (Área de captación de 5400 km² aproximadamente, en la frontera con Venezuela, antes de la confluencia con Grita) se realiza a base de ciertas estaciones existentes, operadas por INCORA, y otras nuevas, llegándose a un total de 7 estaciones de base, lo que significa una densidad de 770 km² por estación. La ubicación de dichas estaciones se indica en la figura 1. Su distribución, en función de las gamas de variación de áreas y elevaciones medias de cuencas, se indica en el gráfico presentado en la figura 2.

Las 7 estaciones seleccionadas para conformar la red hidrométrica básica en la cuenca del Zulia y sus principales características morfométricas se indican en la siguiente tabla:

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)	Observ.
1	Zulia	Pte. Zulia	91	1579	2110	Existente
2	Zulia	Pajarito	118	2538	1690	Existente
3	Zulia	Pto. León	180	5360	1340	
4	Pamplonita	Pamplonita - Planta Elect.	27	125	2720	
5	Pamplonita	Pte. Donjuana	57	426	1980	
6	Pamplonita	Aguaclara	145	2020	1340	Existente
7	Peralonso	Cornejo	56	472	1470	Existente

Entre las cuatro estaciones existentes sólo Zulia-Pajarito está equipada con limnógrafo, las otras funcionando con programas de aforos y miras.

Además de las estaciones seleccionadas para la red hidrométrica básica, seguirán funcionando, con programas de aforos, en la cuenca del Zulia, otras 3 estaciones hidrométricas (Figura 1), dotadas de mira, las cuales proporcionarán información adicional. Las principales características morfométricas de 2 de dichas estaciones (en cuencas que se encuentran en Colombia), se indican en la siguiente tabla:

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)	Observ.
1	Zulia	Pte. Ospina	104	2248	1830	
2	Floresta	Villa Olga	33	174	330	

La tercera estación es Grita-Pto. Santander, y se refiere a una cuenca hidrográfica ubicada en gran parte en Venezuela, por lo que sus principales características morfométricas todavía no se conocen con debida exactitud.

Las 3 estaciones denominadas seguirán siendo operadas por el INCORA, para fines específicos.

4. En la cuenca hidrográfica del río Sardinata (aproximadamente 3300 km² hasta el sitio Tres Bocas, punto fronterizo con Venezuela) se han previsto en total, para conformar la red hidrométrica básica, 4 estaciones, lo que significa una densidad de 820 km² por estación. La ubicación de estas estaciones se indica en la figura 1. Su distribución, en función de las gamas de variación de áreas y elevaciones medias de cuencas, se indica en la figura 3. Las principales características morfométricas de dichas estaciones se indican en la siguiente tabla:

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)
8	Sardinata	Pte. Sardinata	45	907	1880
9	Sardinata	Campo 2	105	1816	1140
10	Nuevo Presidente	Campo 3	54	604	710
11	Tibú	Campo 6	29	349	620

Al tener en cuenta que la cuenca hidrográfica del río Sardinata se encuentra en un área de interferencia de influencias que penetran tanto del norte, de la cuenca del Catatumbo, como del sur, de la cuenca del Zulia, se puede contar con ciertas posibilidades de enlace entre los datos hidrométricos de dicha cuenca y los datos de las otras dos. Se pueden considerar, para tales fines, las estaciones Tarra-Pte. Tarra, de la cuenca del Catatumbo (proyectada) y Peralonso-Cornejo, de la cuenca del Zulia (en operación).

5. En la cuenca hidrográfica del río Catatumbo (8200 km² aproximadamente, hasta la frontera con Venezuela, aguas abajo de la confluencia con el Río de Oro) se han seleccionado, para la red hidrométrica básica, 8 estaciones, lo que significa una densidad promedio de 1000 km² aproximadamente por estación. Dicha densidad, al límite de las recomendaciones de la OMM para una red mínima de aforos, resulta prácticamente muy difícil de mejorar, en la actual etapa, por la falta casi total de vías de penetración en la cuenca hidrográfica del Río de Oro.

La ubicación de las estaciones seleccionadas se indica en la figura 1. Su distribución, en función de las gamas de variación de áreas y elevaciones medias de cuencas, se indica en la figura 4.

Dichas estaciones y sus características morfométricas principales se indican en la siguiente tabla:

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)	Observ.
12	Río Frío (Catatumbo)	Las Vegas	17	67	2510	Existente
13	Algodonal (Catatumbo)	Cabaña	50	498	2000	
14	Catatumbo	15 Letras	98	1377	1580	
15	Catatumbo	Pto. Barco	210	5179	1260	Existente
16	Oroque	Oroque	25	104	2630	Existente
17	Tarra	Pte. Abrego- Sardinata	33	278	2840	
18	Tarra	Pte. Tarra	121	1656	1740	
19	Río de Oro	Río de Oro	138	2760	840	Ubicación aproximada

Entre las 3 estaciones existentes, 2 disponen de instalaciones de limnógrafo y la tercera sólo de mira. En todas se realizan programas de aforos.

La ubicación de la estación Río de Oro-Río de Oro queda todavía pendiente. Su emplazamiento se hará definitivo después de contar con una vía de acceso aceptable, desde Puerto Barco a Río de Oro. Como consecuencia, la construcción de las instalaciones de dicha estación se realizará en una fase posterior.

Además de las estaciones seleccionadas para conformar la red hidrométrica básica, seguirán en funcionamiento otras 3 estaciones hidrométricas, operadas por INCORA y SCMH, tanto para fines específicos de riego en la zona de Abrego, así como para poner las bases de una actividad hidrométrica intensiva en la cuenca hidrográfica del Alto Catatumbo, la cual se puede tomar en consideración como cuenca representativa.

Dichas estaciones y sus principales características morfométricas se indican en la siguiente tabla:

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)	Observ.
1	La Soledad	La Soledad	11	30	2250	Valores
2	El Molino	Bocatoma	6	8	2800	morfométricos
3	Campanario	Campanario	4	6	2500	aproximados

Dos de estas estaciones están ya dotadas de perfiles artificiales invariables de control hidrométrico (La Soledad - La Soledad y El Molino - Bocatoma).

6. Todas las estaciones previstas a conformar la red hidrométrica básica serán dotadas de mira, punto fijo de referencia, limnógrafo e instalación de aforos (esta última, en el caso de que los puentes existentes resulten inadecuados para aforar).

Ciertas secciones de las estaciones previstas necesitarán mejoramientos y adecuación de cauce o construcción de vertederos (o perfiles artificiales invariables de control hidrométrico).

La red básica proyectada será conformada por un total de 19 estaciones, lo que significa un promedio de 800 km² aproximadamente por estación. Dicha densidad está dentro de las previsiones de la OMM para una red mínima de aforos en zonas montañosas de clima tropical.

