0/X.12
C26es
2a etapa
XXIII
39964
MFN-226

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
PROVINCIA DE CATAMARCA

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel
Belgrano

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyT N° S 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

CAPITULO V

ESTUDIOS DE REPLECIÓN DE LOS EMBALSES DEL COMPLEJO "PIRQUITAS"

SECRETARIA de EST. de CIENCIA Y TECNICA
Expte 1995 457
DIA
MES
AÑO
HORA

12 DE JUNIO DE 1995

0/X.12
C26es
II Etapa
XXIII

CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE CATAMARCA

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS ETAPA II - PRIMERA FASE

Sr. Gobernador de la Provincia de Catamarca
DR. Arnoldo Anibal CASTILLO

Sr. Secretario Gral. del Consejo Federal de Inversiones
ING. Juan José CIACERA

Representantes por la Provincia de Catamarca:

Sr. Secretario de Ciencia y Tecnología
Ing. Adolfo FACTOR

Sr. Dir. Inst. de Investigaciones del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ing. Juan R. SEQUI

Representantes por parte del Consejo Federal de Inversiones:

Sr. Jefe del Area de Estado y Gestión Pública
Lic. Francisco DEL CARRIL

Responsable Regional Zona NOA - SUR
Lic. Eduardo O. CARRENZO

12 DE JUNIO DE 1995

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
PROVINCIA DE CATAMARCA

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyT N° S 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

EQUIPO DE TRABAJO

EXPERTO: Ing. Civil Antonio Alberto ROLDAN
SENIOR II: Ing. en Recursos Hidricos Anibal COMBA
SENIOR II: Ing. Civil Leandro Raúl DIAZ
JUNIOR: Ing. Civil Claudio Fernando BRAVO
JUNIOR: Ing. Civil Roberto Ricardo LAZARTE
JUNIOR: Mg. Ing. Civil Hugo Roger PAZ
TECNICO: Mariana JAIME DE RONGETI
TECNICO: Angel Emilio POLANCO
TECNICO: Jorge RONVEAUX

12 DE JUNIO DE 1995

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS

PROVINCIA DE CATAMARCA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS - ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

CAPITULO V

ESTUDIOS DE REPLECION DE LOS EMBALSES DEL COMPLEJO "PIRQUITAS"

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyTCa Nº S 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

INDICE

1.- INTRODUCCION.

2.- SOPORTE INFORMATICO UTILIZADO EN EL ESTUDIO.

3.- GENERALIDADES SOBRE LA SEDIMENTACIÓN EN LOS EMBALSES

3.1.- Forma de deposiciones de los sedimentos en los embalses.
3.2.- Métodos de distribución de sedimentos.
3.2.1.- Método "Area-Incremento".
3.2.2.- Distribución de sedimentos. Método "Area -Reducción"

4.- APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS AL EMBALSE "PIRQUITAS"
4.1.- Aplicación del Método "Area-Reducción"
4.2.- Aplicación del Método "Area - Incremento"
4.3.- Comparación de la aplicación de ambos métodos.

5.- APLICACION AL EMBALSE DEL SISTEMA "PIRQUITAS"

6.- DETERMINACIÓN DE LAS ECUACIONES PARA SU EMPLEO EN EL MODELO DE SIMULACIÓN.

6.1.- Embalse "pirquitas".
6.1.2.- Consideraciones sobre la Tasa de sedimentación a considerar en "Pirquitas"
6.1.3.- Procedimiento para determinacion de valores de curvas caracteristicas
6.1.4.- Determinacion de las ecuaciones.
7.- CONCLUSIONES.

7.1.- "Pirquitas"
7.2.- Complejo "Pirquitas - Isla Larga"
7.2.1.- Embalse "Isla Larga"
7.2.2.- Consideraciones sobre la tasa de sedimentación
7.2.3.- Procedimiento
7.3.- "Pirquitas"
7.4- Conclusiones Complejo "Isla Larga-Pirquitas"

