

Estudio sedimentológico “Lago San Roque”

Marzo de 1979

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899



+info
www.argentina.gov.ar/ina

Autores:
José A. Santa y Mario Herrero

INCYTH

Instituto Nacional de Ciencia
y Técnica Hídricas

CONICET

Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas Y Técnicas

ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO

"LAGO SAN ROQUE"

INCYTH  CONICET

Centro de Investigaciones Hídricas
de la Región Semiárida

CIHRSA

Villa Carlos Paz - Córdoba

República Argentina

76

El presente trabajo fue ejecutado por el CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS DE LA REGION SEMIARIDA, sito en Villa Carlos - Paz, Pcia. de Córdoba, en el mes de Marzo de 1979.

EL CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS DE LA REGION SEMIARIDA (CIHRSA), fue creado por Convenio entre el INCYTH, Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, y el CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, con el fin de realizar investigaciones y estudios sobre los Recursos Hídricos, tendientes a su mejor aprovechamiento como así también contribuir a la formación de Investigadores y Técnicos y prestar asesoramiento a Instituciones fiscales privadas, empresas, etc. sobre temas de su especialidad.

Presidente I N C Y T H
Ing. Carlos BALLESTER

Interventor C O N I C E T
Dr. Jose HAEDO ROSSI

CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS

DE LA REGION SEMIARIDA...

C. I. H. R. S. A.

COMITE DE REPRESENTANTES: Ing. Enrique M. INHOUDS (INCYTH)
Dr. Rubén VALLEJOS (CONICET)
Dr. Joaquín ORDAS (CONICET)
Ing. Jorge J. BLANCHETIERE (INCYTH)

DIRECTOR: Ing. Eduardo BUSTAMANTE

ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO "LAGO SAN ROQUE"

METODOLOGIAS Y CONCLUSIONES

José A. Santa y Mario Herrero

INTRODUCCION

El presente trabajo es parte integrante de un proyecto cuyo objetivo principal es el conocimiento de la capacidad de almacenaje de los embalses ubicados en la Prov. de Córdoba, o de aquellos que presenten problemas reales de atarqui namiento, a fin de observar la degradación específica de las cuencas tributarias para su posterior control.

El Lago San Roque está ubicado en la Prov. de Córdoba a 31°23' de latitud sur, y a 64°28' de longitud oeste, en el Valle de Punilla; su nivel máximo de embalse, se halla a 646 mts. s.n.m.

El primer dique se terminó de construir en 1890, siendo reemplazado por la actual obra en 1944. Su volumen útil según un relevamiento del año 1929, es de 201,1 Hm³ a cota 35,30 mts. (nivel del vertedero) y el área embalsada es de 1639 Ha.

Este lago se encuentra en la cuenca alta del Río Primero, y posee un área de drenaje de 1750 Km², teniendo como principales afluentes, los Ríos Cosquín y San Antonio, siendo de menor importancia el aporte de los Arroyos Las Mojarras y Los Chorrillos. Aguas abajo del embalse, el curso toma el nombre de Río Primero.

La cuenca de aporte es de tipo torrencial, siendo propio del clima de la zona considerada, su constante cambio en las diferentes épocas del año, y aún en breve lapso de espacio y tiempo.

RELEVAMIENTO BATIMETRICO

Entendemos por reconocimiento batimétrico, el conjunto de operaciones, encaminadas a obtener datos de la topografía y volumen del vaso, sin necesidad de vaciarlo.

Las ventajas que presentan los reconocimientos batimétricos, respecto a los topográficos, fotogramétricos y clásicos, se pueden resumir diciendo que reúnen las condiciones medias óptimas de rapidez, precisión y economía,; condiciones / necesarias para que de hecho se efectúen y prosigan con regularidad las medicio- nes.

Con el propósito de comparar el relieve sumergido actual con uno anterior, se tomó como base, un estudio topográfico realizado por la Dirección Provincial de Hidráulica de Córdoba en el año 1929. En base a este estudio se confeccionó una carta escala 1:20.000 con cota máxima de 35 mts. (referida a o mts. del / vertedero) o sea 643 mts. s.n.m.

Fué necesario trabajar con la fotografía aérea del embalse (escala 1:5000 aproximadamente) para localizar los accidentes topográficos, naturales o no, de la línea de costa, y llevarlos a la carta correspondiente con suma exactitud.

