

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS
REPUBLICA DE VENEZUELA



**ESTUDIO DE LA CUENCA TRIBUTARIA
DEL LAGO DE VALENCIA**

**Hidrología
Aguas Subterráneas
Aspectos Sanitarios**

Por:

Ing. Rafael Condit

Hidro. Vicente E. Zapata G.

“ Angel Aristides Guerra Y.

“ Alfredo Quintero G.

I N D I C E

- 1 INTRODUCCION
- 1.1 OBJETIVO
- 1.2 DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA
- 2 DESARROLLO
- 2.1 PERIODO DE ESTUDIO
- 2.2 PLUVIOMETRIA
- 2.2.1 RED DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS
- 2.2.2 ESTACIONES PILOTO
- 2.2.3 ESTACIONES CON REGISTRO INCOMPLETO
- 2.2.4 PRECIPITACION MEDIA EN LA CUENCA
- 2.2.5 VOLUMEN MAXIMO MEDIO Y MINIMO ANUAL PRECIPITADO
- 2.2.6 RANGO DE VARIACION DE LA PRECIPITACION EN LAS SUBCUENCAS
- 2.3 ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL
- 2.3.1 GASTO MEDIO ANUAL, LAMINA ESCURRIDA, COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
- 2.3.2 CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LAS SUBCUENCAS
- 2.3.3 FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO
- 2.3.4 RELACION ENTRE EL INCREMENTO DE LA PRECIPITACION Y EL INCREMENTO DEL ESCURRIMIENTO.

2.4 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

2.5 EVAPOTRANSPIRACION REAL

3 BALANCE GENERAL DEL LAGO - RENDIMIENTO - ASPECTO SANITARIO Y USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL LAGO.

1.1. OBJETIVO. - El presente trabajo tiene por objeto el hacer una evaluación preliminar de los recursos hídricos de que se dispone en la zona. Sirve también como punto de comparación con trabajos similares, realizados o por realizarse, a fin de establecer diferencias en las conclusiones, o determinar si han ocurrido variaciones en la hidrología y climatología de la cuenca.

1.2. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA. - La cuenca del Lago de Valencia está comprendida entre la serranía del Litoral y la serranía del Interior de la Cordillera de la Costa.

Territorialmente comprende la casi totalidad de los Estados Aragua y Carabobo, de los cuales se excluyen: del primero el Distrito Urdaneta, y del segundo Puerto Cabello y Turiamo.

Tiene una extensión de 3035 Km², y constituye la única cuenca cerrada natural del País. Una tercera parte de esta área la constituyen terrenos llanos destinados a explotación intensiva de la agricultura y la ganadería. El cultivo más importante es la caña de azúcar que se industrializa en centrales ubicados en la misma zona. También existe una considerable explotación ganadera de leche.

Según el censo de población de 1959, la población urbana de

la zona ascendía a 400.000 habitantes.

Los Estados Aragua y Carabobo son polos industriales de primer orden dentro del desarrollo general del País.

Varios factores de primerísima importancia determinan este hecho, entre otros: bajo costo de instalación, cercanía a los grandes centros de consumo, la no existencia de limitaciones en el abastecimiento de agua con fines industriales. En particular, con respecto a esta última cuestión, cada industria posee su propia fuente de abastecimiento, constituida por pozos de alta producción perforados en un acuífero relativamente rico y de gran extensión horizontal.

Existen en la cuenca unos 30 ríos y quebradas, en once de los cuales se hacen mediciones a cargo del Ministerio de Obras Públicas y del Instituto Nacional de Obras Sanitarias.

La temperatura media anual es alrededor de 24.6 grados centígrados. Las máximas temperaturas ocurren en abril, la media para este mes supera con frecuencia los 26°C. Las mínimas ocurren en enero. Existen diferencias pronunciadas de temperatura entre las zonas bajas y altas de la cuenca.

Se ha venido observando un desecamiento continuo y pronunciado del Lago de Valencia, pues en 1901 el área de la superficie del Lago era de 485Km². (*), y actualmente es de 376 Km².

Según J. S. Gschwendtner, la cota del Lago en enero de 1960 era de 406.80 mts., y para el 17 de enero de 1962 de 405.78 mts.

Según O. Jelambi la cota del Lago para el 16 de enero de 1963 era de 405,46 mts.

(*) Estimación hecha por Constructora Suma, en un informe a Funval en base al trabajo de A. Bockh: "El Deseccamiento del Lago de Valencia".

2.1. PERIODO DE ESTUDIO. - El punto de partida corresponde a la escogencia de un período base, lo más homogéneo posible en cuanto a mediciones se refiere de los parámetros meteorológicos y climáticos.

Aunque en la zona existen estaciones con largo registro de lluvias, el número de tales estaciones no es suficiente ni tienen una distribución adecuada dentro de la cuenca que permitan la selección de un largo período base. Lo mismo ocurre con las estaciones hidrométricas y las estaciones climatológicas.

Hemos encontrado conveniente la selección de un período base de trece años comprendido entre los años climáticos 1951/52 y 1963/64. En adelante al mencionar "período base" hacemos referencia a éste período.

2.2. PLUVIOMETRIA

2.2.1. RED DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS. - Existen dentro de la cuenca alrededor de 45 estaciones, y otras 16 en las inmediaciones, cuya distribución en conjunto permite el trazado de isoyetas.

El cuadro 2.2.1 es una lista de las estaciones pluviométricas y pluviográficas que se han tomado en cuenta en la realización de este trabajo.

CUADRO 2.2.1

HOYA DEL LAGO DE VALENCIA: RED DE ESTACIONES PLUVIOGRAFICAS

<u>ESTACION</u>	<u>LATITUD</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>ELEV.</u>	<u>PRECIPITACION</u>
1481 Aguirre	10° 11'	67° 20'		1038
1497 Ancon	10° 03'	67° 28'	600	844
1457 Buen Paso	10° 18'	67° 14'	502	816
0463 Cabrera	10° 16'	67° 41'	444	969
1472 Cagua	10° 11'	67° 27'	456	1002
1483 Casupito	10° 08'	67° 26'		1208
0497 Cenizas	10° 01'	67° 33'	680	749
1433 Colonia Tovar	10° 25'	67° 17'	1798	1112
1465 Consejo	10° 15'	67° 16'	640	1039
1467 Consejo	10° 14'	67° 15'		1065
0468 Gonzalito	10° 17'	67° 31'	445	864
1451 Guayabita	10° 15'	67° 28'	495	887
0487 Guacamaya	10° 03'	67° 39'	1000	1090
9344 Lagunita	10° 23'	67° 20'	1940	1343
0458 Maracay GF	10° 15'	67° 37'	450	812
0456 Maracay BR	10° 15'	67° 38'	442	820
0447 Maracay CIA	10° 17'	67° 36'	470	950
0436 Maracay Li	10° 18'	67° 38'	460	1064
0467 Maracay Prv	10° 14'	67° 31'	460	856
0437 Maracay Tri	10° 17'	67° 36'	455	941
0499 Minas	10° 03'	67° 30'	575	809
1492 Montero	10° 02'	67° 28'	500	915
1431 Olga Elena	10° 14'	67° 24'		1125

CUADRO 2.2.1. CONTINUACION

<u>ESTACION</u>	<u>LATITUD</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>ELEV.</u>	<u>PRECIPITACION</u>
1490 Palmar	10° 12'	67° 26'	445	1031
1443 Pedregal	10° 19'	67° 22'	1000	1058
0460 Pereña	10° 14'	67° 31'		858
1444 Pie de Cerro	10° 19'	67° 19'	780	929
1432 Portachuelo	10° 25'	67° 22'	1577	1577
0426 Rancho Grande	10° 22'	67° 41'	1126	1726
1442 El Roble	10° 22'	67° 11'	1500	1018
1477 San Mateo	10° 13'	67° 25'	565	1011
1486 San Cruz	10° 11'	67° 31'		1044
1484 Suata Caserio	10° 09'	67° 23'	548	1098
1475 Suata Embalse	10° 12'	67° 23'	538	927
1494 Taiguaguay	10° 09'	67° 29'		926
0472 Tocarón Case rio	10° 07'	67° 35'	400	827
1471 Toreña-Hda.	10° 11'	67° 29'	438	996
9366 La Victoria	10° 13'	67° 20'	550	1057
9392 Villa de Cura	10° 02'	67° 20'	527	828
0489 Agua Blanca	10° 02'	67° 51'	500	1273
0495 Caruto	10° 00'	67° 42'	750	1093
0491 Dos Bocas	10° 02'	67° 56'	700	1641
0452 Guacara	10° 14'	67° 53'		942
1358 Guataparó Cia	10° 15'	68° 04'	750	1150
1359 Guataparó Diq.	10° 14'	68° 04'	750	1193
2404 Manuare	09° 57'	67° 46'	750	1173

CUADRO 2.2.1 CONTINUACION

<u>ESTACION</u>	<u>LATITUD</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>ELEV</u>	<u>PRECIPITACION</u>
0471 San Blas	10° 09'	67° 59'	650	1153
1387 San Luis	10° 09'	68° 03'	450	1099
0444 San Joaquín	10° 16'	67° 47'	860	840
1399 Tocuyito	10° 06'	68° 05'	500	1258
1386 El Torito	10° 11'	68° 08'	500	1345
1376 El Torito, Calf	10° 12'	68° 08'		1441
0488 El Trompillo	10° 04'	67° 47'		907
1378 Valencia Av. Bolívar	10° 11'	68° 03'	480	1140
1379 Valencia Nisp	10° 11'	67° 53'	478	1064
0423 Vigerima	10° 21'	67° 53'	585	1333
0480 Yuma	10° 07'	67° 42'		

CAPITULO 2

DESARROLLO

2.2.2. ESTACIONES PILOTO. - De acuerdo con el período base la mayoría de las estaciones presentan un registro completo, sin embargo, alguno que otro mes faltante se ha completado por el método normal radial.

A cada una de las estaciones piloto se les hizo la curva "Masa Diferencial" con el objeto de compensar con ellas los registros incompletos de aquellas estaciones cuyo tiempo de funcionamiento no se ajustaba al período base.

2.2.3. ESTACIONES CON REGISTRO INCOMPLETO. - Los registros incompletos se han hecho representativos del período empleando las curvas de masa diferencial de las estaciones piloto, conforme a lo expuesto en el número anterior. Los registros pluviométricos compensados pueden verse en los cuadros RC-1 á RC-5.

2.2.4. PRECIPITACION MEDIA EN LA CUENCA. - La precipitación media anual en la cuenca, incluido el Lago, es del orden de 1024 mm. y sin incluir el Lago es de 1050 mm.

En términos generales, la precipitación decrece desde los límites de la cuenca hacia el Lago donde ocurre la mínima precipitación estimada entre 800 y 750 mm.

Se distinguen dos centros de alta precipitación: en la ladera de la serranía del Litoral (Rancho Grande) donde alcanza 1700 mm., y en la ladera de la serranía del Interior (Dos Bocas) 1600 mm.

CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA: ESTACIONES PILOTO

CUADRO 2.2.2

<u>INDICE</u>	<u>ESTACION</u>	<u>UBICACION</u>	<u>CONTROL</u>	<u>TIPO</u>	<u>REGISTRO</u>
1451	Guayabita	Aragua	OP	R	4/40
1471	Toreña	Aragua	OP	R	6/49
1472	Cagua-Planta	Aragua	CE	C	4/40
0487	Guacamaya	Aragua	OP	R	4/52
0458	Maracay GFV	Aragua	PR	C	1/51
1444	Pie del Cerro	Aragua	OP	R	10/39
0437	Trinidad	Aragua	AS	C	4/26
1497	Ancon	Aragua	OP	C	6/51
1475	Suata Embalse	Aragua	OP	R	9/44
9344	La Lagunita	Aragua	OS	R	8/49
9366	La Victoria	Aragua	OS	R	11/48
0489	Agua Blanca	Carabobo	OP	C	1/50
0452	Guacara	Carabobo	OP	R	4/50

CUADRO RC-1

- 9 -

REGISTROS PLUVIOMETRICOS COMPENSADOS AL PERIODO 1951/52 - 1963/64 SEGUN

LA ESTACION PILOTO: GUACARA

INDICE	ESTACION	PERIODO CONSIDERADO	PROMEDIO REGIST.	CORRECCION	PROMEDIO COMP.	OBSERVACION
0451	San Diego	1959/60-1963/64	923	-5 %	877	
0444	San Joaquín	1954/55-1963/64	875	-4 %	840	

ESTACION PILOTO: GUACAMAYA

INDICE	ESTACION	PERIODO CONSIDERANDO	PROMEDIO REGIST.	CORRECCION	PROMEDIO COMP.	OBSERVACION
0480	Yuma	1960/61-1963/64	1272	-2 %	1247	

CUADRO RC-2

- 10 -

REGISTROS PLUVIOMETRICOS COMPENSADOS AL PERIODO 1951-52-1963/64 SEGUN LA

ESTACION PILOTO: SUATA EMBALSE

INDICE	ESTACION	PERIODO CONSIDERADO	PROMEDIO REGIST.	CORRECCION	PROMEDIO COMP.	OBSERVACION
1477	San Mateo	1955/56-1963/64	963	+ 5 %	1011	
1431	Olga Elena	1960/61-1963/64	1131	- 0.5 %	1125	

ESTACION PILOTO: PIE DEL CERRO

INDICE	ESTACION	PERIODO CONSIDERADO	PROMEDIO REGIST.	CORRECCION	PROMEDIO COMP.	OBSERVACION
1443	Pedregal	1959/60-1963/64	1058	-----	1058	

CUADRO RC-3

- 11 -

REGISTROS PLUVIOMETRICOS COMPENSADOS AL PERIODO 1951/52-1963/64 SEGUN LA

ESTACION PILOTO: LA VICTORIA

<u>INDICE</u>	<u>ESTACION</u>	<u>PERIODO</u> <u>CONSIDERADO</u>	<u>PROMEDIO</u> <u>REGIST.</u>	<u>CORRECCION</u>	<u>PROMEDIO</u> <u>COMP.</u>	<u>OBSERVACION</u>
1465	El Consejo	1954/55-1963/64	1013	+ 2.6 %	1039	

ESTACION PILOTO: ANCON

<u>INDICE</u>	<u>ESTACION</u>	<u>PERIODO</u> <u>CONSIDERADO</u>	<u>PROMEDIO</u> <u>REGIST.</u>	<u>CORRECCION</u>	<u>PROMEDIO</u> <u>COMP.</u>	<u>OBSERVACION</u>
1497	Las Cenizas	1959/60-1963/64	735	+1.8 %	749	

CUADRO RC-4

- 12 -

REGISTROS PLUVIOMETRICOS COMPENSADOS EL PERIODO 1951-52-1963-64 SEGUN LA

ESTACION PILOTO: TOREÑA

<u>INDICE</u>	<u>ESTACION</u>	<u>PERIODO CONSIDERADO</u>	<u>PROMEDIO REGIST.</u>	<u>CORRECCION</u>	<u>PROMEDIO OBSERVACION COMP.</u>
1486	Santa Cruz	1960/61-1963/64	1016	+ 2.75 %	1044

ESTACION PILOTO: CAGUA PLANTA

<u>INDICE</u>	<u>ESTACION</u>	<u>PERIODO CONSIDERADO</u>	<u>PROMEDIO REGIST.</u>	<u>CORRECCION</u>	<u>PROMEDIO OBSERVACION COMP.</u>
1490	Palmar	1959/60-1963/64	1068	- 3.5 %	1031

CUADRO RC-5

- 13 -

REGISTROS PLUVIOMETRICOS COMPENSADOS AL PERIODO 1951-52-1963/64 SEGUN LA

ESTACION PILOTO: AGUA BLANCA

INDICE	ESTACION	PERIODO CONSIDERADO	PROMEDIO REGIST.	CORRECCION	PROMEDIO COMP.	OBSERVACION
0488	Trompillo	1959/60-1963/64	970	- 6.5 %	907	

ESTACION PILOTO: GUAYABITA

INDICE	ESTACION	PERIODO CONSIDERADO	PROMEDIO REGIST.	CORRECCION	PROMEDIO COMP.	OBSERVACION
0460	Pereña	1959/60-1963/64	903	= 5 %	858	
0468	Gonzalito	1960/61-1963/64	960	- 10 %	868	

2.2.5 DOBLE PLOTEO DE MASA. - Para corroborar la selección de las estaciones pilotos, se procedió a aplicarles el Método del Doble Ploteo de Masa, a fin de ver el comportamiento de las estaciones vecinas que por estar ubicadas en la zona de influencia de ésta se les hizo la corrección necesaria para hacer su período de registro representativo de 13 años.