8. COROLARIO

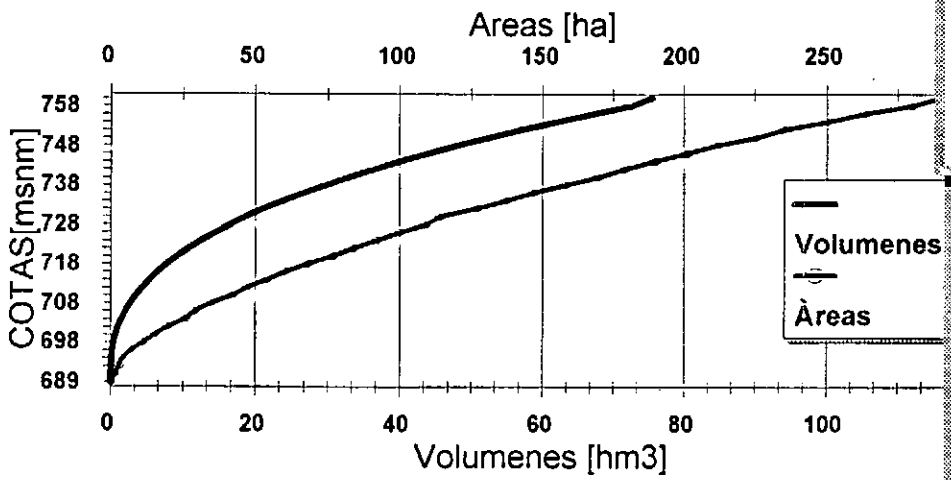
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL CAPÍTULO V.

12 DE JUNIO DE 1995

Presentacion Secuencial

balse "LAS PIRQUITAS"

Cotas-Areas y Cotas-Volumenes INICIAL

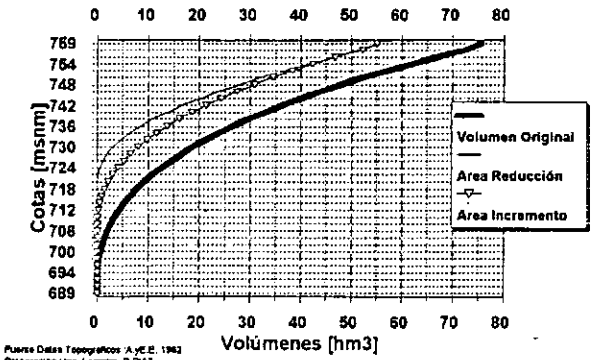


Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 1

Comparación de Curvas Cotas-Volumenes

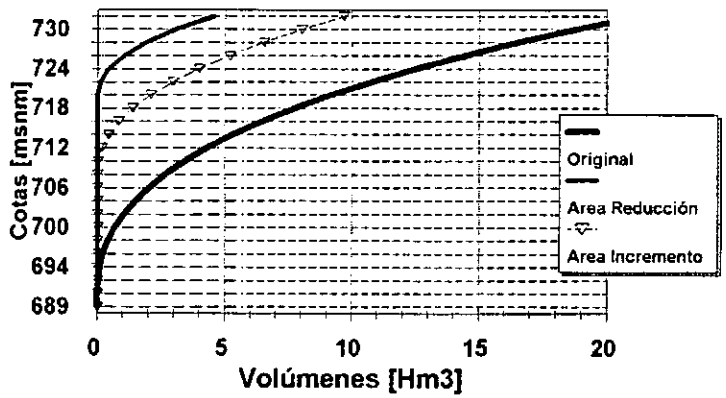
Para Una sedimentación de 20,4 Hm3



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 8

Detalle



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 9

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS

PROVINCIA DE CATAMARCA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS - ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

CAPITULO V

ESTUDIOS DE REPLECION DE LOS EMBALSES DEL COMPLEJO "PIRQUITAS"

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyTCa Nº S 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

1.- INTRODUCCION.

El objetivo de los estudios de repleción de los embalses del Complejo "Pirquitas" es crear las herramientas que permitan predecir como se comportarán los volúmenes que sedimenten en el embalse del Sistema "Pirquitas" existente, y en el potencial embalse "Isla Larga", ambos ubicados en la provincia de Catamarca, en un área que se extiende al Norte de la ciudad capital, a partir de los 28°-20' de latitud sur y 65°-43' de Longitud Oeste , y a una altura de 665 m.s.n.m.

La Cuenca de aporte corresponde a la red hidrogáfica del río del Valle en la Región Semiárida de la Provincia, cuyas características han sido expuestas en el **CAPÍTULO II.**

2.- SOPORTE INFORMATICO UTILIZADO EN EL ESTUDIO.