Además, se podrá contar con la información adicional proporcionada por las 6 estaciones existentes que continuarán la actividad hidrométrica, para fines específicos locales.

Una vez conformada, la red hidrométrica básica proyectada estará en capacidad de proporcionar los datos necesarios para evaluar el potencial hidrológico global de las zonas consideradas, determinar relaciones de generalización y el orden de magnitud de los principales valores característicos del régimen hidrológico, en secciones de interés práctico, para obras de aprovechamiento de aguas, así como para poner las bases de la actividad de defensa para evitar o disminuir los daños provocados por avenidas, inundaciones y sequías.

Dado el hecho de que todas las cuencas analizadas tienen continuación en el territorio de Venezuela, el proyecto de organización de la red hidrométrica en dichas zonas adquiere importancia también para las áreas correspondientes a los cursos inferiores de los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo, ubicados en territorio venezolano.

7. Teniendo en cuenta las necesidades de desarrollo económico previsto para los siguientes decenios, en las cuencas hidrográficas consideradas, se debe pensar no solamente en estudios hidrológicos básicos, sino también en estudios hidrológicos de cierto detalle, para proyección, ejecución y explotación de obras hidroeléctricas, de drenaje y regadío, aprovechamientos de agua potable, embalses para fines múltiples, explotación racional de las aguas, actividades de predicción hidrológica y defensa, para evitar o disminuir los daños producidos por avenidas, inundaciones y sequías, etc.

Dichos criterios imponen establecer los lineamientos generales de un proyecto de red hidrométrica con miras hacia una actividad hidrológica óptima.

Resulta que, en una segunda fase de organización de la red hidrométrica, se deberá poner en operación un número mucho mayor de estaciones nuevas.

Los emplazamientos aproximados de dichas estaciones se indican en la siguiente tabla:

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Observaciones
1	Táchira	Sector Herrán - Ragonvalia	-
2	Táchira	Aguas arriba de Pte. Internacional (Cúcuta - San Antonio)	-
3	Zulia	Arriba confl. con Cucutilla	Aguas abajo de Mutiscua

No.	Corriente de agua	Estación hidrométrica	Observaciones
4	Cucutilla	Cucutilla	Eventualmente aguas-arriba de Cucutilla
5	Zulia	Pte. Carr. Arboledas-Bochalema	Eventualmente entre las confluencias con Cucutilla y Arboledas
6	Arboledas	Arboledas	Eventualmente aguas arriba de Arboledas
7	Salazar	Salazar	Eventualmente aguas arriba de Salazar
8	Sardinata	Arriba confl. con San Juan	-
9	San Juan	Arriba desembocadura en Sardinata	-
10	Riecito	Sardinata	Eventualmente aguas arriba de Sardinata
11	San Miguel	Arriba de desembocadura en Sardinata	-
12	Nuevo Presidente	Arriba confl. con Danta	-
13	Danta	Arriba confl. con Nuevo Presidente	-
14	Socuavo del Norte	Carretera Tibú-Pto. Barco	-
15	Tejo	Arriba de desembocadura en Catatumbo	Aguas abajo de la confl. con R. de Oro
16	Tiradera	Arriba de desembocadura en Catatumbo	Abajo de confl. con Cartagena
17	Borra (Candelaria)	Arriba de desembocadura en Tarra	-
18	San Miguelito	Arriba de desembocadura en Catatumbo	Se puede reemplazar por Brandy-desembocadura en Catatumbo
19	Río de Oro	Abajo confl. con Q. Sin Nombre	-
20	Río de Oro (Suroeste)	Abajo confl. con Platanares	-
21	Intermedio	Arriba de desembocadura en Suroeste (Río de Oro)	-

En la actualidad, la mayoría de dichas secciones se encuentran alejadas de las vías de comunicación. El potencial técnico-económico del SCMH no permitiría ponerlas en funcionamiento, mientras que, otras partes del país, igualmente importantes económicamente, quedarían sin redes hidrométricas básicas.

En consecuencia, la realización de esta segunda fase de desarrollo de los estudios hidrológicos queda pendiente de la obtención de recursos suplementarios y se podría realizar paulatinamente, en función de la construcción de vías de penetración en las zonas actualmente aisladas.

8. En conclusión, el proyecto de la red hidrométrica en las cuencas hidrográficas de los ríos Zulia, Sardinata y Catatumbo contempla 3 aspectos principales:

.1 La puesta en marcha de una red hidrométrica básica, conformada por 19 estaciones, entre las cuales 12 nuevas y 7 existentes (de estas últimas, 6 necesitan equipo e instalaciones adicionales). Dicha red constituye el objetivo de la primera fase de realización de este proyecto.

.2 La continuación de la actividad hidrométrica en 6 estaciones existentes, para fines específicos (de regadío y drenaje).

.3 La puesta en marcha de una red hidrométrica suplementaria, conformada por 21 estaciones, para completar la información hidrológica básica, con miras hacia unos estudios hidrométricos óptimos. Dicha red constituye el objetivo de una fase posterior de realización de este proyecto.

En conjunto, en las cuencas del Zulia, Sardinata y Catatumbo resultan necesarias 25 estaciones hidrométricas, en la primera fase (19 básicas y 6 para fines específicos), y 21 estaciones, en la segunda fase de conformación de la red hidrométrica. Del total necesario de 46 estaciones, sólo 13 son existentes, pero la mayoría de estas últimas necesitan mejoras, equipo e instalaciones adicionales.

SILVIU STANESCU
Experto Hidrólogo OMM/FE

FELIX DARIO SANCHEZ
Ingeniero Hidrólogo SCMH

Bogotá, Marzo de 1971

- 15) Catatumbo - Pto. Barco
- 16) Oroque - Oroque
- 17) Tarra - Pte. Abrego - Sardinata
- 18) Tarra - Pte. Tarra
- 19) Río de Oro - Río de Oro