Las curvas en cuestión se obtuvieron dibujando los valores de precipitación media acumulada del grupo contra la precipitación acumulada en la estación piloto.

Observamos que las relaciones obtenidas definen más o menos una línea recta.

Es de hacer notar que el número de estaciones consideradas en la aplicación del método referido es bastante escaso, por lo cual las relaciones obtenidas no son suficientemente representativas.

Para la aplicación de este Método, se han considerado períodos no menores de 5 años ni mayores de 10, por ser éstos los registros coincidentes entre las estaciones piloto y sus grupos.

2.2.6. HISTOGRAMAS DE LLUVIA. - Los histogramas de lluvia señalan claramente la existencia de dos períodos bien diferenciados: un período lluvioso entre mayo y octubre inclusive, y un período de sequía de noviembre a abril. De acuerdo con el cuadro 2.2.3, en el período lluvioso se concentra el 83% de la precipitación anual en la cuenca. El máximo ocurre en agosto, variando entre 114 mm. y 312 mm. La mínima precipitación ocurre -

en febrero (1%), variando entre 1 mm. y 28 mm.

Comparando los histogramas del período base con aquellos de período más largo, se concluye en que el régimen estacional de las lluvias no ha variado en los últimos 50 ó 60 años.

El cuadro 2.2.4 se obtuvo directamente de los cálculos que conlleva la elaboración de las curvas masa diferencial.

CUADRO 2.2.3.

- 16 -

HOYA DEL LAGO DE VALENCIA

DISTRIBUCION MEDIA MENSUAL DE LA PRECIPITACION-PERIODO CONSIDERADO: 1951/52-1963-64

ESTACION	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	MEDIA PARA EL PERIODO
La Lagunita	74	136	171	194	150	172	152	133	79	45	19	23	1343
La Victoria	37	111	152	186	147	147	110	44	15	8	6	5	1057
El Ancon	44	96	146	131	122	100	100	65	22	5	2	10	844
Guacara	47	111	167	147	161	136	100	51	14	2	2	4	942
Tocorón	33	98	119	122	146	130	87	59	22	3	3	6	827
Guayabita	35	102	124	131	152	142	94	68	22	5	3	9	887
Suata Embalse	33	106	134	166	155	142	96	59	17	6	4	10	927
Pie del Cerro	36	100	140	122	124	135	130	75	32	16	10	9	929
Trinidad	31	99	162	134	196	135	83	64	23	7	3	5	941
Cabrera	30	96	190	138	212	128	98	50	16	5	3	4	969
Dos Bocas	99	197	223	234	236	187	217	179	38	9	10	16	1641
San Luis Ofi.	57	151	163	189	176	138	149	48	12	7	5	4	1099
Las Minas	33	117	134	128	114	101	82	68	15	5	5	8	809
Vigirima	43	146	185	215	262	164	142	116	38	15	1	6	1333

CUADRO 2.2.3CONTINUACIONHOYA DEL LAGO DE VALENCIA

- 17 -

DISTRIBUCION MEDIA MENSUAL DE LA PRECIPITACION-PERIODO CONSIDERADO: 1951/52-1963/64

<u>ESTACION</u>	<u>ABR.</u>	<u>MAY.</u>	<u>JUN.</u>	<u>JUL.</u>	<u>AGO.</u>	<u>SEP.</u>	<u>OCT.</u>	<u>NOV.</u>	<u>DIC.</u>	<u>ENE.</u>	<u>FEB.</u>	<u>MAR.</u>	<u>MEDIA PARA EL PERIODO-</u>
Rancho Grande	70	149	225	253	312	237	148	147	81	41	28	41	1726
Taguaiguay	40	96	129	141	172	150	104	66	15	3	5	6	926
PROMEDIO	46	119	160	164	178	147	118	81	29	11	7	10	1075
PORCENTAJE	4	11	15	15	17	14	11	7	3	1	1	1	100

2.2.7 VOLUMEN MAXIMO, MEDIO Y MINIMO ANUAL PRECIPITADO

Considerando los valores obtenidos en el cuadro 2.2.4, y tomando en cuenta la precipitación media anual calculada anteriormente, se tiene:

Precipitación máxima..... $1024 + 30,1 \% = 1332 \text{ mm.}$

Precipitación mínima..... $1024 - 27,0 \% = 748 \text{ mm.}$

Estos valores junto con el área de la cuenca, nos permiten obtener lo siguiente:

Volumen máximo anual.... $4043 \times 10^6 \text{ M}^3/\text{año}$

Volumen medio anual..... $3108 \times 10^6 \text{ M}^3/\text{año}$

Volumen mínimo anual..... $2270 \times 10^6 \text{ M}^3/\text{año}$

2.2.8 RANGO DE VARIACIONES DE LA PRECIPITACION EN LAS SUBCUENCAS.

En el siguiente cuadro se dan los valores máximos y mínimos de la precipitación en varias de las subcuencas.

SUBCUENCA	MAXIMA mm.	MINIMA mm.	MEDIA mm.	RANGO mm.
Río Aragua	1261	852	1117	409
Río Guacara	1288	755	1054	533
Río Tocorón	1140	754	967	386
Río Minas	1112	669	825	443

ESTIMACION DE LOS VOLUMENES PRECIPITADOS: MAXIMO, MEDIO Y MINIMO ANUAL EN EL

PERIODO DE ESTUDIO

ESTACION	AÑO DE LA MAXIMA	MAXIMA EXCEDENCIA	AÑO DE LA MINIMA	MINIMA DEFICIENCIA
Caruto	1963 - 1964	+ 25,8	1956 - 1957	- 33,0
El Roble	1955 - 1956	+ 54,7	1951 - 1952	- 34,5
El Ancon	1951 - 1952	+ 38,8	1956 - 1957	- 25,2
La Victoria	1954 - 1955	+ 34,0	1957 - 1958	- 31,0
Toreña	1954 - 1955	+ 31,6	1957 - 1958	- 22,9
Maracay G. F.	1951 - 1952	+ 33,6	1957 - 1958	- 34,8
Guacara	1963 - 1964	+ 35,6	1957 - 1958	- 23,5
Cagua Planta	1960 - 1961	+ 26,2	1957 - 1958	- 30,6
Guacamaya	1955 - 1956	+ 13,3	1957 - 1958	- 25,7
Agua Blanca	1962 - 1963	+ 30,4	1957 - 1958	- 26,4
Guayabita	1955 - 1956	+ 19,8	1957 - 1958	- 20,9
Suata Embalse	1954 - 1955	+ 28,2	1956 - 1957	- 22,7
Pie del Cerro	1963 - 1964	+ 30,1	1956 - 1957	- 25,1
Trinidad	1958 - 1959	+ 19,1	1957 - 1958	- 21,1
PROMEDIO		+ 30,1		- 27,0

2.3. ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

2.3.1. GASTO MEDIO ANUAL. LAMINA ESCURRIDA. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.

El rendimiento de la hoya, calculado en base a los datos de diez de los tributarios y de estimaciones hechas en pequeñas quebradas, nos dan los siguientes valores:

Gasto medio anual..... 8 m³/seg.

Volumen anual..... 252 millones m³

Lámina escurrida..... 95 mm.

Coefficiente de escorrentía (cuenca)..... 9%

El cuadro E-1 resume los datos hidrológicos de los ríos controlados por el Ministerio de Obras Públicas, en él faltan el río Noguera y el río Maruria los cuales no se incluyen por no ajustarse el período de mediciones al período base, de todas maneras se incluyen junto con el río Limón y el río Maracay en el cuadro E-2.

El gráfico E-6, muestra la variación anual del coeficiente de escurrimiento para cuatro de los principales ríos de la cuenca. En todos ellos, se observa la tendencia a la baja.

CUADRO E-1

- 21 -

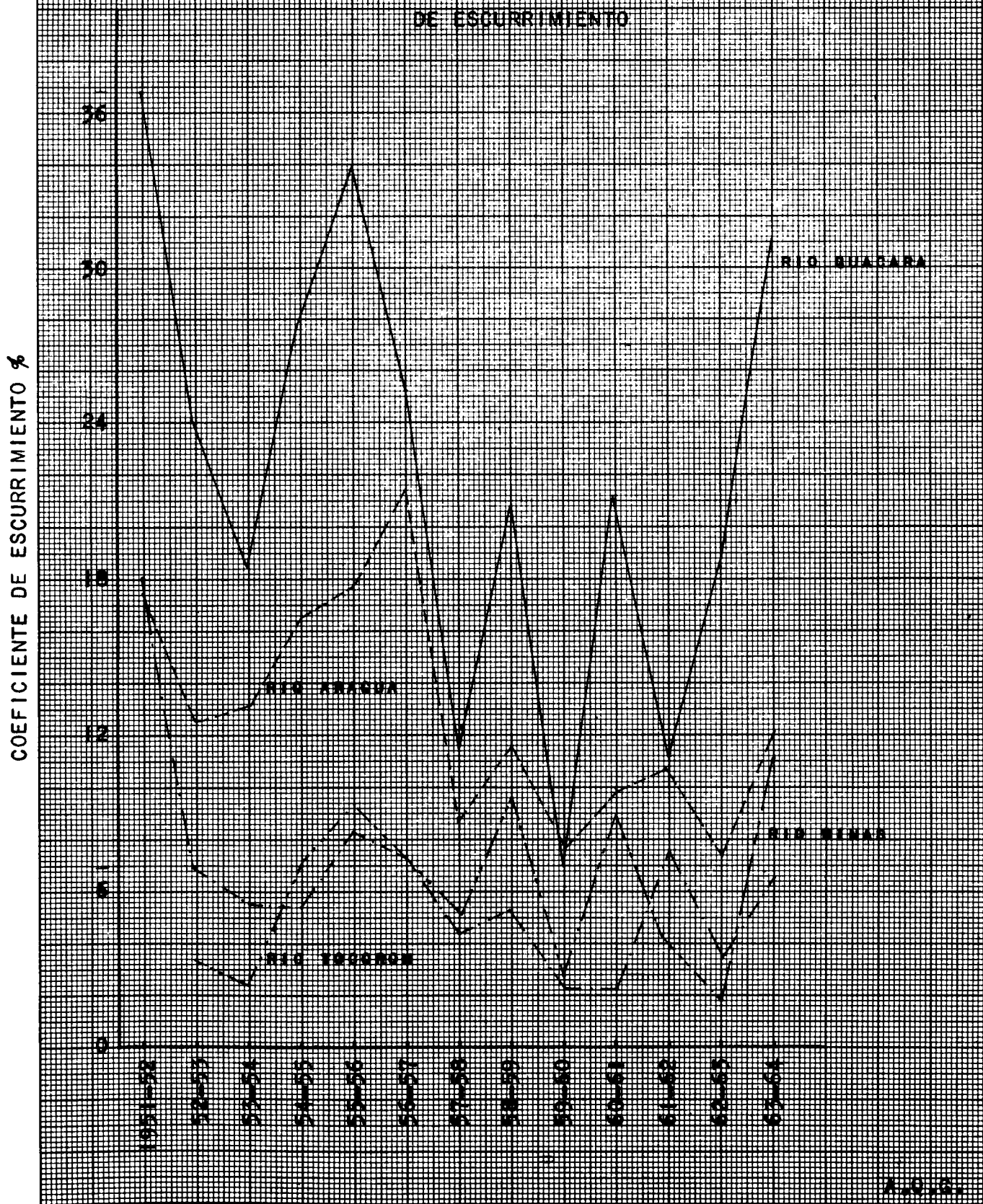
DATOS HIDROLOGICOS DE LA CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA - PERIODO CONSIDERADO:1951/52 - 1963/64

<u>RIO</u>	<u>AREA KM².</u>	<u>GASTO M³/SEG.</u>	<u>VOLUMEN MILLONES M³.</u>	<u>ESCURRI- -MIENTO(mm.)</u>	<u>PRECIPITA- -CION(mm.)</u>	<u>COEFICIENTE DE ESCORRENTIA %</u>
Aragua	198	0.864	27,339	164	1117	13,9
Guacara	75	0.609	19,260	243	1054	22,1
Guayos	114	0.426	13,220	116	948	12,2
Minas	85	0.136	4,333	55	845	6,2
Tocoron	114	0.232	7,349	65	968	6,4
Turmero	192	0.786	24,938	130	1118	11,6
TOTAL	778	3,053	96,439	124	1008	12,3

DATOS HIDROLOGICOS DE ALGUNAS SUBCUENCAS

RIO	AREA Km ² .	GASTO INSTANTANEO M ³ ./SEG. MAXIMO	MINIMO	GASTO MEDIO M ³ ./SEG.
Noguera	109	36.5	0.06	0.988
Maruria	49	31.0	0.01	0.630
Limón	66	---	---	0.356
Maracay	43	---	---	0.652
TOTAL	267			2,626

GRAFICA E-6
 VARIACION ANUAL DEL COEFICIENTE
 DE ESCURRIMIENTO



2.3.2. CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LAS SUBCUENCAS

Para expresar en forma cuantitativa las características fisiográficas de la hoya, se hizo necesario determinar los factores o parámetros de cada subcuenca de la hoya del Lago de Valencia con fines de ver el comportamiento de las mismas.

Los cuadros 2.3.2.1 y 2.3.2.2, nos muestran las características fisiográficas determinadas.

Se omitieron los cálculos tendientes a la determinación de la pendiente y elevación media correspondiente a cada una de las cuencas de los principales tributarios, debido a inconvenientes surgidos en la obtención de las cartas.

HOYA DEL LAGO DE VALENCIA

NOMBRE DEL RIO	LONGITUD DE CURSO (Km.)	PERIMETRO (Km.)	AREA (Km2.)
Aragua	58,7	124,7	360,0
Turmero	41,2	80	245,1
Güigüe	22,5	70,5	119,3
Paya	21,25	42,5	77,0
Guayabita	17,7	36,2	54,1
Limón	21,2	45,2	78,6
Maracay	27,7	57,5	126,6
Guey	14,5	32,5	33,0
Tocorón	23,5	65,5	140,1
Noguera	28,0	55,2	118,0
Guaica	7,5	20,5	15,1
Guacara	30,5	58,5	111,2
Los Guayos	31,5	66,5	102,9
San Joaquín	10,5	22,5	17,7
Mariara	10,0	22,5	14,5
Cura	14,0	32,5	41,6

NOMBRE DEL RIO	ANCHO PROMEDIO (A _p)	COEFICIENTE DE COMPACIDAD ó CONSISTENCIA - (K _c)	FACTOR FORMA (F _f)
Aragua	6,13	1,85	0,10
Turmero	5,94	1,44	0,14
Guigue	5,30	1,82	0,23
Paya	3,63	1,36	0,17
Guayabita	3,05	1,39	0,17
Limón	3,69	1,44	0,17
Maracay	4,56	1,44	0,16
Guey	2,28	1,60	0,15
Tocorón	5,96	1,56	0,25
Noguera	4,2	1,43	0,15
Guaica	0,27	1,49	0,27
Guacara	3,64	1,56	0,11
Los Guayos	3,26	1,86	0,10
San Joaquín	1,7	1,51	0,16
Mariara	1,45	1,67	0,14
Cura	2,97	1,42	0,21

2.3.3. FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO.

Del análisis de las gráficas GME-1 y GME-2, elaboradas al efecto para cuatro de los ríos con registros pluviométricos representativos de sus respectivas cuencas y, correspondientes a los datos hidrométricos de las mismas; se obtuvo el cuadro E-4, según vemos en éste, el río Guacara muestra dentro del período base, dos lapsos claramente diferenciados en su tendencia general, con pequeñas variantes de menor importancia; en estos dos períodos uno excedente y otro deficiente respecto a la media, se alcanzaron los valores que aparecen en el citado cuadro.