Estos accidentes constituyen los vértices extremos de un perfil de sondeo. Para el perfecto conocimiento de las curvas isobáticas, se realizó un gran nú- mero de estos perfiles (72 en total).

La definición de un perfil de sondeo, fué planteada, de acuerdo a las si- guientes condiciones:

a- Que sean representativos, es decir que los volúmenes entre cada / todos de ellos, pueden ser asimilables a cuerpos geométricos sencillos por lo que es aconsejable que los perfiles sean normales al cauce del río.

b- Que los vértices extremos de perfiles, cumplan los requisitos in- / dispensables en topografía; buena visibilidad, perfecto enlace / con los más posibles de los restantes.

Cada embalse requiere un exámen particular, pero se puede decir generalmen- te, que la separación entre dos perfiles no debe ser superior a los 400 mts.

El reconocimiento batimétrico propiamente dicho, se efectuó con un ecógrafo portátil, instalado en una embarcación adecuada a este tipo de trabajos. La mi- / sión de este equipo, es medir la profundidad , facilitando un registro gráfico y continuo, de la misma en cada instante.

En el período que se realizaron las mediciones , el nivel del dique osciló entre 29,08 y 28,06 mts. Por arriba de la cota 25 mts. no se observó deposición sedimentaria, salvo en los deltas de los tributarios, según reconocimientos topográficos realizados.

El error máximo encontrado , en aquéllos lugares en que dos perfiles se cruzan, fué de 5 cm. ; si se tiene en cuenta la deriva inevitable que se produce al navegar un perfil, este error puede ser considerado despreciable.

A partir de los nuevos datos, se construyeron las curvas isobáticas y la carta batimétrica actual. (LAMINA I)

CUBICAJE

El cubicaje del volúmen del lago fue realizado, siguiendo el mismo procedimiento adoptado en el año 1929, es decir que se aplicó la fórmula del " tronco cónico":

$$V = (a_1 + a_2 + (a_1 \cdot a_2)^{1/2}) \cdot \frac{h}{3}$$

donde:

a_1 = área de la cota superior

a_2 = área de la cota inferior

h = equidistancia

ejemplo:

a_1 = área de la cota 15 mts.

a_2 = área de la cota 12,5 mts.

h = 2,5 mts.

A partir de los datos de áreas y volúmenes (LAMINA II), se confeccionaron las "Curvas acumulativas de áreas y volúmenes" e "Histogramas de volúmenes de sedimentos", respectivamente.

El análisis de los datos permite observar que un período de 47 años, el volumen decreció en $13,46 \text{ Hm}^3$, acusando el embalse, una zona preferente de sedimentación, entre las cotas de 15 y 22,5 mts. en las que se aloja el 76,33% del sedimento.

El volumen sedimentado en los deltas de los Ríos San Antonio y Cosquín, es de $1,4$ y $0,68 \text{ Hm}^3$, respectivamente, lo que representa un 10,4 y 5,05% del total.

Por otra parte el volúmen a 1929 ha disminuído en un 6,69% lo que se traduce en una velocidad media de sedimentación de $0,286 \text{ Hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$.

COMPOSICION GRANULOMETRICA

El criterio adoptado para la ubicación de los puntos de muestreo, fué /

una distribución que siguiera las líneas de corriente, o mejor dicho de aporte y de este modo reflejar la variación de la composición sedimentológica, en función de la distancia desde el punto de primera sedimentación (desembocadura de los ríos en el espejo del lago).

El número de puntos de muestreo se elevó a nueve, considerando / a esta cifra como la mínima necesaria para que el trabajo fuera re- / presentativo.

En la toma de las muestras, se utilizó un draga tipo Seki, acciona- da en forma manual. La penetración de cuchillas fué de 15 cm. aproxima- damente, lo que se traduce en 2 a 5 años de deposición, según la zona.

El análisis de las muestras, se efectuó por el " método de la pi- peta" y los resultados (LAMINA III, Tabla n°1) se expresan en porcen- tajes de los componentes.

A partir de estos valores se graficaron los porcentajes acumulados expresando los diámetros de las fracciones, en ϕ , y del mismo se con- feccionó la Tabla N°2 (LAMINA III).

A fin de identificar cada muestra, se tomaron los siguientes valo- res estadísticos: media, dispersión, asimetría, kurtosis y relación / media de la dispersión (LAMINA V, Tabla n°3).