FIGURA 1

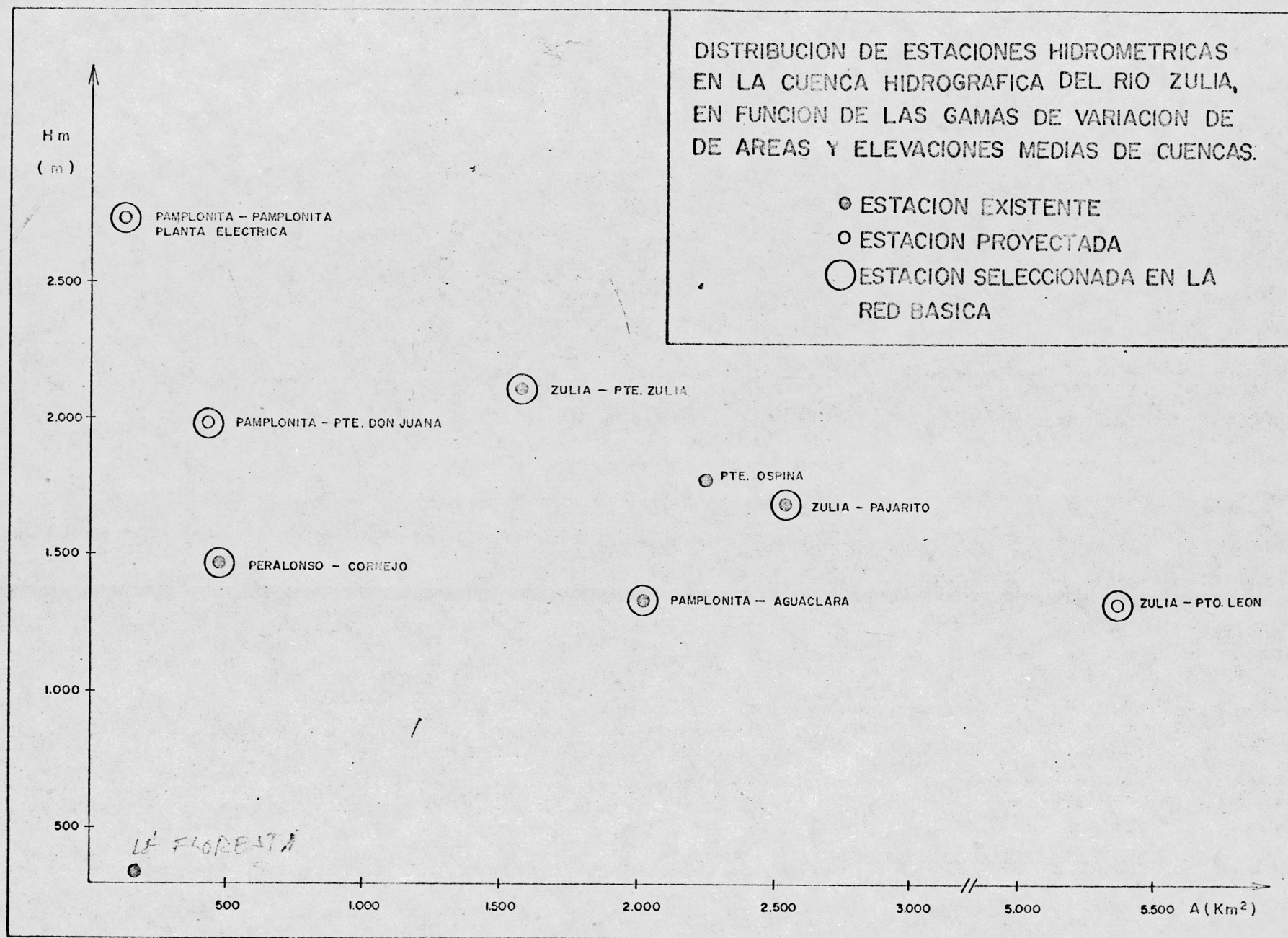


FIGURA 2

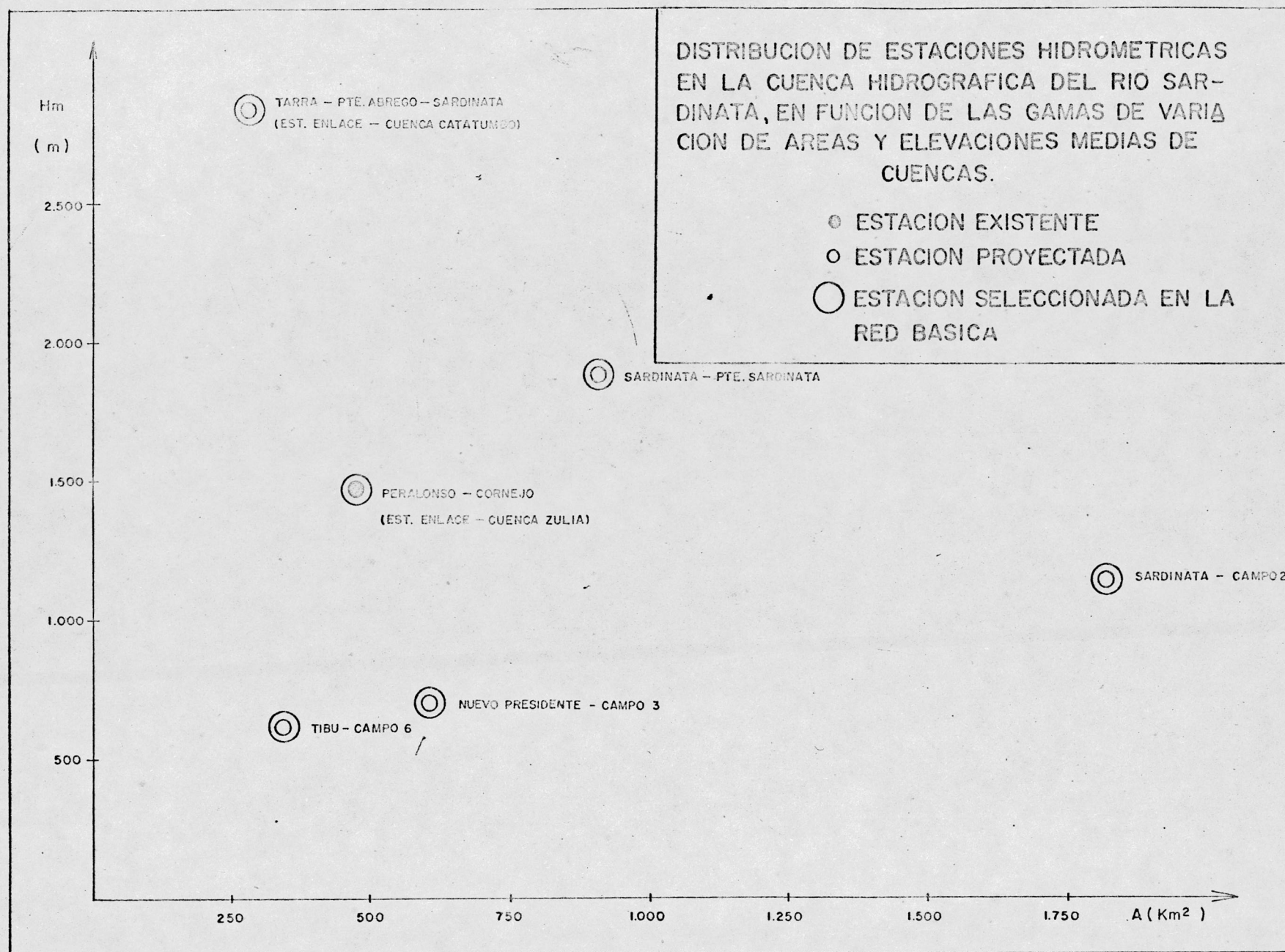


FIGURA 3

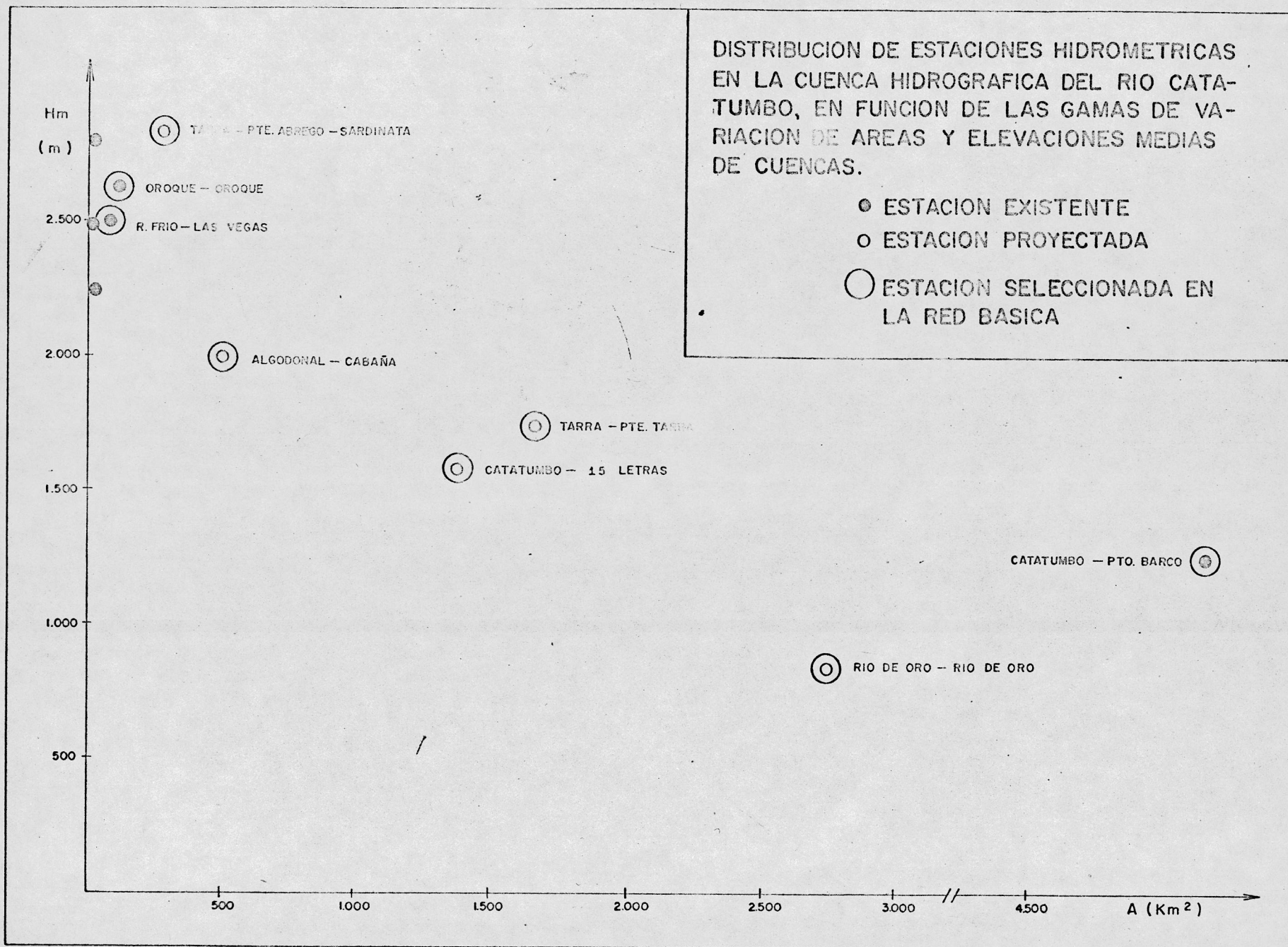


FIGURA 4

DATOS MORFOMETRICOS PRINCIPALES
EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO ZULIA

Mapa del IGAC - Escala 1:100.000

No.	Corriente de agua	Punto (Sección)	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)
1	Zulia (La Plata)	Puente carretera Mutiscua	15	58	3.430
2	Zulia (La Plata)	Puente Sapa	26	206	3.170
3	Zulia (Sulasquilla)	Puente carretera Zarzal	35	274	3.010
4	Zulia (Sulasquilla)	Abajo confl. con Q. La Juana	36	300	3.000
5	Zulia (Sulasquilla)	Arriba confl. con Cucutilla	47	395	2.790
6	Cucutilla	Desemb. en Sulasquilla	25	151	2.840
7	Zulia (Sulasquilla)	Abajo confl. con Cucutilla	47	546	2.800
8	Zulia (Sulasquilla)	Pte. carretera Arboledas-Bochalema	54	626	2.670
9	Zulia (Cucutilla)	Arriba confl. con Arboledas	57	631	2.660
10	Arboledas	Arriba confl. con Q. Helech	18	131	2.800
11	Helech	Desembocadura en Arboledas	16	79	2.640
12	Arboledas	Abajo confl. con Helech	18	210	2.740
13	Arboledas	Puente Arboledas	30	366	2.450
14	Arboledas	Desembocadura en Cucutilla	33	386	2.390
15	Zulia (Cucutilla)	Abajo confl. con Arboledas	57	1017	2.560
16	Zulia	Pte. carr. Arboledas-Duranía	64	1100	2.480
17	Zulia	Pte. carr. Salazar-Hato Viejo	77	1193	2.370
18	Zulia	Arriba confl. con Salazar	79	1202	2.360
19	Salazar (Santamaría)	Pte. carr. Salazar-Arboledas	21	114	1.990
20	Salazar	Desemb. en Zulia	34	220	1.620
21	Zulia	Abajo confl. con Salazar	79	1422	2.240
22	Zulia	Arriba confl. con Ocarena	90	1463	2.200
23	Ocarena	Desemb. en Zulia	25	115	1.010