En lo que se refiere al río Aragua, se ve que el comportamiento de éste es muy similar en su tendencia al anterior y, con valores excedentes y deficientes de el mismo orden.

El río Tocorón, con tendencia claramente deficitaria en el período, muestra un pequeño período de recuperación del año 1954/55 al 1956/57, con una excedencia de + 5 % respecto a la media.

Referente al río Minas, según puede verse en la gráfica GME-2, su tendencia claramente deficitaria dentro del período, muestra variantes significativas como se observa para el lapso que va del año 1962/63 al 1963/64 con una excedencia de + 79 % respecto a la media.

FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRI-
MIENTO RIO ARAGUA EN HACIENDA " EL RECREO "

AÑO CLIMA- TICO	ESCURRI- MIENTO mm.	% DE LA MEDIA	DIFERENCIAS		DIFEREN CIAS ACU MULADAS
			+	-	
1951-52	210	143	43		43
52-53	155	105	5		48
53-54	148	101	1		49
54-55	234	159	59		108
55-56	224	152	52		160
56-57	211	144	44		204
57-58	(79)	54		46	158
58-59	(124)	84		16	142
59-60	(65)	44		56	86
60-61	119	81		19	67
61-62	103	70		30	37
62-63	72	49		51	-14
63-64	167	114	14		0
PROM.	147				

FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO RIO

GUACARA EN LAS VEGAS

<u>AÑO CLIMA-</u> <u>TICO</u>	<u>ESCURRIMIEN</u> <u>TO mmr.</u>	<u>% DE LA</u> <u>MEDIA</u>	<u>DIFERENCIAS</u> <u>+</u>	<u>DIFEREN-</u> <u>CIAS ACU-</u> <u>MULADAS</u>
1951-52	346	142	42	42
52-53	281	116	16	58
53-54	164	67	33	25
54-55	356	147	47	72
55-56	436	179	79	151
56-57	287	118	18	169
57-58	87	36	64	105
58-59	210	86	14	81
59-60	61	25	75	6
60-61	228	94	6	0
61-62	108	44	56	-56
62-63	207	85	15	-71
63-64	392	161	61	-10
PROM.	243			

FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO RIO LAS MINAS

EN BARRANCON

AÑO CLIMA- TICO	ESCURRIMIENTO mm.	% DE LA MEDIA	DIFERENCIAS +	-	DIFEREN CIAS ACU MULADAS
1951-52	180	295	195		195
52-53	28	46		54	141
53-54	18	30		70	71
54-55	68	111	11		82
55-56	82	134	34		116
56-57	45	74		26	90
57-58	48	79		21	69
58-59	72	118	18		87
59-60	19	31		69	18
60-61	(82)	134	34		52
61-62	26	43		57	- 5
62-63	15	25		75	-80
63-64	(109)	179	79		- 1
PROM.	61				

FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO

RIO TOCORON EN PARCELA CHAVERO

AÑO CLIMA- TICO	ESCURRIMIEN TO mm.	% DE LA MEDIA	DIFERENCIAS		DIFEREN CIAS ACU MULADAS
			+	-	
1951-52	208	320	220		220
52-53	72	111	11		231
53-54	53	82		18	213
54-55	52	80		20	193
55-56	84	129	29		222
56-57	71	109	9		231
57-58	33	51		49	182
58-59	54	83		17	165
59-60	21	32		68	97
60-61	20	31		69	28
61-62	74	114	14		42
62-63	32	49		51	-9
63-64	66	102	2		-7
PROM.	65				

GRAFICA CUEL3

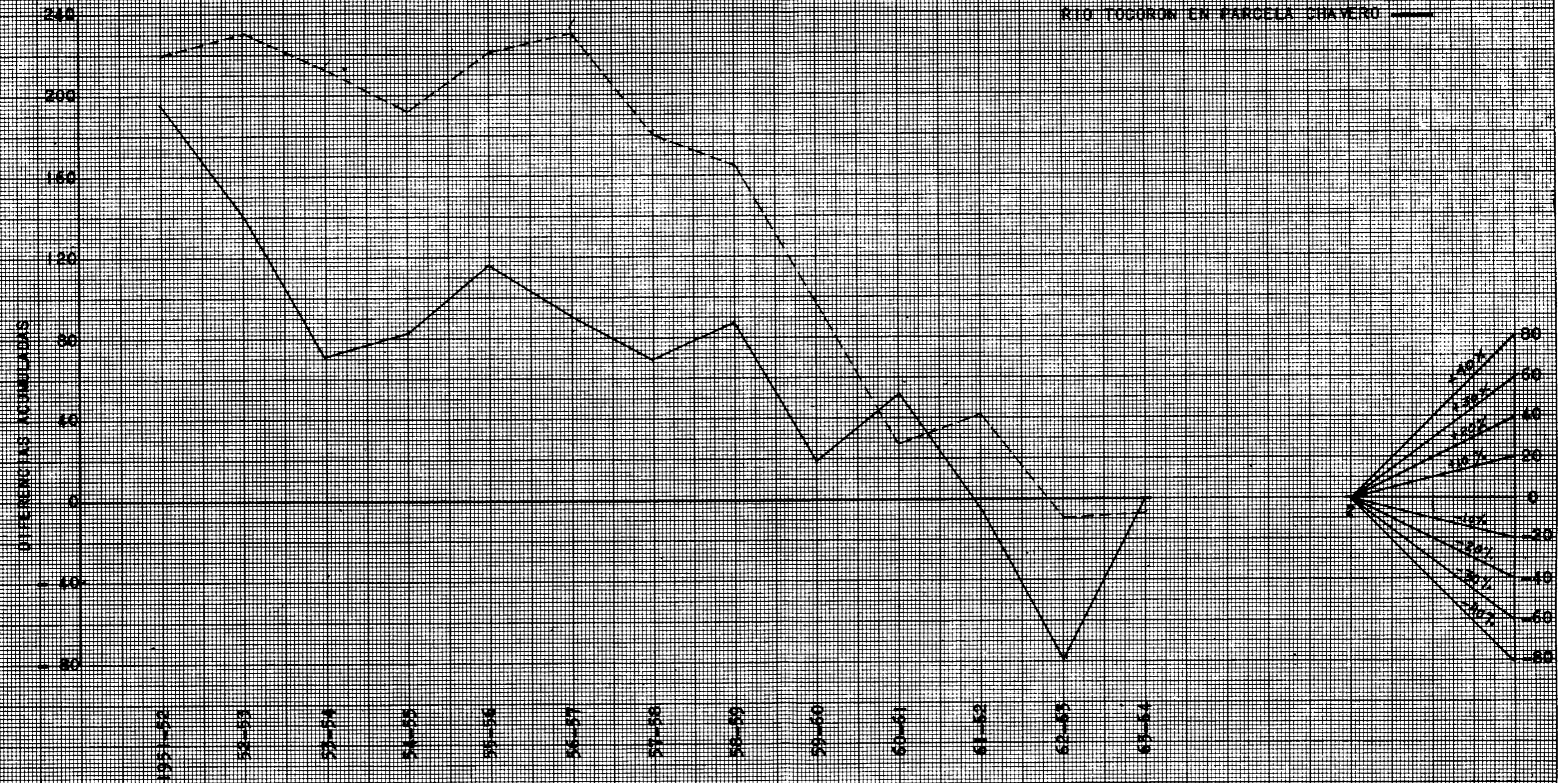
FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO

- RIO QUACARA EN LAS VEGAS
- RIO ARAGUA EN HOA RECREO



GRAFICA GME-2

FLUCTUACION ANUAL DEL ESCORBIMIENTO
RIO LAS MINAS EN BARRANCON ———
RIO TOCORON EN PARCELA CHAVERO ———



FLUCTUACION ANUAL DEL ESCURRIMIENTO PARA CUATRO DE LAS PRINCIPALES SUBCUENCAS

RIO	ESCURRIMIENTO P/PERIODO	EXCESO RESPECTO A LA MEDIA	DEFICIT RESPECTO A LA MEDIA	PERIODO ANALIZADO
Guacara en Las Vegas	243 mm.	+ 48 %	- 40 %	53/54-56/57 56/57-62/63
Aragua en Hacienda El Recreo	164 mm.	+ 52 %	- 37 %	53/54-56/57 56/57-62/63
Tocoron en Parcela Chavero	65 mm.	+ 5 %	- 10 % - 29 %	54/55-56/57 52/53-54/55 56/57-63/64
Minas en Barrancon	55 mm.	+ 79 %	- 62 % - 9 % - 20 %	62/63-63/64 51/52-53/54 53/54-55/56 55/56-62/63

2.3.4. RELACION ENTRE EL INCREMENTO DE LA PRECIPITACION Y EL INCREMENTO DEL ESCURRIMIENTO.

Debido a lo irregular de los períodos de registro del escurrimiento en la cuenca, se consideró necesario obtener una relación entre los incrementos de precipitación y los de escurrimiento; tomando en cuenta que a incrementos de lluvia corresponden incrementos de escurrimientos del mismo signo, pero de diferente valor absoluto. Para la obtención de ésta (gráfica E-5), fué necesario determinar antes la variación entre los coeficientes de esorrentía y la precipitación media anual en cada subcuenca.

Esta relación nos permite hacer una estimación de los escurrimientos medios para el período, cuando dispongamos de los registros de precipitación en la subcuenca que nos interese.

El manejo de la gráfica E-5, conlleva el uso de los diagramas diferencial de masas de precipitación.