Fórmulas utilizadas:

$$\text{Media: } M\phi = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$$

$$\text{Dispersión: } \sigma \phi = (\phi_{84} - \phi_{16}) / 4 + (\phi_{95} - \phi_5) / 6.6$$

$$\text{Asimetría: } \alpha \phi = \frac{M_{\phi} - Md_{\phi}}{\sigma_{\phi}}$$

$$\alpha \phi = \frac{1/2 (\phi_5 + \phi_{95}) - Md}{2 \sigma_{\phi}}$$

$$\text{Kurtosis: } \beta \phi = \frac{1/2 (\phi_{95} - \phi_5) - \sigma_{\phi}}{\sigma_{\phi}}$$

En el cálculo del porcentaje medio del sedimento se admitió el criterio del valor areal porcentual para cada muestra. Definiendo es- tas áreas por las perpendiculares, trazadas en el punto medio de la / línea que une, dos puntos adyacentes (LAMINA VI).

Los resultados se consignan en la Tabla N°4 (LAMINA V).

Composición media del sedimento:

- Arena: 9%
- Limo: 52,5 %
- Arcilla: 38,5%

Se discriminó esta composición media, según lo aportado por los Ríos San Antonio-Los Chorrillos, y los Ríos Cosquín-Las Mojarras. /
 Asignando para los dos primeros, los valores de las muestras 1, 2, y 3, 4 y la mitad de la 10 y la 8; y para los segundos, los valores de 9, 7, 5 y la mitad de la 10 y la 8.

De este modo, se obtuvo una composición media:

X Ríos San Antonio-Los Chorrillos	Ríos Cosquín-Las Mojarras
Arena: 10,63%	Arena: 6,84%
Limo: 47,42%	Limo: 58,88%
Arcilla: 41,95%	Arcilla: 34,28%

Las distintas clases texturales de los sedimentos, se graficaron según el Triángulo de Shepard (1954) (LAMINA VII).

Se visualiza en dicha lámina, que en las zonas distales, la influencia de la pérdida de velocidad de la corriente, es traducida en una variación rápida de la textura.

En la zona Central, el límite entre el limo arcilloso y la arcilla limosa, podría responder a la diferente composición de aporte de las cuencas parciales, dado que los Ríos Cosquín-Las Mojarras tributan mayor porcentaje de limo y menor de arcilla, que los Ríos San Antonio-Los Chorrillos.

PESO ESPECIFICO DE LOS SEDIMENTOS

Se adoptó la siguiente fórmula:

$$W = W_0 + K \cdot 0,4343 \left(\frac{T}{T-1} \right) (Ln T) - 1$$

W=Peso específico de los sedimentos que llevan T años de compactación

W₀=Peso específico inicial, considerado al final de un año.

K= Constante

T= 47 años(en este caso)

Para embalses en los que normalmente, existen descensos moderados del nivel de las aguas, tal cual es nuestro caso, tenemos:

Tipo de sedimento	W_o	K
Arena	1505,67	0
Limo	1198,06	43,71
Arcilla	744,71	173,23

$$W_o = \frac{8,97 \cdot 1505,67}{100} + \frac{52,45}{100} \cdot 1198,06 + \frac{38,58}{100} \cdot 744,71 = 1050,75$$

$$K = \frac{8,97 \cdot 0}{100} + \frac{52,45}{100} \cdot 43,71 + \frac{38,58}{100} \cdot 173,23 = 89,758$$

$$W = 1165, \text{ kg/m}^3$$

Para el aporte de cada cuenca parcial, el peso específico de los sedimentos, se calculó de igual manera. Así tenemos:

Ríos San Antonio-Los Chorrillos Peso Específico: $W = 1159,59 \text{ Kg/m}^3$

Ríos Cosquín-Las Mojarras == Pesō Específico: $W = 1172,55 \text{ Kg/m}^3$

DEGRADACION ESPECIFICA

Cuenca Alta Río Primero:

$$\text{Deg. Esp.} = \frac{\text{Volúmen acumulado de sed.} \times \text{Peso Esp. de Sed.}}{\text{Area de la cuenca} \times \text{años de acumulación}}$$

$$\text{Deg. Esp.} = \frac{13.456.740 \times 1,16512}{1754 \times 47}$$

$$\text{Deg. Esp.} = 190,19 \text{ Tn. Km.}^{-2} \cdot \text{Año}^{-1}$$

Basándose, en el área de influencia de cada cuenca parcial, se calculó como aporte en volúmen y degradación específica:

Cuenca San Antonio-Los Chorrillos: $7,4 \text{ Hm}^3$

$$\text{Deg. Esp.} = 250,31 \text{ Tn. Km.}^{-2} \cdot \text{Año}^{-1}$$

Cuencas Cosquín-Las Mojarras: $6,05 \text{ Hm}^3$

$$\text{Deg. Esp.} = 147,36 \text{ Tn. Km.}^{-2} \cdot \text{Año}^{-1}$$

Se hace la salvedad, que para este cálculo, no ha sido tomado en cuenta la pérdida de materiales por procesos de disolución, y por otra parte, se consideró un índice de retención ideal del 100%.