No.	Corriente de agua	Punto (Sección)	Long. (km)	Area (km2)	Elev. media (m)
24	Zulia	Abajo confl. con Ocarena	90	1.578	2110
25	Zulia	Est. hidrom. San Javier o Pte. Zulia	91	1.579	2110
26	Zulia	Arriba confl. con Peralonso	101	1.618	2070
27	Peralonso	Pte. carretera San José - La Aurora	25	122	2350
28	Peralonso	Arriba confl. con Volcana	35	239	1870
29	Volcana	Desemb. en Peralonso	19	92	1670
30	Peralonso	Abajo confl. con Volcana	35	331	1810
31	Peralonso	Est. hidrom. Cornejo	56	472	1470
32	Peralonso	Desemb. en Zulia	58	475	1460
33	Zulia	Abajo confl. con Peralonso	101	2.093	1930
34	Zulia	Est. hidrom. Pte. Ospina	104	2.248	1830
35	Zulia	Arriba confl. con La Colorada	117	2.329	1780
36	La Colorada (Cupe- rena)	Pte. carr. Parroquita	17	127	1010
37	La Colorada	Pte. carr. La Culebra - Zulia	23	186	840
38	La Colorada	Desemb. en Zulia	28	208	790
39	Zulia	Abajo confl. con La Colorada	117	2.537	1690
40	Zulia	Est. hidrom. Pajarito	118	2.538	1690
41	Zulia	Arriba confl. con La Floresta	173	2.947	1490
42	La Floresta	Arriba confl. con La Espinera	18	82	400
43	La Espinera	Desemb. en La Floresta	18	55	330
44	La Floresta	Abajo confl. con La Espinera	18	137	370
45	La Floresta	Est. hidrom. Villa Olga	33	174	330
46	La Floresta	Desemb. en Zulia	54	279	250
47	Zulia	Abajo confl. con La Floresta	173	3.226	1380
48	Zulia	Arriba confl. con Pamplonita	175	3.251	1370
49	Pamplonita (Monte dentro)	Pte. carr. Pamplona-Pamplonita	10	46	2700

No.	Corriente de agua	Punto (Sección)	Long. (km)	Area (km2)	Elev. media (m)
50	Pamplonita	Pte. carr. Pamplonita	26	122	2750
51	Pamplonita	Pamplonita - Planta Eléctrica	27	125	2720
52	Pamplonita	Pte. carr. Pamplonita - Arboledos	38	253	2410
53	Pamplonita	Pte. carr. Bochalema - Chinácota	47	344	2130
54	Pamplonita	Pte. Donjuana	57	426	1980
55	Pamplonita	Arriba confl. con Iscalá	58	427	1980
56	Iscalá	Desemb. en Pamplonita	28	115	1780
57	Pamplonita	Abajo confl. con Iscalá	58	542	1930
58	Pamplonita	Arriba confl. con Honda	60	557	1910
59	Honda	Desemb. en Pamplonita	26	83	1940
60	Pamplonita	Abajo confl. con Honda	60	640	1910
61	Pamplonita	Pte. carr. Cúcuta	85	867	1610
62	Pamplonita	Arriba confl. con Táchira	92	889	1570
63*	Táchira (Oroque)	Carret. Herrán	14	100	2430
64	Táchira	Miraflores	44	380	1830
65	Táchira	Pte. Internacional	51	600	1760
66	Táchira	Desemb. en Pamplonita	66	700	1550
67	Pamplonita	Abajo confl. con Táchira	92	1589	1560
68	Pamplonita	Pte. carr. Algarrobo	111	1850	1500
69	Pamplonita	Est. hidrom. Agua Clara	145	2020	1340
70	Pamplonita	Pte. carr. Pto. Santander	164	2055	1310
71	Pamplonita	Desemb. en Zulia	168	2060	1300
72	Zulia	Abajo confl. con Pamplonita	175	5311	1340
73	Zulia	Pto. León	180	5360	1340
74	Zulia	Arriba confl. con La Grita	190	5410	1330

* Los ríos que sirven de límites fronterizos con Venezuela, (Numerados 63 a 74) tienen datos aproximados que se han determinado en mapas de escala 1:100.000 para la parte colombiana y 1:1.500.000 para la parte venezolana.

DATOS MORFOMETRICOS PRINCIPALES EN LA CUENCA
HIDROGRAFICA DEL RIO SARDINATA

MAPA DEL DANE ESCALA 1:100.000

No.	Corriente de agua	Sección (Punto)	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)
1	Sardinata	Arriba confl. con Aguablanca	13	89	2860
2	Aguablanca	Desemb. en Sardinata	8	92	3060
3	Sardinata	Abajo confl. con Aguablanca	13	181	2960
4	Sardinata(Playones)	Abajo confl. con Q. Pagüita	25	334	2620
5	Sardinata	Arriba confl. con Sanjuana (Pte. carr.)	40	456	2280
6	San Juana	Arriba confl. con Aguablanca	20	127	1740
7	San Juana	Desemb. en Sardinata	26	241	1680
8	Sardinata	Abajo confl. con San Juana	40	697	2070
9	Sardinata	Arriba confl. con Riecito	45	725	2020
10	Riecito	Pte. Carretera (Sardinata)	27	171	1390
11	Riecito	Desemb. en Sardinata	30	182	1330
12	Sardinata	Abajo confl. con Riecito (Pte. Sardinata)	45	907	1880
13	Sardinata	Arriba confl. con Q. Carmen	57	1028	1750
14	Sardinata	Abajo confl. con Q. (sin nombre)	68	1146	1630
15	Sardinata	Arriba confl. con San Miguel	95	1628	1480
16	San Miguel	3 km abajo confl. Q. Panelas	32	282	460
17	San Miguel	Desemb. en Sardinata	45	450	410
18	Sardinata	Abajo confl. con San Miguel	95	1718	1200
19	Sardinata	Pte. carr. Campo 2	105	1816	1140
20	Sardinata	Arriba confl. con Nuevo Presidente	132	1948	1060
21	Nuevo Presidente	Arriba confl. con Danta	30	187	730
22	Danta	Abajo confl. con Caño Negro	13	172	1170

No.	Corriente de agua	Sección (Punto)	Long (km)	Area (km2)	Elev. media (m)
23	Danta	Desemb. en Nuevo Presidente	39	331	850
24	Nuevo Presidente	Abajo confl. con Danta	39	518	810
25	Nuevo Presidente	Pte. Campo 3	54	604	710
26	Nuevo Presidente	Arriba confl. con Q. Victoria	68	696	630
27	Victoria	Desemb. en Nuevo Presidente	34	180	200
28	Nuevo Presidente	Abajo confl. con Victoria	68	876	550
29	Nuevo Presidente	Desemb. en Sardinata (Pte. Carretera Tibú)	72	880	550
30	Sardinata	Abajo confl. con Nuevo Presidente	132	2828	900
31	Sardinata	Arriba confl. con Tibú	134	2830	900
32	Tibú	Pte. Campo 6	29	349	620
33	Tibú	Desemb. en Sardinata (Pte. Carretera)	50	456	330
34	Sardinata	Abajo confl. con Tibú	134	3286	820
1	Socuavo del Sur	Frontera con Venezuela	40	411	100
2	Socuavo del Norte	Frontera con Venezuela	45	438	100