GRAFICA 2-1
RELACION ENTRE LA PRECIPITACION MEDIA
Y EL ESCURRIMIENTO EN LA ESTACION
"TARAGUA" EN HACIENDA EL RECREO

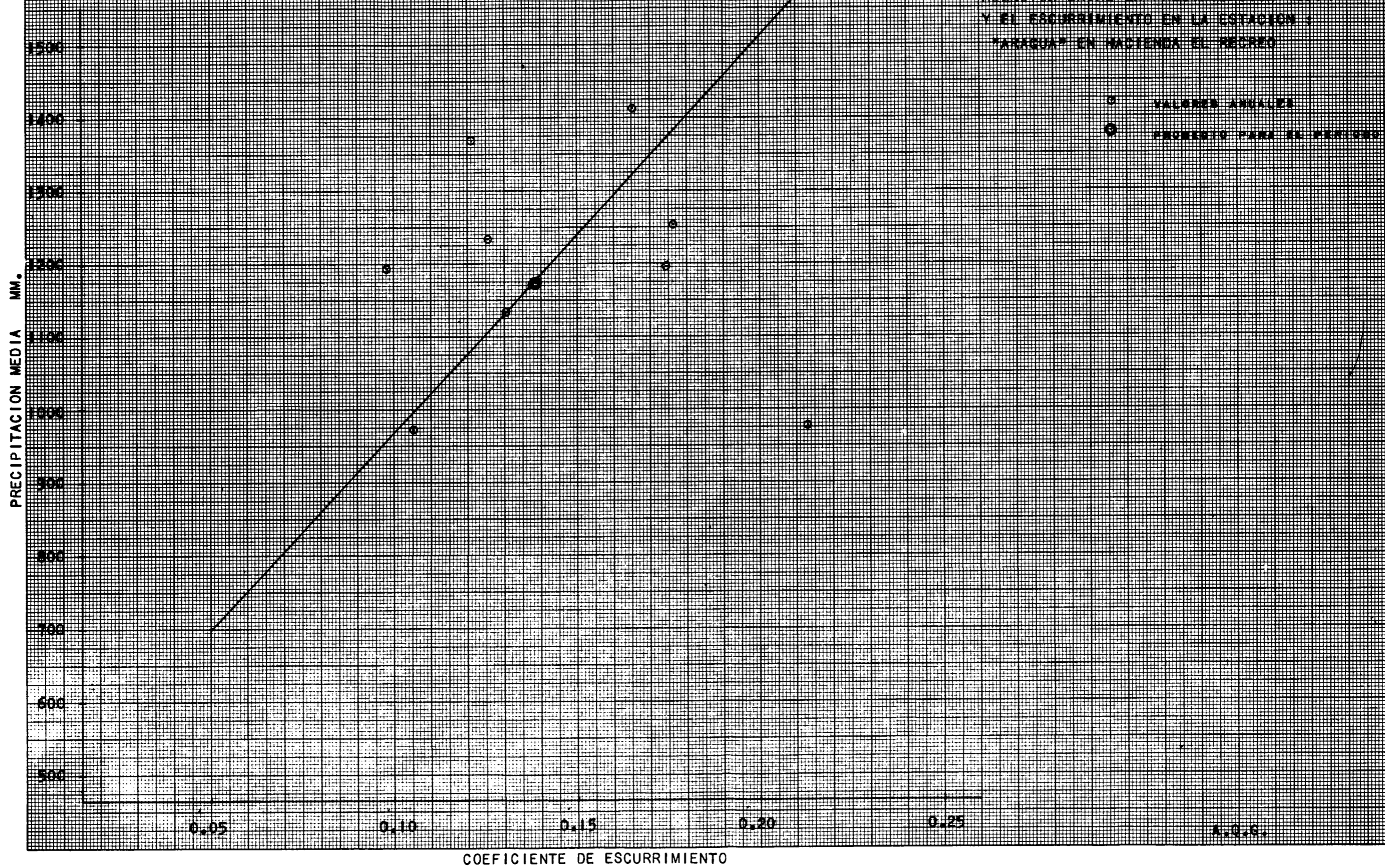
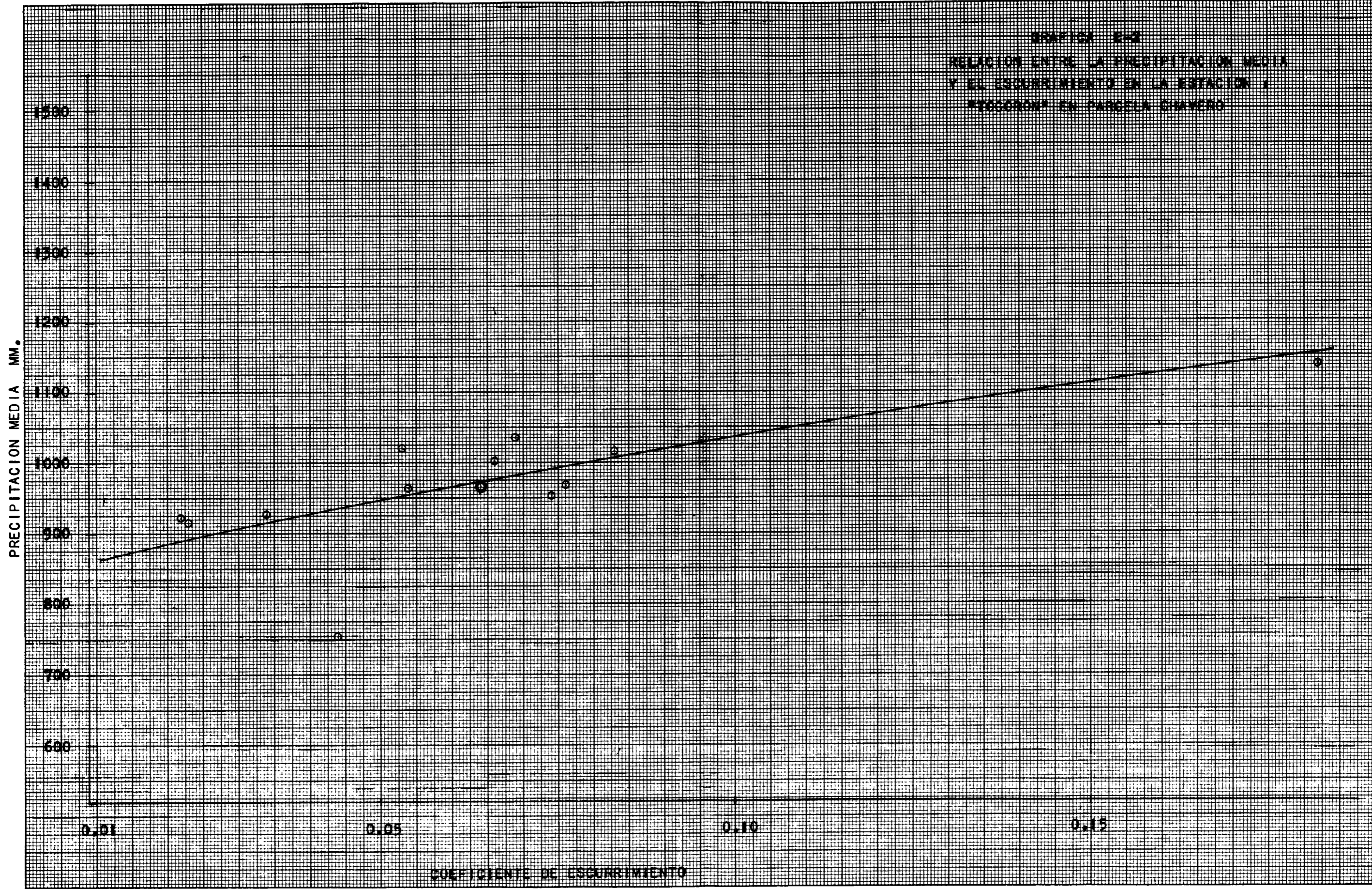
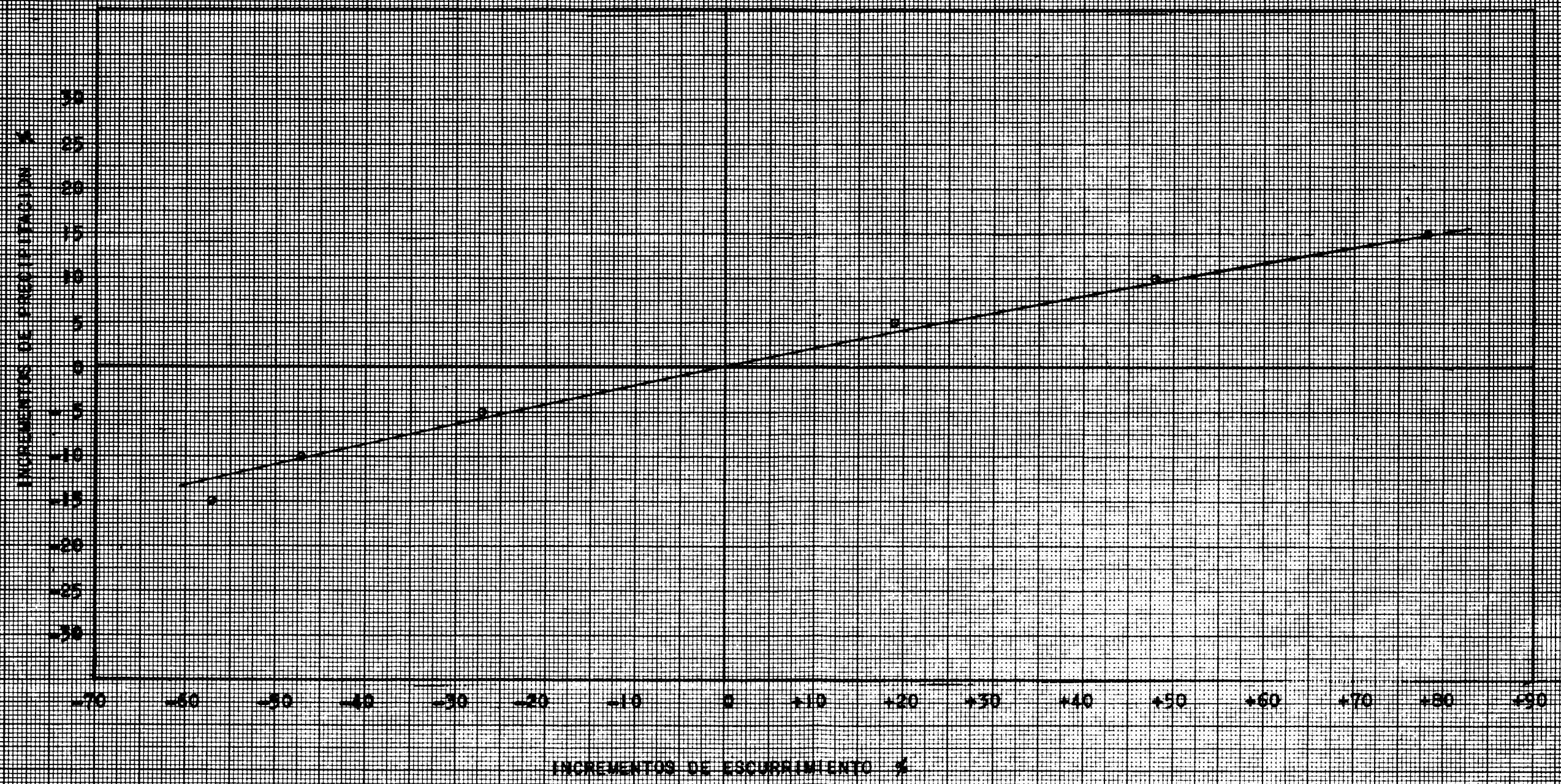


GRÁFICO 212
RELACION ENTRE LA PRECIPITACION MEDIA
Y EL ESCURRIMIENTO EN LA ESTACION
METEOROLÓGICA EN PARCELA CHAYERO



GRAFICA C-5
CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA,
RELACION ENTRE EL INCREMENTO DE LA
PRECIPITACION Y EL INCREMENTO DEL
ESCURRIMIENTO.



RELACION ENTRE EL INCREMENTO DE LA PRECIPITACION

Y EL INCREMENTO DEL ESCURRIMIENTO . -

<u>INCREMENTO DE LLUVIA</u>	<u>ARAGUA Hda. Recreo</u>	<u>TOCORON P. Chavero</u>	<u>MINAS Barrancon</u>	<u>GUACARA Las Vegas</u>	<u>PRO-MEDIO</u>
+ 15 %	40	151	76	44	78
+ 10 %	26	91	47	28	48
+ 5 %	12	35	16	13	19
0	0	0	0	0	0
- 5 %	-14	-48	-31	-16	-27
- 10 %	-25	-85	-51	-28	-47
- 15 %	-35	-89	-65	-39	-57

2.4 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL . - Se empleo el método de Thornthwaite por considerarlo como más adecuado a los datos disponibles, con el objeto de darle más precisión al cálculo se elaboró un programa para procesamiento electrónico. De esta forma se determinó la ETP en siete estaciones.

2.5 EVAPOTRANSPIRACION REAL . - Varía entre 713 mm. (La Lagunita), y 855 mm. (La Cabrera). Todos los valores son medios para el período considerado en este trabajo.

En términos generales la ETR varía en forma inversa con la elevación, aunque no podemos establecer un rango de variación o gradiente.

RESUMEN DE EVAPOTRANSPIRACION REAL. DEFICITS Y EXCEDENCIAS DE HUMEDAD DEL SUELO

ESTACION	ELEVA- CION Mts.	ETP mm.	PRECIPI TACION	ETR mm.			DEFICITS mm.			EXCEDENCIAS mm.		
				máx.	mín.	media	max.	mín.	media	max.	mín.	media
La Lagunita	1940	762	1343	762	622	713	140	0	49	1022	397	630
Pie del Cerro	780	1074	929	882	609	770	465	173	304	356	0	159
La Victoria	550	1242	1057	938	622	824	620	304	441	526	18	275
Suata	538	1596	927	929	623	772	948	552	823	360	10	154
Guayabita	495	1384	887	934	702	828	682	450	556	174	0	59
Providencia	460	1384	856	981	711	856	673	403	528	317	0	108
La Pereña		1463	949	782	709	750	772	632	713	228	142	199
Cabrera	444	1651	969	1015	662	855	1100	627	796	405	0	115

AÑO CLIMATICO: 1963-64

ESTACION: LA PEREÑA

- 36 -

MES	ETP mm.	PRECIP mm.	ALMACEN mm.	ETR mm.	DEFICIT mm.	EXCEDENTE mm.
Abril	149	45	0	45	104	0
Mayo	82	132	50	82	0	0
Junio	87	211	100	87	0	74
Julio	81	119	100	81	0	38
Agosto	120	148	100	120	0	28
Septiembre	106	194	100	106	0	88
Octubre	131	44	13	131	0	0
Noviembre	111	58	0	71	40	0
Diciembre	109	20	0	20	89	0
Enero	162	0	0	0	162	0
Febrero	170	0	0	0	170	0
Marzo	207	0	0	0	207	0
TOTAL	1515	971		743	772	228

AÑO CLIMATICO: 1963-64

ESTACION: LA CABRERA

- 37 -

MES	ETP mm.	PRECIP mm.	ALMACEN mm.	ETR mm.	DEFICIT mm.	EXCEDENTE mm.
Abril	133	109	0	109	24	0
Mayo	101	98	0	98	3	0
Junio	118	215	97	118	0	0
Julio	123	99	73	123	0	0
Agosto	141	185	100	141	0	17
Septiembre	137	213	100	137	0	76
Octubre	131	66	35	131	0	0
Noviembre	125	118	28	125	0	0
Diciembre	120	5	0	33	87	0
Enero	143	0	0	0	145	0
Febrero	160	0	0	0	160	0
Marzo	208	0	0	0	208	0
TOTAL	1642	1108		1015	627	93

AÑO CLIMATICO: 1963-64

ESTACION: SUATA-EMBALSE

- 38 -

MES	ETP mm.	PRECIP mm.	ALMACEN mm.	ETR mm.	DEFICIT mm.	EXCEDENTE mm.
Abril	153	76	0	76	77	0
Mayo	76	274	100	76	0	98
Junio	91	166	100	91	0	75
Julio	97	106	100	97	0	9
Agosto	95	131	100	95	0	36
Setiembre	102	168	100	102	0	66
Octubre	134	128	94	134	0	0
Noviembre	130	56	20	130	0	0
Diciembre	128	8	0	28	100	0
Enero	175	0	0	0	175	0
Febrero	189	0	0	0	189	0
Marzo	234	0	0	0	234	0
TOTAL	1604	1113		829	775	284

AÑO CLIMATICO: 1958-59

ESTACION: LA LAGUNITA - 39 -

MES	ETP mm.	PRECIP mm.	ALMACEN mm.	ETR mm.	DEFICIT mm.	EXCEDENTE mm.
Abril	70	81	11	70	0	0
Mayo	71	129	69	71	0	0
Junio	65	338	100	65	0	242
Julio	65	218	100	65	0	153
Agosto	65	173	100	65	0	108
Septiembre	65	158	100	65	0	93
Octubre	65	86	100	65	0	21
Noviembre	62	66	100	62	0	4
Diciembre	59	8	49	59	0	0
Enero	55	9	3	55	0	0
Febrero	53	3	0	6	47	0
Marzo	67	4	0	4	63	0
TOTAL	762	1273		652	110	621

AÑO CLIMATICO: 1958-59

ESTACION: LA CABRERA

- 41 -

MES	ETP mm.	PRECIP mm.	ALMACEN mm.	ETR mm.	DEFICIT mm.	EXCEDENTE mm.
Abril	143	3	0	3	140	0
Mayo	140	137	0	137	3	0
Junio	107	311	100	107	0	104
Julio	135	172	100	135	0	37
Agosto	140	246	100	140	0	106
Septiembre	129	105	76	129	0	0
Octubre	120	50	6	120	0	0
Noviembre	129	36	0	42	87	0
Diciembre	122	22	0	22	100	0
Enero	146	1	0	1	142	0
Febrero	150	0	0	0	150	0
Marzo	201	0	0	0	201	0
TOTAL	1662	1083		836	826	247

AÑO CLIMATICO: 1958-59

ESTACION: SUATA-EMBALSE

- 42. -

MES	ETP mm.	PRECIP mm.	ALMACEN mm.	ETR mm.	DEFICIT mm.	EXCEDENTE mm.
Abril	159	36	0	36	123	0
Mayo	109	128	19	109	0	0
Junio	84	255	100	84	0	90
Julio	104	225	100	104	0	121
Agosto	97	168	100	97	0	71
Septiembre	125	110	85	125	0	0
Octubre	165	62	0	147	18	0
Noviembre	145	24	0	24	121	0
Diciembre	131	0	0	0	131	0
Enero	175	0	0	0	175	0
Febrero	176	0	0	0	176	0
Marzo						
TOTAL	1681	1015		733	948	282

3. BALANCE GENERAL DEL LAGO. - Del estudio de los datos disponibles que se tienen sobre el escurrimiento en la cuenca se estimó que el aporte general a ella era de $6 \text{ M}^3/\text{seg.}$ después de haber normalizado los datos al período escogido 1951/52-1963/64. El volumen aportado por la precipitación caída en el área del Lago es de:

$0,750 \times 376 \times 10^6$ lo cual equivale a: $282 \times 10^6 \text{ M}^3$ que traducido da como gasto $\frac{282 \times 10^6}{31,536 \times 10^6} = 9 \text{ M}^3/\text{seg.}$ asumiendo el año con duración de 365 días.