BIBLIOGRAFIA

HERAS, R. (1970) Manual de Hidrología, La Erosión y la Sedimentación y Técnicas específicas en Hidrología, Tomo VI, pag. 227-245.

DRAGO, E.C. y DEPETRIS, P.J. (1974): Sedimentación en el Embalse San Roque (Córdoba-Argentina). Rev. Asoc. Geol. Tomo V, N° 3-4, pag. 59-60.

VEN TE CHOU, P.D. (1964) Handbook of Applied Hidrology, Sección 17, pag. 17-1 - 17-35.

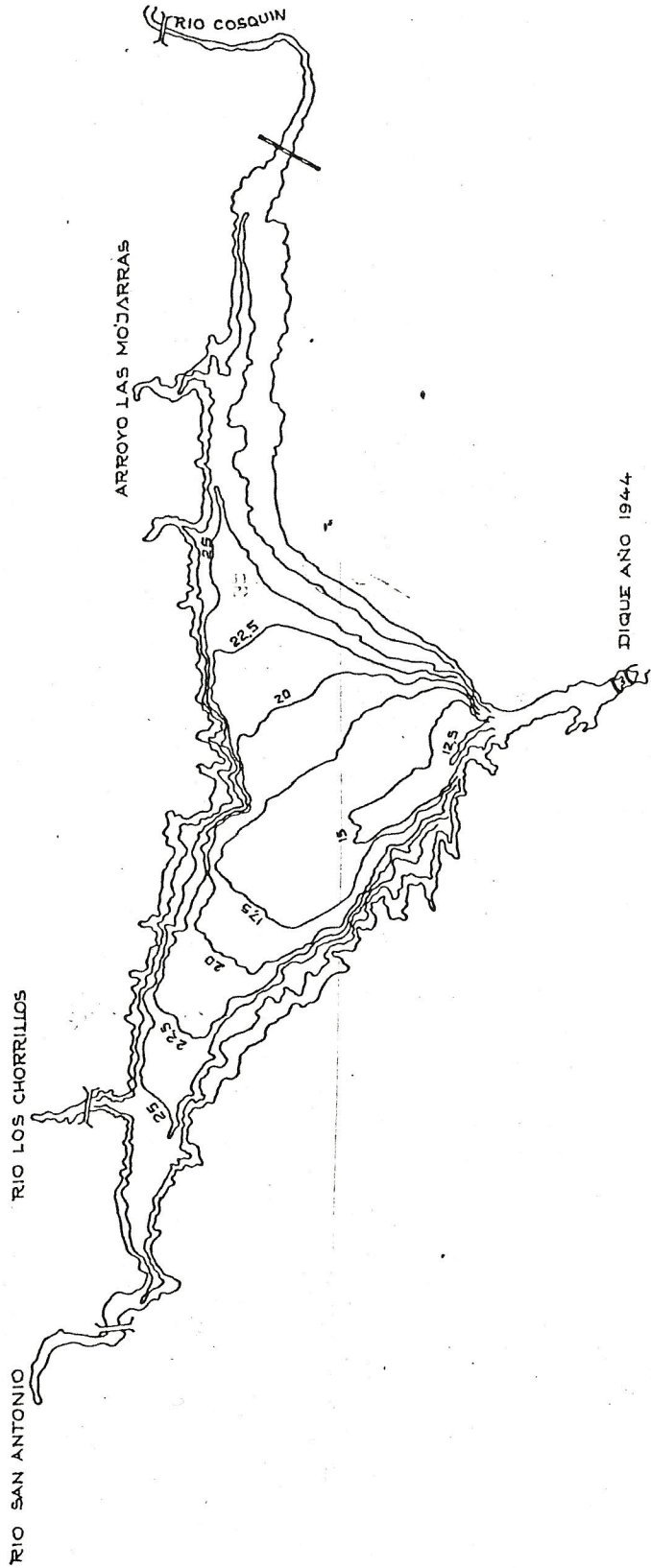
DIRECCION PROVINCIAL DE HIDRAULICA DE CORDOBA: Estudio Sedimentológico en el Lago San Roque. Desembocadura del Río San Antonio. 1970.