DATOS MORFOMETRICOS PRINCIPALES EN LA CUENCA
HIDROGRAFICA DEL RIO CATATUMBO

ANEXO 3

MAPA DEL DANE ESCALA 1:100.000

No.	Corriente de agua	Sección (Punto)	Long. (km)	Area (km ²)	Elev. media (m)
1	Catatumbo (R. Frío)	Arriba confl. con Q. Cabras	17	49	2650
2	Campanario (Cabras)	Est. hidrom. Campanario	4	6	2500
3	Cabras	Desemb. en R. Frío	10	18	2130
4	R. Frío (Catatumbo)	Abajo confl. con Cabras o Est. hidrom. Las Vegas	17	67	2510
5	R. Frío (Catatumbo)	Arriba confl. con La Soledad	20	75	2410
6	La Soledad	Est. hidrom. La Soledad (Desemb. en R. Frío)	11	30	2250
7	R. Frío (Catatumbo)	Abajo confl. con La Soledad	20	105	2360
8	Catatumbo (R. Frío)	Pte. Carretera Abrego-Sardinata	22	107	2340
9	Catatumbo (Frío)	Arriba confl. con Oroque	26	115	2320
10	Oroque	Arriba confl. con Las Lajas	18	75	2780
11	Oroque	Est. hidrom. Oroque	25	104	2630
12	Oroque	Desemb. en Frío	31	139	2350
13	Catatumbo (Frío)	Abajo confl. con Oroque	26	254	2340
14	Catatumbo (Algodonal)	Arriba confl. con El Molino	30	287	2250
15	El Molino	Est. hidrom. El Molino o Bocatoma	6	8	2800
16	El Molino	Desemb. en Algodonal (Catatumbo)	15	22	2090
17	Algodonal (Catatumbo)	Abajo confl. con El Molino	30	309	2240
18	Catatumbo (Algodonal)	Pte. Carretera La Playa-Abrego	42	466	2060
19	Catatumbo (Algodonal)	Cabaña	50	498	2000
20	Catatumbo (Carates)	Arriba confl. con Tejo	69	590	1900
21	Tejo	Ocaña	17	52	2050
22	Tejo	Arriba confl. con R. De Oro	23	75	1780

No.	Corriente de agua	Sección (Punto)	Long. (km)	Area (km2)	Elev. media (m)
23	Río de Oro	Desemb. en Tejo	28	129	1580
24	Tejo	Abajo confl. con R. de Oro	23	204	1650
25	Tejo	Desemb. en Carates	31	323	1570
26	Catatumbo(Carates)	Abajo confl. con Tejo	69	913	1790
27	Catatumbo	Arriba confl. con Cargamanta	80	978	1750
28	Cargamanta	Desemb. en Catatumbo	22	71	1720
29	Catatumbo	Abajo confl. con Cargamanta	80	1049	1750
30	Catatumbo	Est. hidrom. Teorama	81	1050	1750
31	Catatumbo	Arriba confl. con Q. Búrbura	92	1176	1660
32	Búrbura	Desemb. en Catatumbo	19	145	1210
33	Catatumbo	Abajo confl. con Búrbura	92	1321	1610
34	Catatumbo	Pte. 15 Letras	98	1377	1580
35	Catatumbo	Arriba confl. con Q. Tiradera	103	1454	1540
36	Tiradera	Arriba confl. con Cartagena	18	113	1330
37	Cartagena	Desemb. en Tiradera	26	275	1310
38	Tiradera	Abajo confl. con Cartagena	26	388	1320
39	Tiradera	Desemb. en Catatumbo	41	481	1210
40	Catatumbo	Abajo confl. con Tiradera	103	1935	1460
41	Catatumbo	Arriba confl. con Tarra	140	2312	1320
42	Tarra	Arriba confl. con Las Vueltas	20	150	2850
43	Tarra	Pte. Carretera Abrego-Sardinata	33	278	2840
44	Tarra	Pte. Carretera La Sierra - Uramita	46	441	2540
45	Tarra	Abajo confl. con Q. Los Indios	64	688	2190
46	Tarra	Confl. con Q. San Juan	71	776	2120
47	Tarra	Confl. con Q. Rincón	94	940	2010
48	Tarra	Arriba confl. con R. Borra	107	1070	1960
49	Borra (Candelaria)	Aguas abajo confl. con Q. Candelaria	17	86	1580

No.	Corriente de agua	Sección (Punto)	Long. (km)	Area (km2)	Elev. media (m)
50	Candelaria	Pte. Carretera Hacari	25	183	1540
51	Borra (Candelaria)	Desemb. en Tarra	55	439	1480
52	Tarra	Abajo confl. con Borra	107	1509	1820
53	Tarra	Pte. Tarra	121	1656	1740
54	Tarra	Desemb. en Catatumbo	126	1694	1710
55	Catatumbo	Abajo confl. con Tarra	140	4006	1490
56	Catatumbo	Arriba confl. con R. Orú	155	4084	1460
57	Orú	Desemb. en Catatumbo	20	94	650
58	Catatumbo	Abajo confl. con Orú	155	4178	1440
59	Catatumbo	Arriba confl. con San Miguelito	178	4458	1380
60	San Miguelito	Desemb. en Catatumbo	20	219	780
61	Catatumbo	Abajo confl. con San Miguelito	178	4677	1350
62	Catatumbo	Arriba confl. con El Brandy	193	4814	1320
63	El Brandy	Desemb. en Catatumbo	25	237	480
64	Catatumbo	Abajo confl. con Brandy	193	5051	1280
65	Catatumbo	Est. hidrom. Pto. Barco	210	5179	1260
66	Catatumbo	Arriba confl. con Río de Oro	240	5353	1220
67	Río de Oro (La Culebra)	Arriba confl. con Q. (Sin Nombre)	27	192	1160
68	Q. (Sin Nombre)	Desemb. en La Culebra	12	187	950
69	Río de Oro (La Culebra)	Abajo confl. con Q (Sin Nombre)	27	379	1060
70	Río de Oro (Suroeste)	Arriba confl. con Q. Plataneras	46	622	980
71	Q. Plataneras	Desemb. en Suroeste	27	222	740
72	Río de Oro(Suroeste)	Abajo confl. con Q. Plataneras	46	844	910
73	Río de Oro(Suroeste)	Arriba confl. con Corriente No. Dos	61	969	870
74	Corriente No. Dos	Desemb. en Suroeste	26	185	1050