En cuanto a la evaporación, en general existen muy pocas estaciones de evaporación con mediciones directas por lo cual se prefirió calcular la evaporación del Lago tomando la evapotranspiración potencial de la cuenca calculada mediante el método de "Thornthwaite" dando como resultado 1.651 mm. lo cual traducido a gasto da:

$$Q = \frac{1,651 \times 376 \times 10^6}{31,536 \times 10^6} = 19,7 \text{ M}^3/\text{seg. de pérdida anual}$$

Estableciendo entonces una comparación entre las entradas y salidas da por resultado:

ENTRADAS:

Escurrimiento superficial = 6

Lluvia sobre el Lago = 9

$$\text{Esc. sup} + \text{LL.} = 15 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

SALIDAS:

Evaporación sobre la superficie del Lago

$$19,7 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

$$\text{DEFICIT APARENTE} = - 4,7 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

Este gasto reducido a volumen y luego a altura da:

$$4,7 \times 31,536 = 148,2 \text{ millones de } M^3$$

o sea una altura equivalente a:

$$\frac{148,2}{376} = 0,394 \text{ Mts.}$$

Debemos hacer notar que aunque a simple vista parece que existiera un déficit de 148,2 millones de M^3 de acuerdo a las comparaciones anteriores, sin embargo la infiltración tomando como valor más probable del coeficiente medio de escurrimiento en la cuenca, el contenido en la publicación Forum Pro-Conservación del Lago de Valencia por Alberto Bockh y Clemente Britto de 0,136 el cual se acerca bastante al calculado por nosotros, de 12,3 %; (deducido tomando como los registros de gastos publicados por la División de Hidrología del Ministerio de Obras Públicas y los de la División de Hidrología del Instituto Nacional de Obras Sanitarias) da:

Volumen llovido
sobre la cuenca $1,050 \times 2.659 \times 10^6 = 2.791,95 \times 10^6 M^3$

Volumen escurrido sobre la cuenca
ca $2.791,95 \times 0,136 = 379,70 \times 10^6$

Volumen de infiltración $(2.791,95 \times 10^6) - (379,70 \times 10^6) = 2.412,25 \times 10^6$

La evapotranspiración real calculada es de 796 mm. lo que representa un volumen de pérdida en la cuenca de $2.116,56 \times 10^6 M^3$

Estableciendo el Balance de nuevo nos resulta que:

$$P = Es + Ev + I$$

En lo cual $P =$ Precipitación

$Es =$ Escurrimiento superficial

$Ev =$ Evapotranspiración real

$I =$ Reserva en el subsuelo

$$2.791,95 \times 10^6 = 379,70 \times 10^6 M^3 + 2116,56 \times 10^6 M^3 + I$$

$$I = 295,69 \times 10^6 M^3$$

Lo cual corresponde a un gasto de $9,27 M^3/\text{seg}$. Esto nos dice que existiendo una reserva positiva después de deducir todas las pérdidas del balance hidrológico, el Lago debería subir de nivel en vez de bajar como es la realidad.

A nuestro juicio el descenso de nivel que experimenta el Lago se debe a dos (2) factores uno de los cuales que es el principal obedece a la fuga de aguas que son propias de la cuenca del Lago y que al alimentarlo contribuirán a subir de nivel, como son las aguas que se trasvasan a la hoya del río Pao en el sitio denominado el desparramadero o laguna del Paito y para ilustrar la magnitud de ese volumen perdido, traemos como dato que en aforo practicado en dicho caño dió un gasto de $1,5 M^3/\text{seg}$. para el 27-10-66, lo cual nos hace pensar en un gasto medio bastante alto durante el año, que pierde la hoya del Lago y el cual siempre es contado como ingreso en los balances que se han realizado hasta la fecha, cuando en realidad es un egreso que constituye según nuestra opinión el descenso del nivel del Lago. Estas suposiciones se compararán en el futu-

ro ya que la División de Hidrología del I. N. O. S. está procediendo a instalar una estación de aforos en el sitio de cruce de la carretera que va de Valencia a Yagualito sobre el caño el Paito. Otra consecuencia derivada de la anterior es aquella mediante el cual las aguas al esparramarse forman una laguna desde la cual también se evapora gran cantidad, constituyendo otra pérdida, así como parte se infiltra pasando a la hoya del Pao, la cual se considera también como una pérdida. El segundo factor, el cual es un factor creciente, es el que se refiere a las pérdidas por extracción de la cuenca, el cual a falta de datos sobre estas pérdidas, las hemos estimados en un 30 % sobre el volumen de extracciones del subsuelo.

El volumen de extracciones del subsuelo de acuerdo con los datos de rendimiento estimado de los pozos es de:

$$98.079.990 \text{ M}^3 / \text{año}$$

estimando entonces una pérdida de 30 % de este volumen da:

$$\frac{98.079.990 \times 30}{100} = 29,424 \times 10^6 \text{ M}^3$$

lo cual da un gasto anual de:

$$\frac{29,424 \times 10^6}{31,536 \times 10^6} = 0,933 \text{ M}^3 / \text{seg.}$$

ésto nos daría que por el caño del Paito se está fugando un gasto de:

$$9,270 - 0,933 = 8,4 \text{ M}^3 / \text{seg.}$$

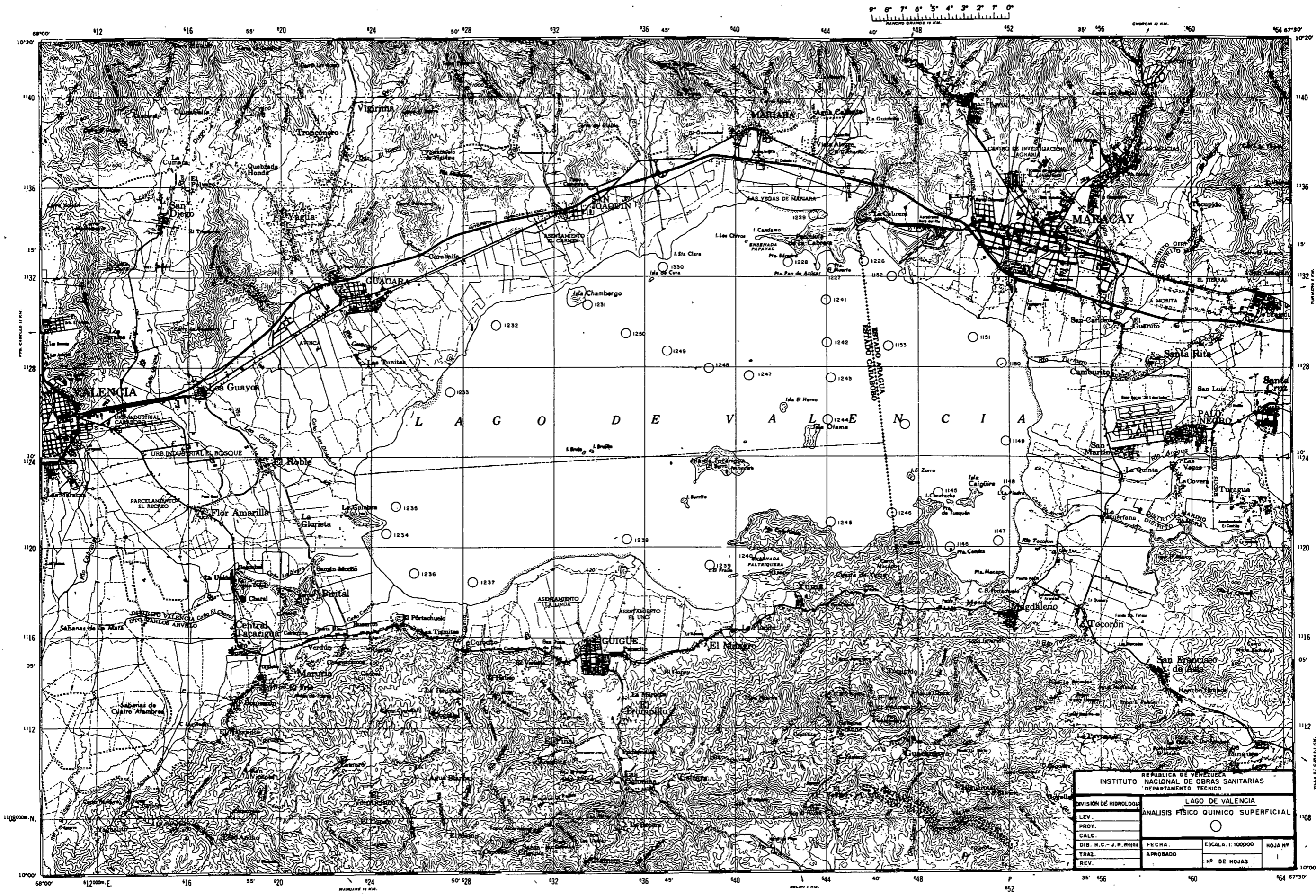
Este gasto en realidad es menor, debido a que en él están incluidos otras pérdidas tales como, las pérdidas por el balance entre la evaporación y la lluvia caída sobre los embalses en dicha cuenca; se supone - que dicho gasto sea del orden de 4 á 5 M³/seg. como gasto medio anual. Estos datos establecidos anteriormente estaran sujetos a comprobación por lo cual lo damos con las reservas del caso y solo deseamos exponer un nuevo criterio en relación a la idea que se ha tenido hasta la fecha de las causas del descenso de nivel del Lago.

ASPECTO SANITARIO DE LA CUENCA .- La cuenca del Lago de Valencia tiene una superficie de 3035 Km.², contándose muchas poblaciones entre las cuales podemos distinguir en primer término a la ciudad de Valencia y luego en orden de importancia la ciudad de Maracay y otras. La población de acuerdo con el censo de 1959 era de 400.000 habitantes como parte urbana. De acuerdo a los estudios efectuados por la Dirección de Planificación del Ministerio de Obras Públicas, se estima una población de 425.000 habitantes para el año 1966

Las ciudades de Valencia y Maracay están unidas mediante una moderna autopista a cuyos lados se desarrollan las zonas industriales de un pujante crecimiento, así como las zonas adyacentes a ambas ciudades debido a lo suave de la topografía, lo cual está constituida por parte de los valles de Aragua y Carabobo.

Los problemas sanitarios que se presentan en estos Valles son bastantes agudos y complejos. En primer lugar se tiene el abas-
tecimiento de la población, el cual se hace en su mayoría por a-
guas subterráneas y parte por captación de fuentes superficiales.
La calidad de las aguas superficiales desde el punto de vista físi-
co químico es buena, así como también la de las aguas subterrá-
neas. El incremento de la población hace que se exploten los a-
cuíferos de esas zonas en forma creciente cada vez más, lo cual
traerá en el futuro, tal como puede deducirse de acuerdo a algu-
nos síntomas presentes, una crisis en la obtención de agua pro-
veniente de dicha cuenca. Esta situación se ilustra en el plano
de la cuenca N°6646. Está así mismo previsto el refuerzo de las
aguas provenientes del río Pao mediante embalse y bombeo a la
cuenca del Lago, aunque será necesario estudiar previamente el
uso racional y los alcances de desarrollo mediante las aguas pro-
venientes de la misma cuenca, antes de traer aguas de otras cuen-
cas vecinas.

El aspecto de riego es otro que es necesario contemplar en cual-
quier proyecto de ordenación de la cuenca del Lago de Valencia.
En la actualidad se efectúan los riegos en las zonas cercanas a la
autopista y las cercanías del Lago. El agua requerida para este
propósito se capta mediante pozos es decir que proviene de la cuen-
ca subterránea, así mismo existen sistemas de riego mediante a-
guas superficiales tales como las suministradas por los embalses



REPUBLICA DE VENEZUELA INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS DEPARTAMENTO TECNICO			
DIVISION DE HIDROLOGIA		LAGO DE VALENCIA	
LEV.		ANALISIS FISICO QUIMICO SUPERFICIAL	
PROY.			
CALC.			
DIB. R.C. - J. R. Rojas		FECHA:	ESCALA: 1:100000
TRAZ.		APROBADO	NOJA Nº
REV.			Nº DE HOJAS

de Taguaiguai y Suata.

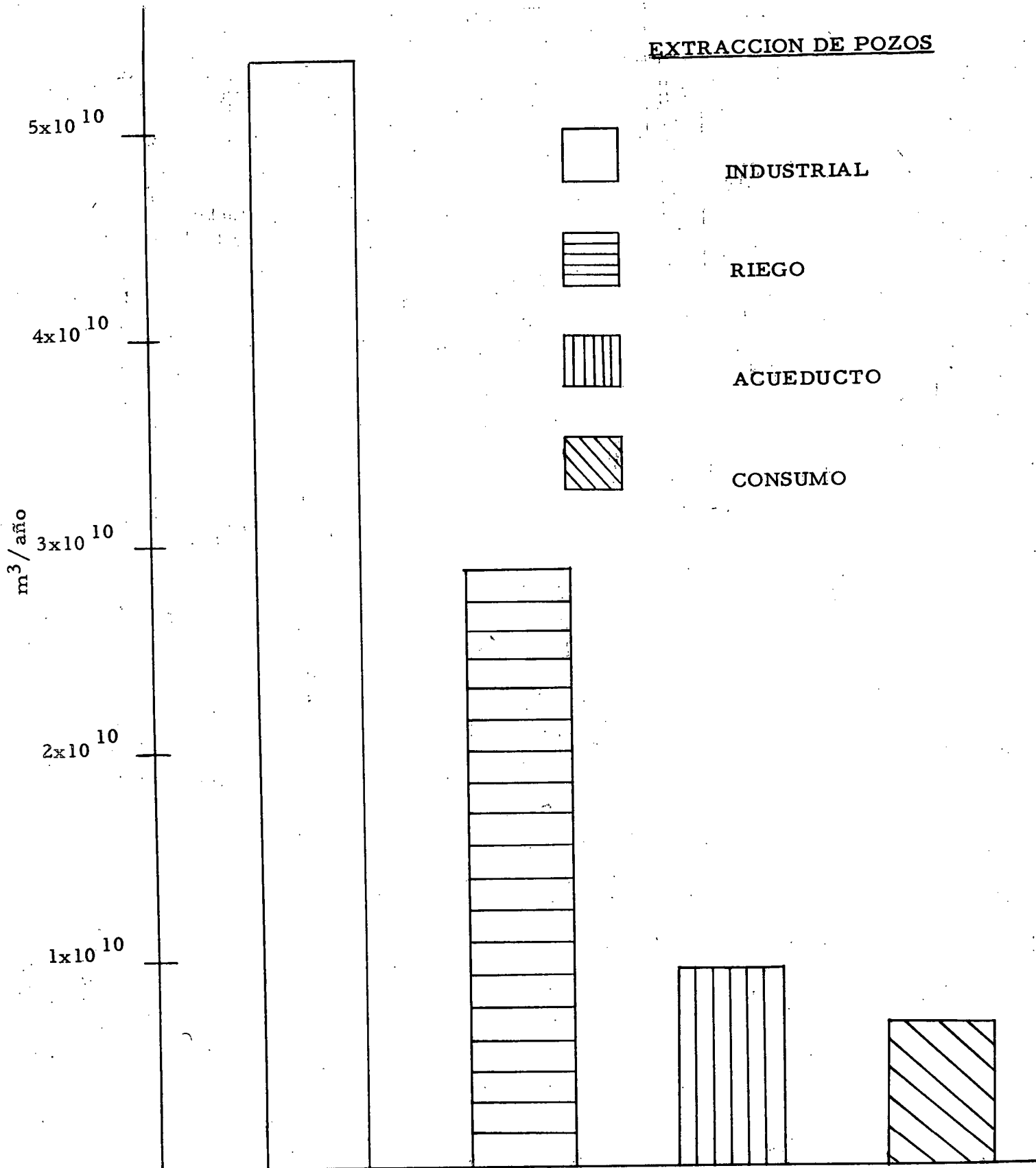
Los sistemas de riego se hacen tanto por surcos como por aspersión.

Los cultivos regados son: caña de azúcar, maiz, papas, frutales etc. En cuanto al aspecto industrial, las aguas utilizadas por las industrias provienen en su totalidad de la cuenca subterránea. Las industrias son diversas y variadas entre otras podemos citar: fábrica de papel, cartones, fábricas de cauchos, de pinturas, de cables eléctricos, ensambladoras de automóviles, industrias de grasas, fertilizantes, industrias de derivados de plásticos y vidrios etc.

El volumen de agua usado tanto para acueductos (abastecimiento de poblaciones), riego e industrias lo resumimos de seguida, mediante el siguiente cuadro, el cual contempla el gasto utilizado de fuentes superficiales y el de los pozos que ha recopilado la División de Hidrología del I. N. O. S. en este aspecto; asimismo también se muestra el aspecto de calidad físico químico de dichas aguas comparativamente.

CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA

EXTRACCION DE POZOS



INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS

DEPARTAMENTO TECNICO

LABORATORIO DE AGUAS

ANALISIS - FISICO - QUIMICO

"POZO DE RIEGO"

Análisis No. 1456 Solicitado por D.T.-DIV. DE HIDROLOGIA Estado CARABOBO

Fuente POZO DE DON PANCHO

Punto de captación DESCARGA DE LA BOMBA

Hora y fecha de captación 11.A.M.18-11-65 Aspecto al captar

Color (unid.) A/R 2 - 1 pH 7.6

Turbiedad (unid.) 3 Cond. esp. a 25°C (micromhos) 241

Temp. al captar, °C 24°C Min. disueltos 163

Arena 0 Indice de Langelier -0.4

Cloruro (Cl) 2 Dureza total (CaCO₃) 63

Sulfato (SO₄) 16 Alcalinidad total (CaCO₃) 115

Fluoruro (F) 0.50 Alcalinidad a pH 8,3 (CaCO₃) 0

Nitrito (NO₂) 0.020 Dióxido de Carbono libre (CO₂) 5

Nitrato (NO₃) 0.3 Silice (SiO₂) 20

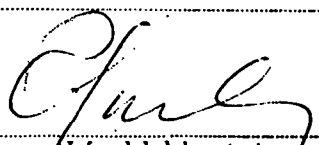
Hierro (Fe) T/S 0.20 - 0.00 Calcio (Ca) 19

Manganeso (Mn) T/S 0.00 - 0.00 Magnesio (Mg) 4

Sodio + Potasio (Na) 33

Observaciones :

Químico
PABLO E. ABREU J.


Jefe del laboratorio
ING° CARLOS LARA M.

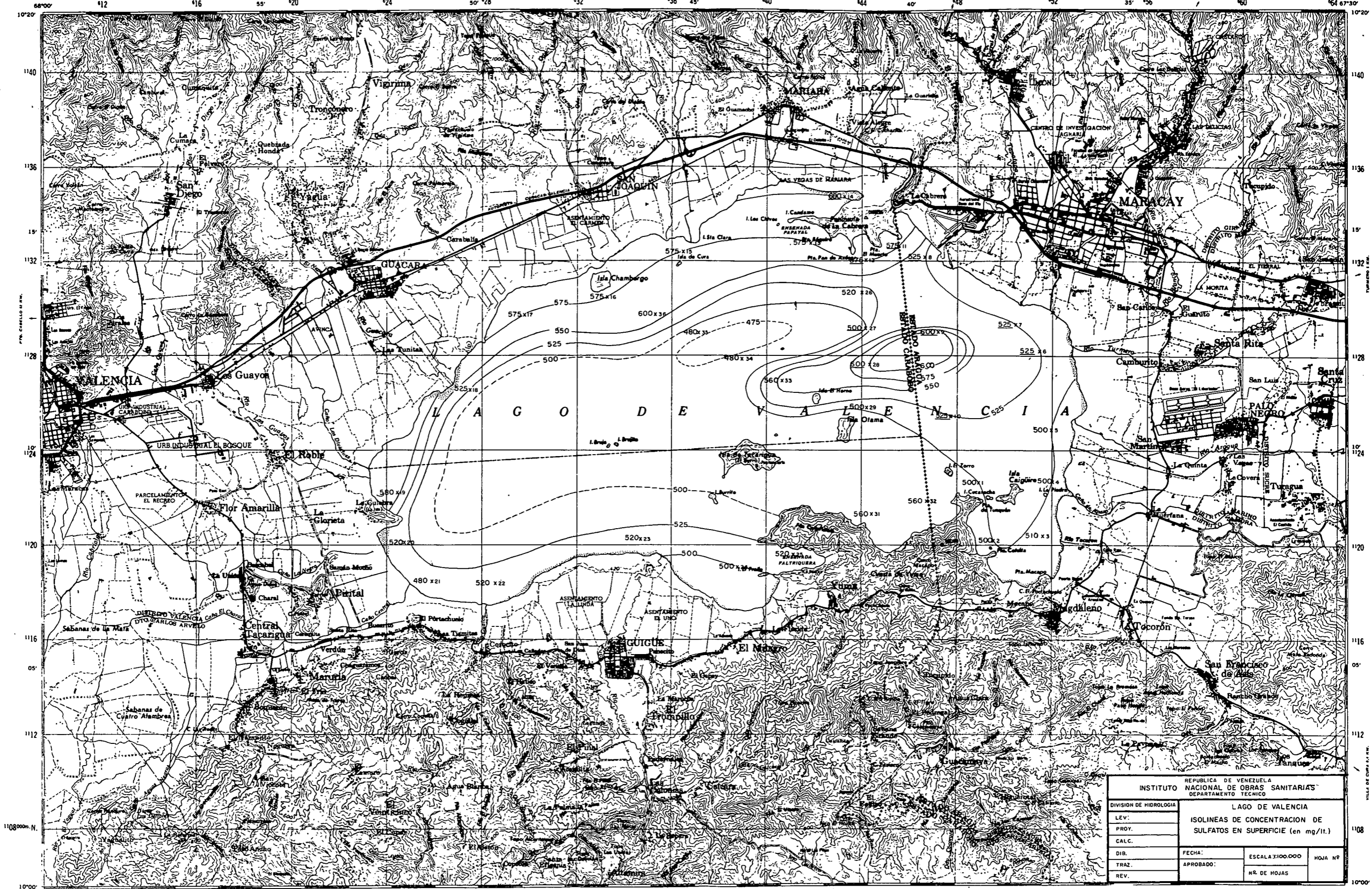
Salvo indicación especial, los resultados están expresados en mg/l

DISPOSICION DE LAS AGUAS SERVIDAS . - La disposición de las aguas servidas se efectúa mediante pozos sépticos o colectores que van in directamente al Lago de Valencia. Esta disposición se efectúa mediante cauces que desembocan al Lago.

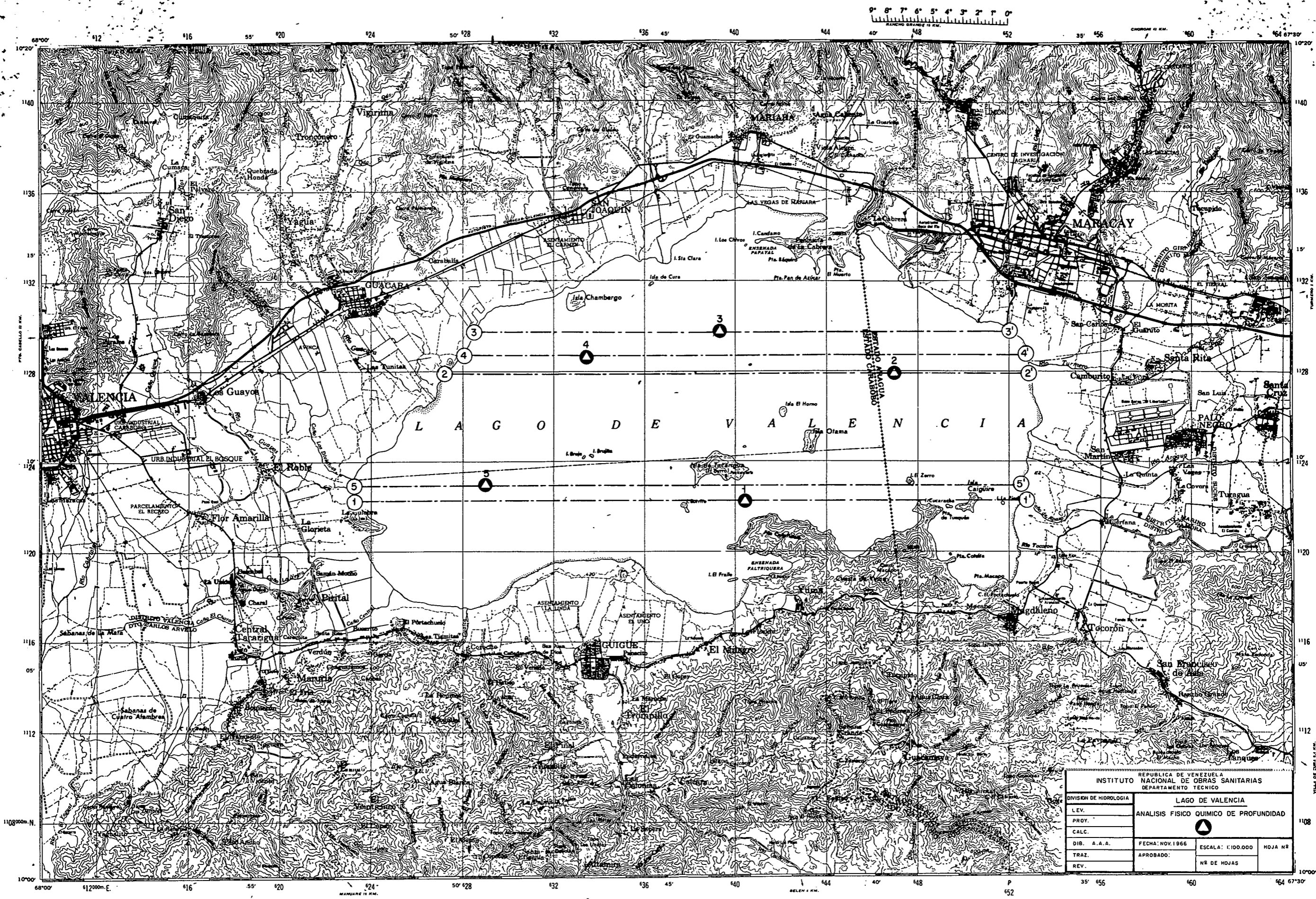
Calculando como hemos dicho un 30% de pérdidas nos daremos cuenta que el volumen de aguas negras que alimenta al Lago es de aproximadamente $(0.172 \text{ m}^3/\text{s.})$ lo cual crea una contaminación alta que irá incrementándose a medida que la población e industrias aumenten.

Las aguas dispuestas en pozos sépticos y sumideros contribuirán también a contaminar las fuentes de aguas subterráneas; tornándose entonces el problema sanitario del Lago en algo que requiere su pronto tratamiento o solución. Las aguas mismas del Lago en cuanto a su calidad físico químico son bastante malas o inaceptables tanto desde el punto de vista del consumo humano así como de riego e industrial; mostramos a continuación análisis físico químico de las aguas del Lago, su per fi ci al es y a varios niveles los cuales como veremos son igualmente de mala calidad a través de toda la profundidad. En cuanto a la con ta mi na ci ón de los acuíferos, ésto constituye un problema bastante serio, debido a ciertos líquidos de deshecho industrial que son difíciles de remover y lo cual requiere de tratamiento adecuado, es decir, que antes de sumir las aguas residuales al acuífero, deben ser pre via men te tra ta da s a fin de evitar una contaminación que pondrá en peligro por lo menos el total abastecimiento de industrias.