DIRECCION PROVINCIAL DE HIDRAULICA DE CORDOBA: Inédito Relevamiento Topográfico. Desembocadura Río Cosquín (Lago San Roque-1970).

ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO
" LAGO SAN ROQUE "
José SANTA y Mario HERRERO

1

CARTA ISOBATICA



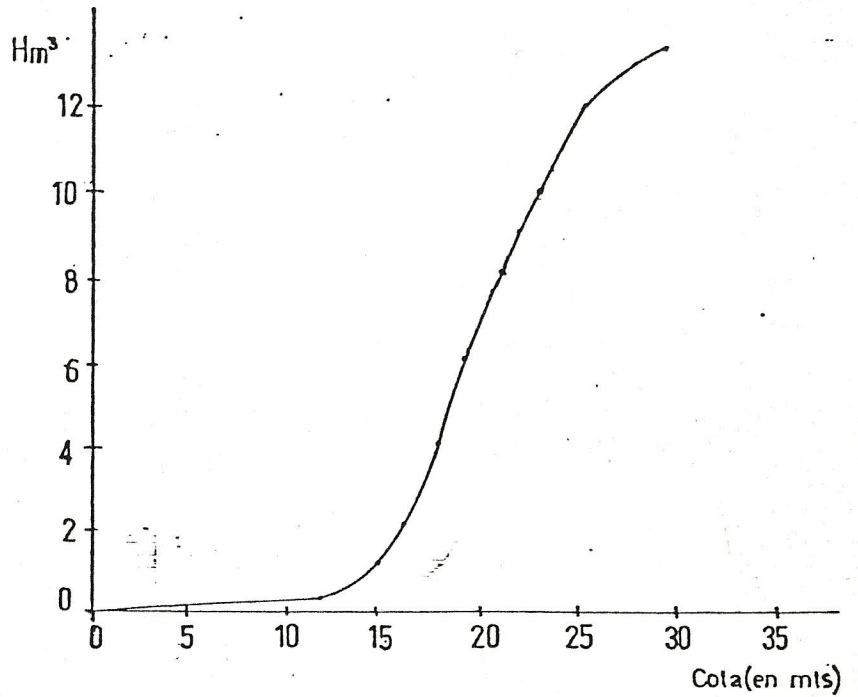
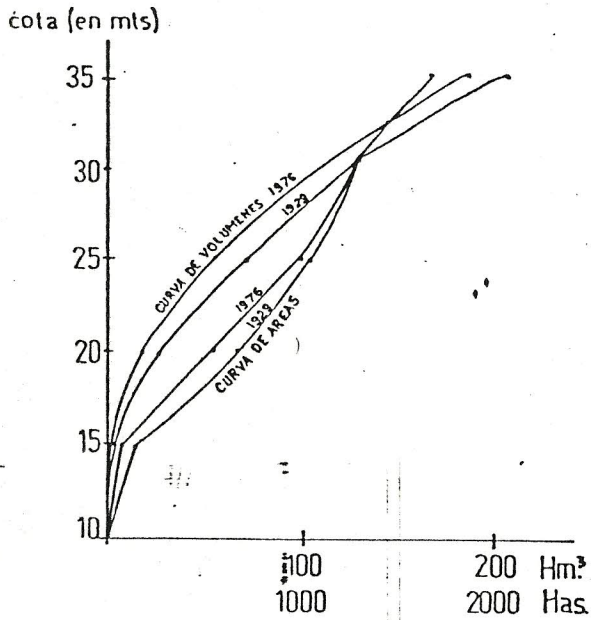
ESCALA 1:75.000

COTAS	Año 1929		Año 1976		Decrementos de áreas	
	Mts.	Has.	Has.	Has.	Has.	Has.
35,30	1639,14	1639,14	1639,14	0,0		
30	1270,98	1262,98	1262,98	8,0		
25	1010,42	955,32	955,32	55,1		
22,50	861,56	778,46	778,46	83,1		
20	680,77	550,53	550,53	130,24		
17,50	456,98	341,15	341,15	115,83		
15	154,58	78,88	78,88	75,70		
12,50	28,68	11,28	11,28	17,14		
10	9,04	5,36	5,36	3,68		