No.	Corriente de agua	Sección (Punto)	Long. (km)	Area (km2)	Elev. media (m)
75	Río de Oro (Suroeste)	Abajo confl. con corriente No. Dos	61	1154	900
76	Río de Oro (Suroeste)	San Ciro	70	1347	870
77	Río de Oro (Suroeste)	Arriba confl. con Intermedio	94	1469	820
78	Intermedio	Arriba confl. con Del Norte	47	522	1080
79	Del Norte	Desemb. en Intermedio	42	442	1000
80	Intermedio	Abajo confl. con Del Norte	47	964	1040
81	Intermedio	Desemb. en Suroeste	48	965	1040
82	Río de Oro (Suroeste)	Abajo confl. con Intermedio	94	2434	910
83	Río de Oro	Arriba confl. con Tomás	116	2528	890
84	Tomás	Desemb. en Río de Oro	15	69	430
85	Río de Oro	Abajo confl. con Tomás	116	2597	880
86	Río de Oro	Río de Oro	138	2760	840
87	Río de Oro	Desemb. en Catatumbo	161	2869	810
88	Catatumbo	Abajo confl. con Río de Oro	240	8222	1080

PUBLICACIONES DEL
SERVICIO COLOMBIANO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

I BOLETINES METEOROLOGICOS MENSUALES

1. Septiembre de 1968. Bogotá, 1969.
2. Octubre de 1968. Bogotá, 1969.
3. Noviembre de 1968. Bogotá, 1969.
4. Agosto de 1968. Bogotá, 1969.
5. Diciembre de 1968. Bogotá, 1969.
6. Julio de 1968. Bogotá, 1969.
7. Junio de 1968. Bogotá, 1969.
8. Enero de 1969. Bogotá, 1969.
9. Febrero de 1969. Bogotá, 1969.
10. Marzo de 1969. Bogotá, 1969.
11. Mayo de 1968. Bogotá, 1970.
12. Abril de 1968. Bogotá, 1970.
13. Marzo de 1968. Bogotá, 1970.
14. Febrero de 1968. Bogotá, 1970.
15. Enero de 1968. Bogotá, 1970.
16. Abril de 1969. Bogotá, 1970.
17. Mayo de 1969. Bogotá, 1970.
18. Junio de 1969. Bogotá, 1970.
19. Julio de 1969. Bogotá, 1970.
20. Agosto de 1969. Bogotá, 1970.
21. Septiembre de 1969. Bogotá, 1970.
22. Octubre de 1969. Bogotá, 1971.
23. Noviembre de 1969. Bogotá, 1971.
24. Diciembre de 1969. Bogotá, 1971.

II BOLETINES CLIMATOLOGICOS MENSUALES

1. Enero de 1970. Bogotá, 1970.
2. Febrero de 1970. Bogotá, 1970.
3. Marzo de 1970. Bogotá, 1970.
4. Abril de 1970. Bogotá, 1970.
5. Mayo de 1970. Bogotá, 1970.
6. Junio de 1970. Bogotá, 1971.
7. Julio de 1970. Bogotá, 1971.
8. Agosto de 1970. Bogotá, 1971.

III BOLETINES CLIMATOLOGICOS ANUALES

1. Año 1963. Bogotá, 1970.

IV METEOROS

1. Bogotá, 1969.

Gabriel Echeverri Ossa - Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología.

Felipe Cancelado Muñoz - Meteorología.

Alberto Sánchez de la Calle - Hidrología.

Oswaldo F. Canziani - La Meteorología en el desarrollo económico.

2. Bogotá, 1970.

SCMH - Bogotá, Sede de la reunión meteorológica suramericana. Bogotá, 1970.

3. Bogotá, 1971.

SCMH - VI Congreso OMM 1971.

SCMH - Estación Receptora en Colombia de Información Meteorológica de Satelites Artificiales.

SCMH - Primer Simposio de Recursos Hídricos en Bogotá.

SCMH - Varios artículos y material de información.

Moreno Varon Rafael - Una labor callada.

V PUBLICACIONES APERIODICAS

1. Bogotá, 1969.

Silviu Stanescu - Problemas principales actuales de la organización de la red nacional de estaciones hidrológicas en Colombia.

Wulf Klohn - Criterios de la OMM para la red mínima de aforos y su aplicación a Colombia.

2. Bogotá, 1969.

Silviu Stanescu - Instrucciones para la elección de emplazamientos de estaciones fluviométricas y las instalaciones correspondientes.

3. Bogotá, 1969.

Wulf Klohn - Nota Técnica sobre procedimientos de aforo con molinete.

Wulf Klohn - Instrucciones para aforar con molinete.

Silviu Stanescu - Instrucciones para la actividad de las comisiones de aforo.

4. Bogotá, 1969.

Silviu Stanescu - Instalaciones para mediciones de niveles o alturas de las aguas (Instrucciones Técnicas) .

5. Bogotá, 1969.

Silviu Stanescu, Wulf Klohn, Alberto Sánchez de la Calle - Proyecto preliminar de organización de la red hidrológica en los grandes ríos navegables de Colombia.

6. Bogotá, 1970.

Wulf Klohn - Instrucciones para observadores de miras limnimétricas.

Wulf Klohn - Instrucciones para la inspección y mantenimiento de estaciones hidrométricas.

Wulf Klohn - Instrucciones para observadores de estaciones limnigráficas.

Wulf Klohn - Nota Técnica sobre las relaciones entre un servicio hidrometeorológico y observadores no funcionarios.

Silviu Stanescu y Jacobo López de Rego - Nota Técnica sobre sistemas de remuneración de los observadores hidrometeorológicos.

7. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu y Rafael Cantor - Proyecto de organización de la red hidrometeorológica en la cuenca del río Sumapaz.

Silviu Stanescu, Wulf Klohn y Germán Godoy - Proyecto para la organización de la red hidrológica y pluviométrica en la cuenca hidrográfica del río Combeima.

Silviu Stanescu y Carlos Bonilla Soto - Proyecto de organización de la red hidrológica en el Departamento de la Guajira (Colombia).

8. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu y Marco Aurelio Pastrana - Proyecto de organización de estudios hidrometeorológicos para el aumento del aprovechamiento de agua de la ciudad de Tunja.

Silviu Stanescu - Proyecto de organización de la red de estaciones hidrométricas en la cuenca del río Lebrija.

Wulf Klohn - Proyecto de la red de estaciones hidrométricas en la hoya del Sinú.

9. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu - Instalaciones para mediciones directas de caudales (Instrucciones Técnicas) .

Silviu Stanescu - Instalaciones para mediciones de velocidades de las corrientes de agua y para tomas de muestras de agua y sedimentos (Instrucciones Técnicas) .

Silviu Stanescu, Wulf Klohn y Alberto Sánchez de la Calle - Nota Técnica sobre posibilidades de operar estaciones hidrométricas (de aforos) ubicadas forzosamente en tramos de corrientes de cauce inestable.

10. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu - Instrucciones de procesamiento y análisis de la calidad de los datos hidrométricos para su publicación en anuarios hidrológicos.

11. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu - Proyecto para organizar la red de estaciones hidrométricas en las cuencas hidrográficas de los ríos La Miel, Samaná Sur, Gualí y Guarínó (Medio Magdalena).

Silviu Stanescu y Felix Darío Sánchez - Proyecto para organizar estudios hidrológicos y pluviométricos en la cuenca hidrográfica del río Vetás (Lebrija - Medio Magdalena).

Jorge H. Ramírez y Silviu Stanescu - Proyecto de la red de estaciones hidrométricas en la cuenca del Río Ariguaní (Bajo Magdalena).

12. Bogotá, 1970.

Wulf Klohn - Magnitudes fisiográficas e índices morfométricos relacionados con la hidrología.

Silviu Stanescu - Determinación práctica de las principales características morfométricas y fisiográficas de las cuencas hidrográficas y su aplicación en cálculos hidrológicos.

13. Bogotá, 1970.

Jacobo López de Rego - Organización de una red meteorológica general.

Jacobo López de Rego - Proyecto de la red meteorológica general colombiana de estaciones principales y de referencia.

Jacobo López de Rego y Rafael Cantor - Proyecto de organización de la red meteorológica para el Departamento de la Guajira (Colombia).

Jacobo López de Rego - Proyecto de la red meteorológica general en la cuenca media del Cauca.

14. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu y Wulf Klohn - Proyecto de organización de la red hidrométrica en la cuenca hidrográfica del Cauca Superior.

Wulf Klohn y Silviu Stanescu - Proyecto de organización de la red de estaciones hidrométricas en la región hidrográfica del Valle del Cauca.

Silviu Stanescu y Wulf Klohn - Proyecto de organización de la red hidrométrica en la cuenca hidrográfica del Cauca Medio.

15. Bogotá, 1970.

Wulf Klohn - La medición de sedimentos en suspensión.

Wulf Klohn - Instrucciones para obtener muestras de las corrientes de agua para medir materiales en suspensión.

Wulf Klohn - Instrucciones sobre cálculo de la carga de sedimentos en suspensión transportada por corrientes de agua.

Silviu Stanescu - Generalización y cálculo indirecto de cargas de sedimentos en suspensión.

16. Bogotá, 1970.

Wulf Klohn - La clasificación de los sedimentos.

Wulf Klohn - Instrucciones sobre procedimientos de laboratorio de sedimentos.

Wulf Klohn - Instrucciones para obtener muestras de aguas superficiales para medir propiedades químicas y biológicas.

Silviu Stanescu - Instalaciones para medición de concentración de disoluciones (Instrucciones Técnicas).

Silviu Stanescu - Instalaciones para medición de caudales de sedimentos arrastrados y movilidad de los cauces de corrientes (Instrucciones Técnicas).

17. Bogotá, 1970.

Wulf Klohn - Relaciones hidráulicas en estaciones hidrométricas.

Silviu Stanescu - Morfohidrografía del cauce de las corrientes y su relación con las curvas de gastos.

Wulf Klohn - El coeficiente de escurrimiento en cauces abiertos.

18. Bogotá, 1970.

Silviu Stanescu - Proyecto de la red hidrométrica básica en la cuenta

ca hidrográfica del Alto Magdalena hasta Natagaima.

Silviu Stanescu y Germán Godoy - Proyecto de organización de la red hidrométrica en la cuenca hidrográfica del Magdalena Superior entre Natagaima y Honda.

Julio Sánchez Ordoñez y Alfredo Rodríguez Grandas - Proyecto de organización de la red meteorológica y pluviométrica de la cuenca hidrográfica del Magdalena Superior.

19. Bogotá, 1971.

Alberto Sánchez de la Calle y Silviu Stanescu - Hidrología en Colombia.

Felipe Cancelado Muñoz - La meteorología en Colombia y su incidencia en los usos del agua.

Silviu Stanescu y Alberto Sánchez de la Calle - Control de avenidas, inundaciones y sequías.

Wulf Klohn - Problemas de erosión y sedimentación en Colombia.

20. Bogotá, 1971.

Silviu Stanescu - Proyecto de organización de la red hidrométrica en la cuenca hidrográfica del río Orteguaza (Alto Caquetá).

Jorge H. Ramírez A., Silviu Stanescu, Alberto Sánchez de la Calle - Proyecto de la red hidrométrica en la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Wulf Klohn, Eduardo Plata, Marco A. Pastrana - Proyecto de organización de la red hidrométrica en la cuenca hidrográfica de los ríos Patía y Güiza.

Wulf Klohn, Eduardo Plata - Proyecto de organización de la red hidrométrica en la cuenca hidrográfica del río San Juan.

Silviu Stanescu, Felix Darío Sánchez, Julio Sánchez - Proyecto de organización de estudios hidrometeorológicos para el aprovechamiento de agua de Acerías Paz del Río.

21. Bogotá, 1971.

Silviu Stanescu y Felix Darío Sánchez - Estudio de las precipita-

ciones medias en la cuenca hidrográfica del río Bogotá.

Silviu Stanescu y Jorge H. Ramirez A. - Posibilidades de aumentar el aprovechamiento de agua potable en la Isla de San Andrés.

22. Bogotá, 1971.

Wulf Klohn - El método de ~~área~~- pendiente para el cálculo indirecto de caudales.

Wulf Klohn - Instrucciones para el rastreo de crecidas por el método ~~área~~ - pendiente.

Wulf Klohn - Aforos por dilución de trazadores.

Wulf Klohn - Medición de sedimentos en lagos y embalses.

Silviu Stanescu - Actividades hidrológicas expedicionales.

Wulf Klohn - El nuevo sistema internacional de unidades y su repercusión en hidrología y meteorología.

VI OTRAS PUBLICACIONES

1. Sánchez de la Calle A. y Stanescu S. - Algunas sugerencias sobre la organización de estudios hidrológicos sistemáticos para diversos aprovechamientos de agua en Colombia. Material presentado a la XII Asamblea General de la ACODAL. Popayán, Colombia, 1969.
2. Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología - Qué es un servicio de meteorología e hidrología ? Bogotá, Colombia, 1970.
3. Sánchez Ordóñez Julio - Manual de Instrucciones para el observador de la estación pluviométrica. Bogotá, 1970.
4. SCMH - Manual de Primeros Auxilios. Bogotá, 1970.
5. Gabriel Echeverri Ossa - Documento presentado por el Director General del SCMH al Seminario sobre líneas de acción en el Sector Agropecuario. Bogotá, Colombia, 1971.
6. Hamon J. - Información fotográfica recibida de los satélites meteorológicos - Sistema A. P. T. Bogotá, Colombia, 1971.