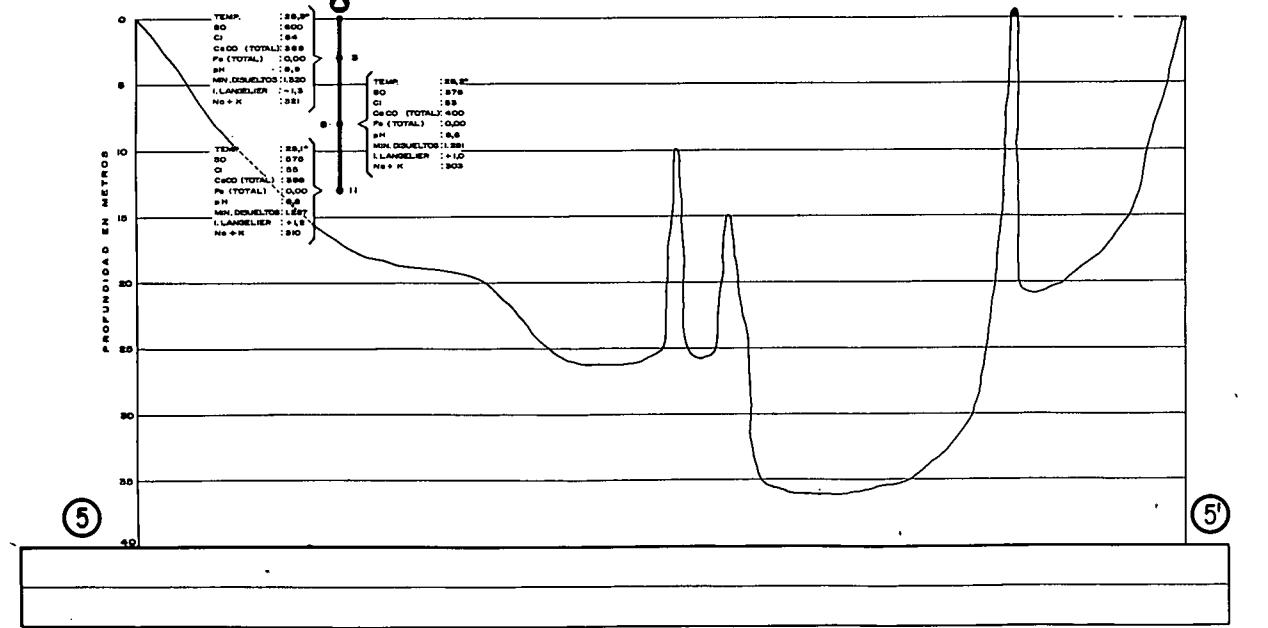
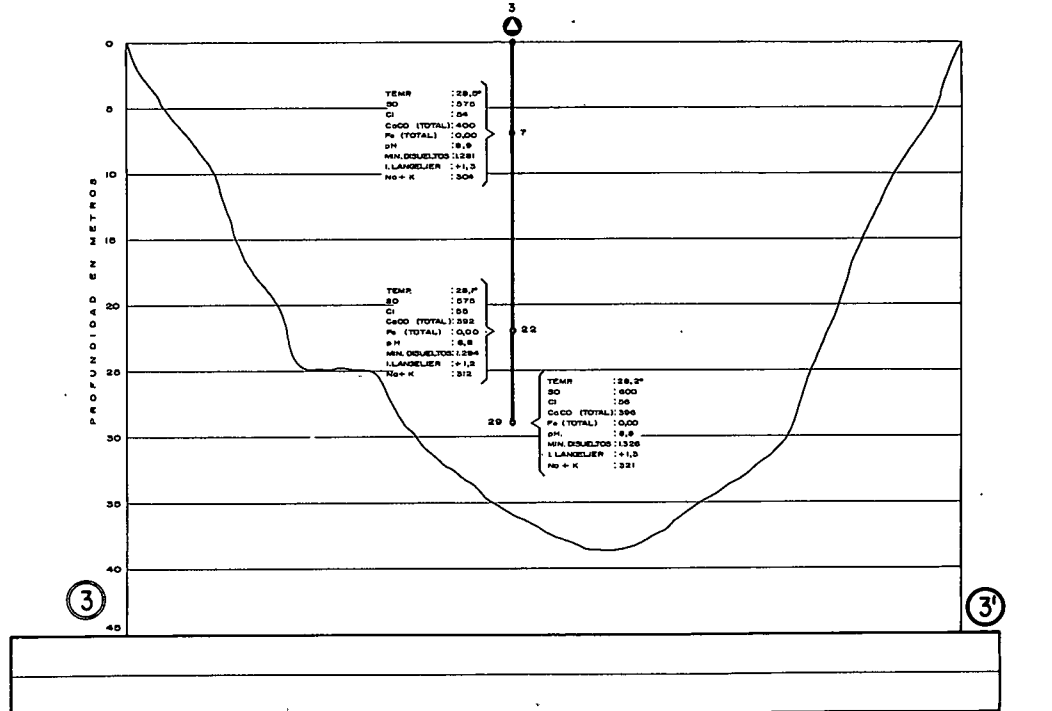
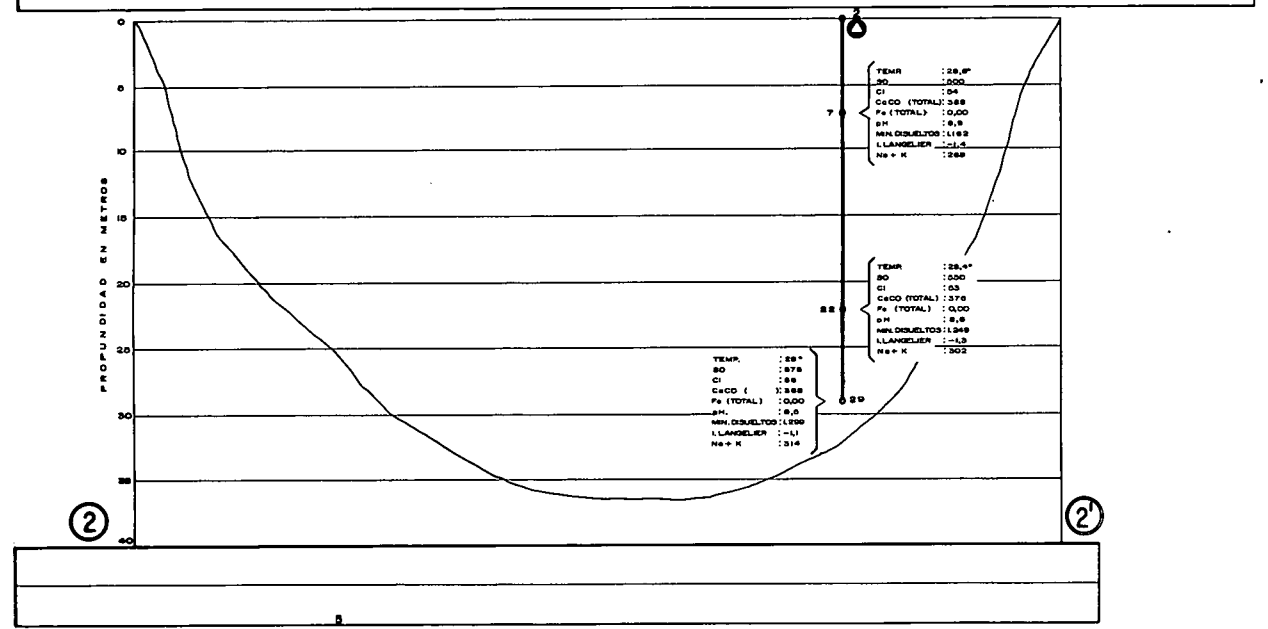
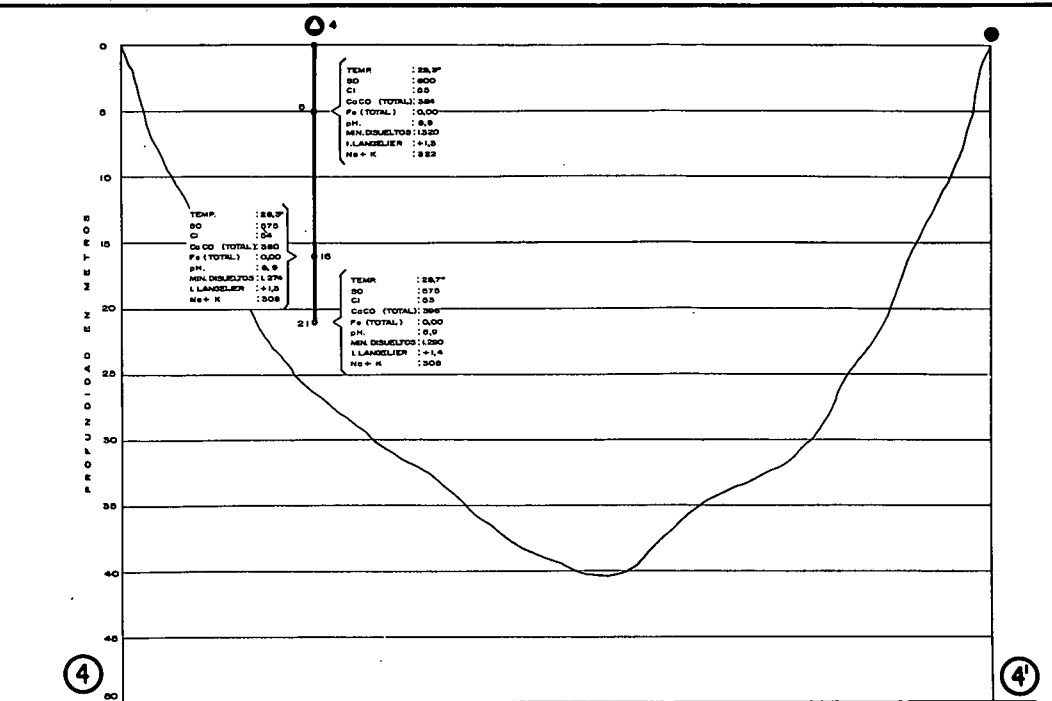
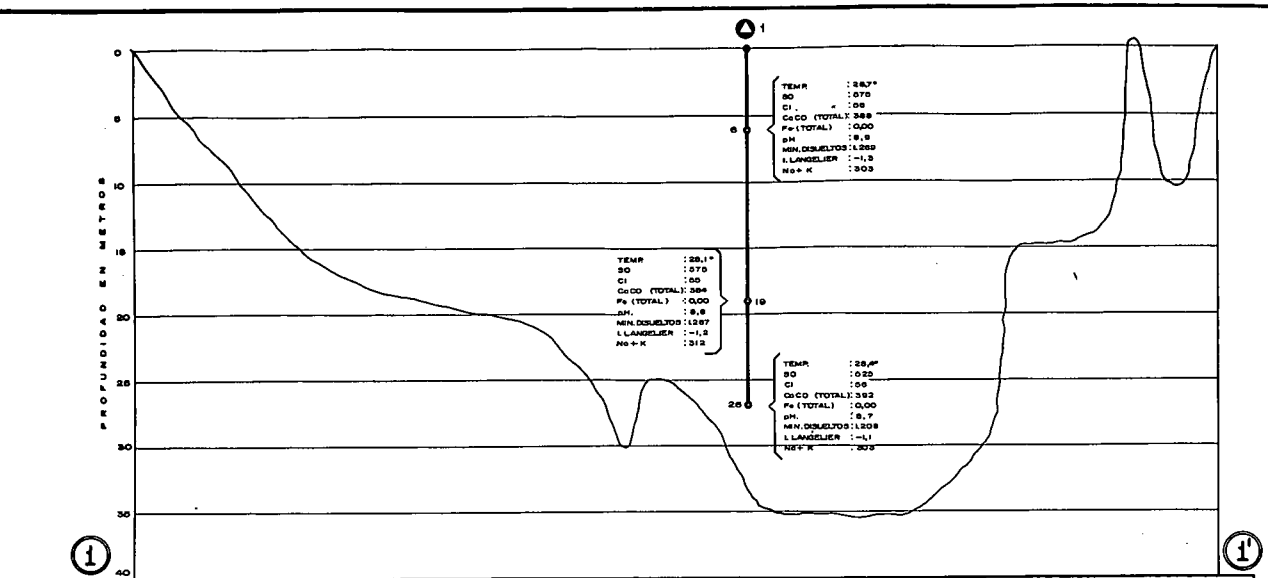
A continuación mostramos planos contentivos de las muestras tomadas a diferentes profundidades en el Lago de Valencia con sus análisis correspondientes, así como el plano batimétrico del Lago.



REPUBLICA DE VENEZUELA INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS DEPARTAMENTO TECNICO	
DIVISION DE HIDROLOGIA LEV.: PROY.: CALC.: DIB.: TRAZ.: REV.:	LAGO DE VALENCIA ISOLINEAS DE CONCENTRACION DE SULFATOS EN SUPERFICIE (en mg/lt.) FECHA: APROBADO: ESCALA: 1:100,000 HOJA Nº: Nº DE HOJAS:



INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS DEPARTAMENTO TÉCNICO	
DIVISION DE HIDROLOGIA LEV. PROY. CALC. DIB. A. A. A. TRAZ. REV.	LAGO DE VALENCIA ANALISIS FISICO QUIMICO DE PROFUNDIDAD FECHA: NOV. 1966 APROBADO: ESCALA: 1:100,000 HOJA N° NR DE HOJAS



REPUBLICA DE VENEZUELA INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS DEPARTAMENTO TÉCNICO			
DIVISION DE HIDROLOGIA		LAGO DE VALENCIA	
ANALISIS FISICO QUIMICO DE PROFUNDIDAD			
LEV. PROJ. V.E. ZAPATA G. CALC.	DIB. A. A. A. TRAZ.	FECHA: NOV. 1968 APROBADO:	ESCALA: 1:1000 HOJA N° N° DE HOJAS

Por último mostramos unos diagramas triangulares de análisis físico químico de diferentes pozos y cuencas para tratar de demostrar que las aguas subterráneas provienen de un mismo acuífero, según lo muestra dichos diagramas, así como los niveles alcanzados por la mayoría de los pozos perforados en dicha cuenca.

NIVELES MEDIOS - CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA

PROFUNDIDAD MEDIA:

63.38 metros

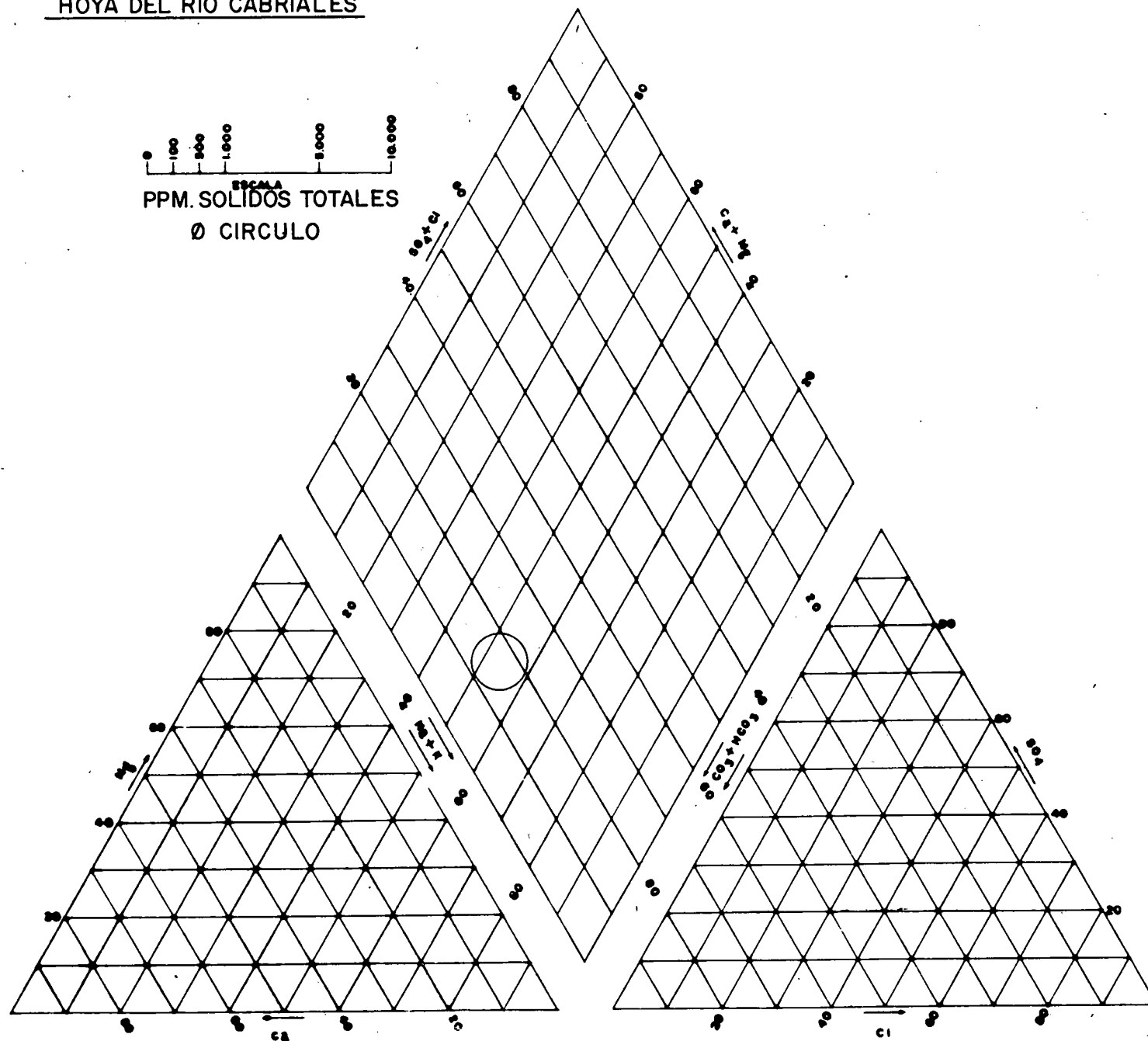
NIVEL ESTÁTICO MEDIO:

13.47 metros

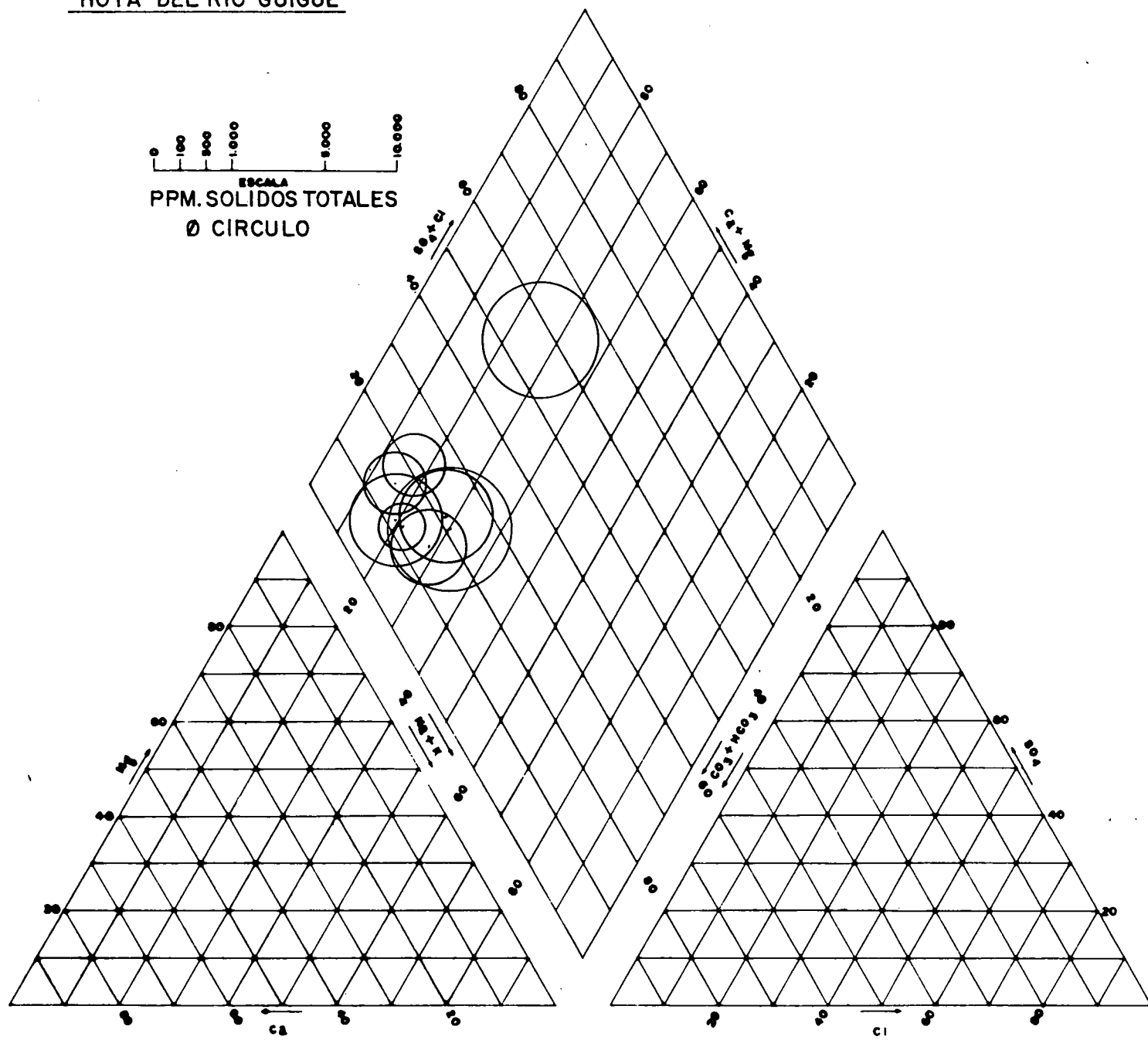
NIVEL DE BOMBEO MEDIO:

24.23 metros

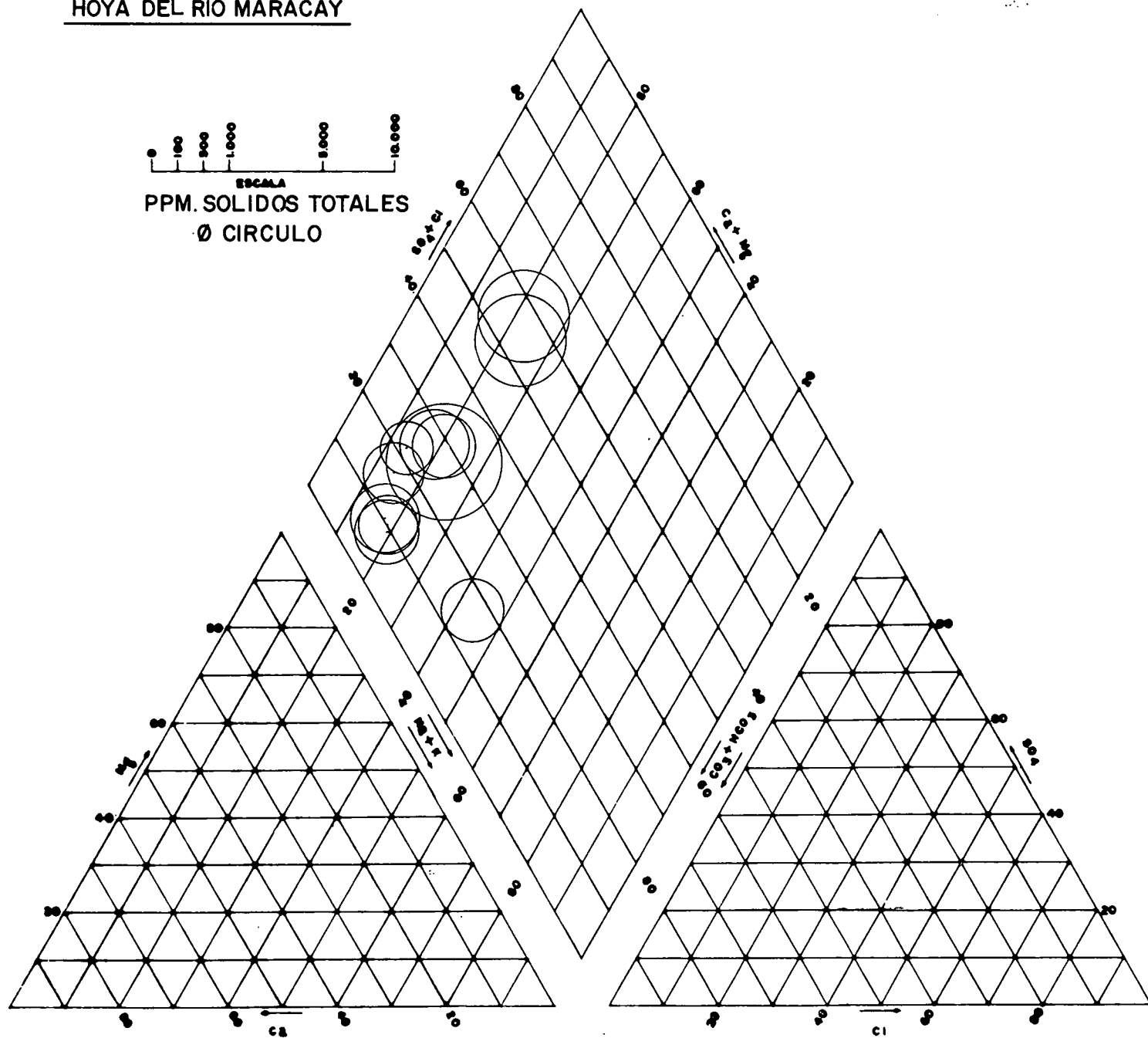
HOYA DEL RIO CABRIALES



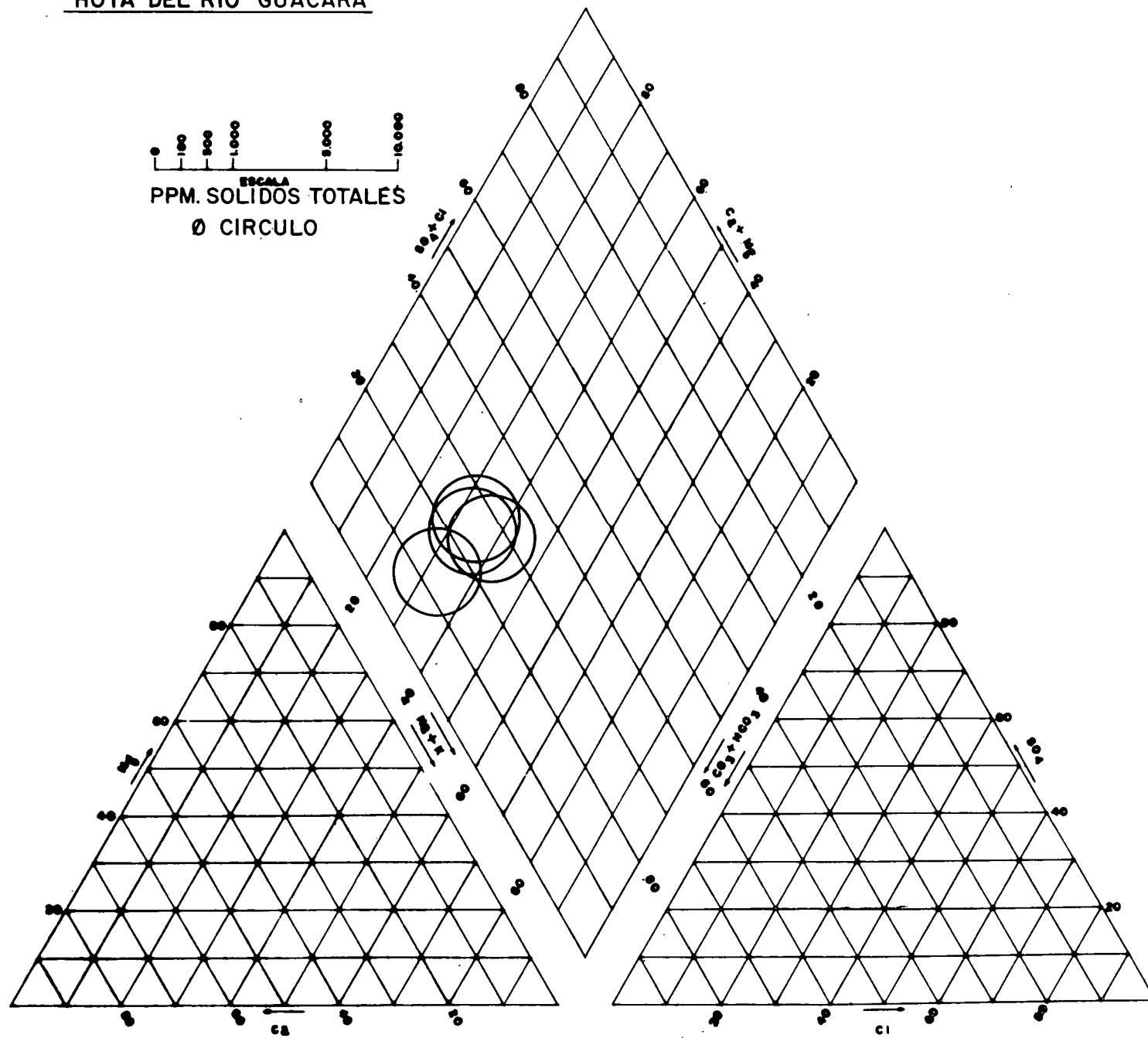
HOYA DEL RIO GUIGUE



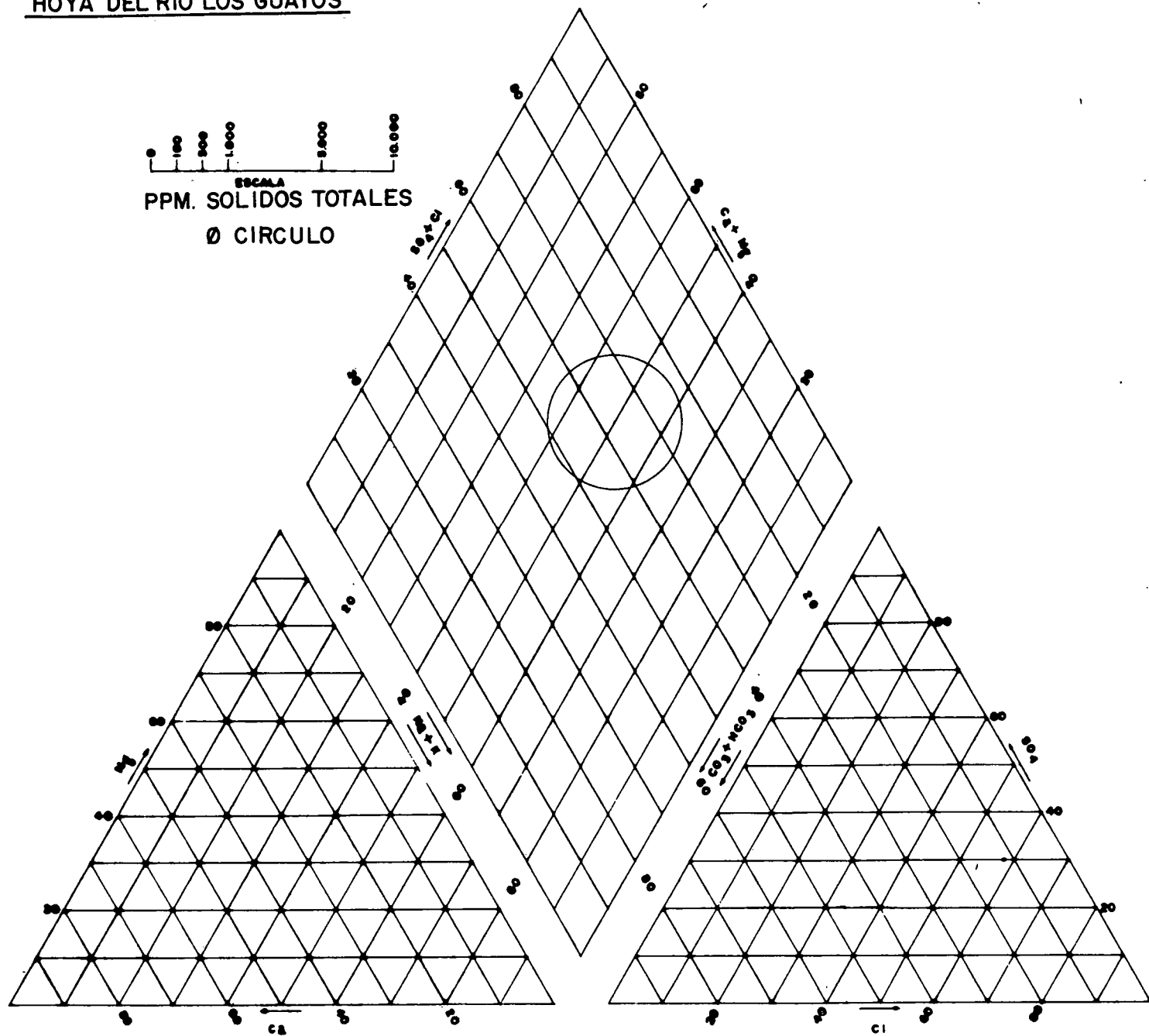
HOYA DEL RIO MARACAY



HOYA DEL RIO GUACARA



HOYA DEL RIO LOS GUAYOS



CONCLUSIONES. - Del estudio anterior se deduce que no existe un déficit en el balance hidrológico de la cuenca del Lago.

a) Que existe una fuga de aguas provenientes de la cuenca hacia la hoya del río Pao y pérdida por evaporación, e infiltración hacia la misma hoya, de aguas de la laguna formada en el desparramadero o laguna del Paito, lo cual crea el déficit aparente.

b) Que existen pérdidas estimadas en un 30% de agua que se extrae de la cuenca subterránea.

c) El aspecto sanitario en cuanto a las aguas se refiere es potencialmente deplorable. Las aguas del Lago son de muy mala calidad así como fuertemente contaminada.

d) El problema de disposición de las aguas servidas reviste el mayor interés y su solución es necesario efectuarla a corto plazo.

RECOMENDACIONES:

1) Efectuar las instalaciones hidrometeorológicas necesarias para obtener cuantitativamente el potencial de aguas superficiales y arrastre de sedimentos, con objeto de precisar el balance hidrológico.

2) Estudio de las aguas subterráneas. En cuanto a este punto ya el Departamento Técnico del I. N. O. S. adelanta las conversaciones necesarias a fin de efectuar estudios de aguas subterráneas en algunas regiones de Venezuela entre las cuales figura la hoya tributaria del Lago de Valencia.

3) Impedir la fuga de un porcentaje de las aguas que escapan a la hoyaya del Pao, mediante canalizaciones; con objeto de mantener un equilibrio del nivel del Lago, que no efecte instalaciones industriales ni de otro tipo.

Los niveles estarían entonces afectados por las variaciones climáticas solamente.

4) Tratamiento de las aguas residuales sobre todo las industriales antes de disponerlas en pozos sépticos, con objeto de no contaminar en grado extremo los acuíferos y el Lago.

5) Reglamentación de la explotación de los acuíferos con objeto de impedir su agotamiento e interferencia entre pozos.

6) Protección de las zonas montañosas para asegurar la autoregulación del escurrimiento superficial y favorecer la infiltración en las zonas de recarga. Así como de evitar los excesivos arrastres de sedimentos.

B I B L I O G R A F I A

APPLIED HYDROLOGY - Ray K. Linsley, jr.

MAX A. KOHLER - Joseph L. H. Paulhus

HYDROLOGY - C.O. WISLER - E. F. Brater

HYDROLOGY FOR ENGINEERS

INFORME DE LA CONSTRUCTORA SUMA (FUNVAL)

ANUARIO PLUVIOMETRICO E HIDROMETRICO DEL
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS.

ANUARIO PLUVIOMETRICO E HIDROMETRICO DEL
INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS.

BOLETIN CLIMATOLOGICO DEL INSTITUTO NACIO
NAL DE OBRAS SANITARIAS.