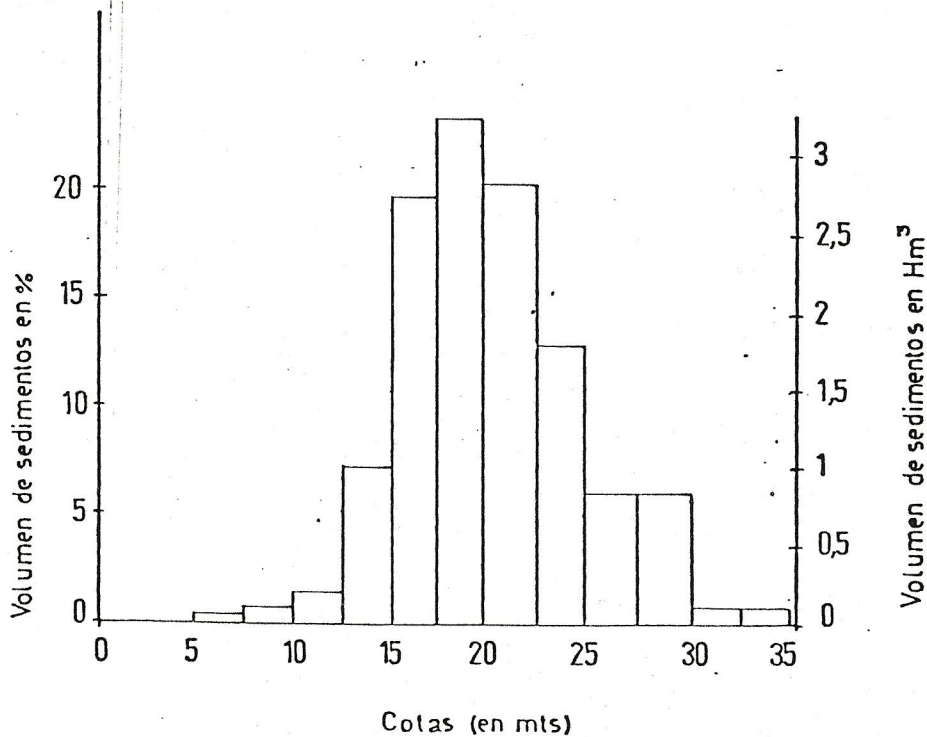
COTAS	Año 1929		Año 1976		Decrementos de Volumen	
	Mts.	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3
35,30-30	76,75086	76,52487	76,52487	0,22599		
30 - 25	56,7424	55,11547	55,11547	1,62693		
25 - 22,5	23,44225	21,69676	21,69676	1,74549		
22,5- 20	19,40117	16,67329	16,67329	2,72788		
20 - 17,5	14,31317	11,18584	11,18584	3,12733		
17,5- 15	7,9926	5,32091	5,32091	2,67169		
15 -12,5	1,89102	0,90818	0,90818	0,98284		
12,5- 10	00,39335	0,17844	0,17844	0,21491		
10- 0	0,17334	0,03966	0,03966	0,13368		
TOTALES	201,10016	187,64342	187,64342	13,45674		

Curva de áreas y volúmenes
años 1929-1976

Curva Acumulativa de Decremento de Volúmenes



Histograma de volúmenes de sedimentos (años 1929-1976)



MUESTRA N°	ARENA %	LIMO GRUESO %	LIMO FINO %	ARCILLA %
	> 56	56-20	20-2	< 2
1	76,4	6,93	7,75	8,92
2	30,24	24,25	23,59	21,92
3	8,27	20,44	40,39	30,90
4	0,13	2,92	42,17	54,78
8	0,17	1,14	35,66	63,03
10	0,62	8,48	43,62	47,28
5	3,35	18,63	40,92	37,10
7	8,62	29,72	35,18	26,48
9	15,67	30,57	32,49	21,27
6	59,45	12,03	14,07	14,45

MUESTRA N°	φ5	φ16	φ50	φ84	φ 95
1	1,85	2,5	3,5	6	12
2	3,15	3,9	5,5	11	12
3	4	4,95	7,35	11	12,5
4	6	7,3	9,2	11,2	12,5
8	6,65	7,8	9,6	11,4	12,5
10	5,2	6,4	8,9	11,3	12,5
5	4,5	5,3	8	11	12,5
7	4	4,7	6,75	11	12,5
9	3,6	4,25	6	11	12,5
6	1,9	2,5	3,85	8,65	12,5

ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO

"LAGO SAN ROQUE"

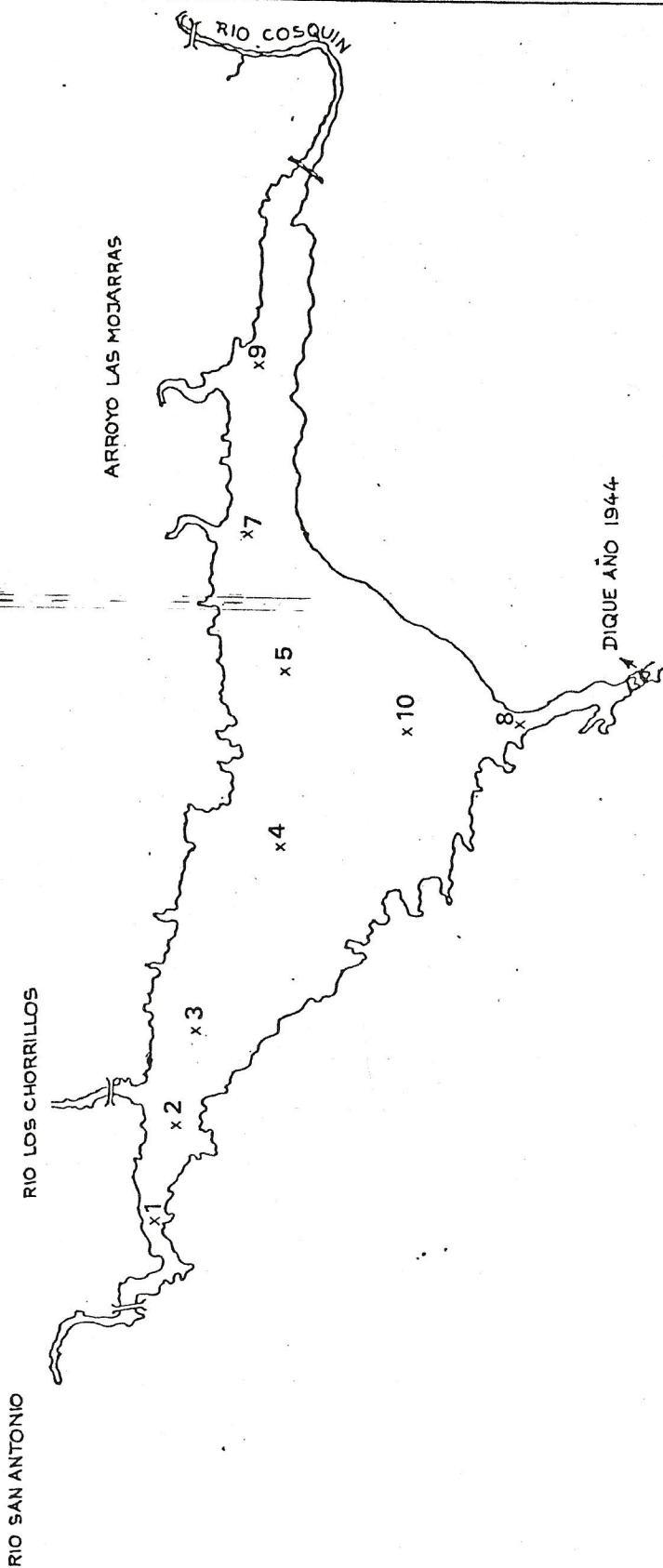
José Santa y Mario Herrero

v

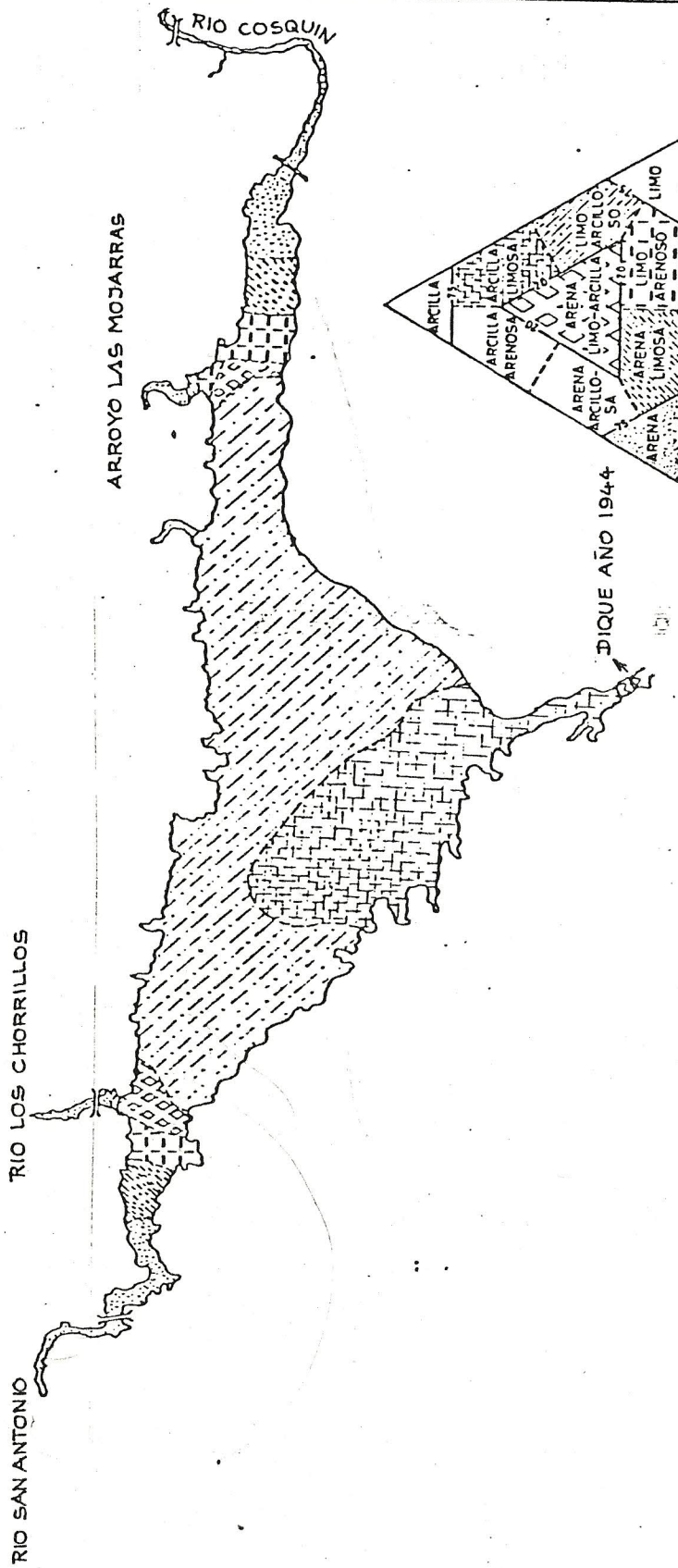
TABLA 3 y TABLA 4.

MUESTRA	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	$\alpha_2 \phi$	$\beta \phi$	M ϕ / $\sigma \phi$
1	4	2,41	0,21	2,43	1,1	1,66
2	6,8	3,19	0,41	0,73	0,46	2,13
3	7,77	2,8	0,15	0,32	0,52	2,78
4	9,23	1,96	0,02	0,03	0,66	4,71
8	9,6	1,79	0,00	-0,01	0,63	5,36
10	8,87	2,33	0,01	0,02	0,57	3,81
5	8,1	2,64	0,04	0,19	0,52	3,07
7	7,48	2,86	0,26	0,52	0,49	2,62
9	7,08	3,04	0,36	0,67	0,46	2,33
6	5	3,14	0,37	1,07	0,69	1,59

MUESTRA N°	ARENA	LIMO GRUESO	LIMO FINO	ARCILLA	%de Area
	ARENA	56-20 μ	20-2 μ	< 2 μ	
1	2,93	0,26	0,3	0,34	3,83
2	1,94	1,56	1,52	1,41	6,43
3	1,01	2,5	4,94	3,78	12,23
4	0,03	0,67	9,68	12,58	22,96
8	0,01	0,06	1,77	3,13	4,97
10	0,1	1,40	7,19	7,79	16,48
5	0,43	2,38	5,23	4,74	12,78
7	0,82	2,82	3,34	2,51	9,49
9	1,70	3,31	3,52	2,30	10,83
	8,97	14,96	37,49	38,58	100,00



ESCALA 1:75000



ESCALA: 1:75000