En este **INFORME FINAL** se utilizan los datos recopilados de todos los estudios realizados (**VER REFERENCIAS N°II.01; II.02 y II.03),** relativos a la temática y cuyos avances se adelantaron en los **INFORMES PARCIALES PRIMERO Y SEGUNDO.**

La evaluación de los procesos de sedimentación en función de los datos existentes se ejecutó sin llegar a realizar correlaciones con datos hidrológicos debido a que no existe la información suficiente para ese fin. Sin embargo los estudios realizados pirmitieron desarrollar una herramienta sencilla y adecuada para predecir las nuevas curvas características de capacidades y areas esperables con las que se trabaja en la modelización matemática del comportamiento del Sistema " Pirquitas " y del Complejo " Isla Larga -Pirquitas " de aplicación en los estudios de Hidroeconomía.

La metodología empleada en este trabajo a seguido los lineamientos generales normalmente usados en estudios de este tipo verificándose su adecuación y aplicabilidad al caso particular del embalse "Pirquitas" y al potencial embalse "Isla Larga".

Se ha tenido especilmente en cuenta la conveniencia de utilizar procesadores electrónicos de datos en entoernos de fácil acceso con requerimientos de Hardware y Sofware gran difusión para permitir su uso con un mínimo de equipamiento informático.Por ello la información se presenta en impresos y en medios magnéticos conteniendo esta última forma no solo datos sino aplicaciones activas para cálculos según las descripciones que siguen.

3.- GENERALIDADES SOBRE LA SEDIMENTACIÓN EN LOS EMBALSES

El fenómeno de sedimentación en los embalses provoca una progresiva disminución de la capacidad de regulación de los caudales aportados a los mismos, produciendo una disminución marcada de la oferta del recurso hídrico, pudiendo llegar a verse anulada la o las funciones para los que estos embalses fueron proyectados.

Los cursos de agua, y más particularmente, los de régimen torrencial, caracterizados por la presencia de bruscas e importantes crecientes y

fuertes pendientes, integran a su caudal importantes cantidades de sólidos que son transportados de distintas formas, siendo sensibles las cantidades que transportan como acarreo, material en suspensión y materiales flotantes.

La presencia de un embalse, al cual aporta un río, produce una modificación de las condiciones del flujo líquido afectando también al transporte de sólidos. En efecto, hacia agua arriba del embalse se produce un remanso que incrementa la sección de escurrimiento disminuyendo, consecuentemente, la velocidad de circulación de las aguas y también la capacidad de transporte de sólidos.

Los materiales sólidos comenzarán a depositarse en el lecho en función de las características de los mismos y de las condiciones de la pendiente del curso de agua y de su sección de escurrimiento. Se producirá una deposición selectiva en función de la granulometría y del caudal circulante.

La forma y la rapidez con que esta deposición se produce dependen principalmente de la morfología del vaso por un lado y de la forma de operar el embalse por otro. En ambas situaciones es fundamental conocer el volumen de regulación frente al derrame anual.

El atarquinamiento que se produce en la zona más profunda, procedente en su mayoría de la sedimentación de los finos en suspensión, es una función importante del tiempo de permanencia de las aguas en el vaso, de la forma de operar el embalse, tanto en época de crecidas como en estiaje, y del porcentaje de finos que componen el caudal sólido.

3.1.- Forma de deposiciones de los sedimentos en los embalses.

Como ya se dijo, los sedimentos se depositan en forma variable en función de las singularidades del vaso y de las condiciones de operación del mismo, siendo que los principales factores que afectan a la distribución de los mismos son:

a.- forma del vaso

b.- características de los sedimentos.

c.- finalidad del embalse (operación).

d.- volumen del sedimento en función del volumen del vaso.

e.- volumen del vaso en relación con del volumen de agua aportada.

En función de las características, y el juego de relaciones de las mismas, la deposición comienza a partir del inicio del remanso hasta la misma presa y se realiza en toda la superficie del embalse, produciendo una reducción del volumen disponible para cada cota del mismo.

En función de las características, y el juego de relaciones de las mismas, la deposición comienza a partir del inicio del remanso hasta la misma presa y se realiza en toda la superficie del embalse, produciendo una reducción del volumen disponible para cada cota del mismo.

Este proceso producirá por lo tanto, una modificación de las **curvas características Cota - Volúmenes y Cotas - Areas** iniciales del embalse que fueron determinadas determinadas a partir del relevamiento planialtimétrico del vaso.

Es entonces, importante conocer como se modifican las curvas originales de capacidades del embalse, si el mismo ya ha sufrido sedimentación, para poder conocer cuales son las verdaderas disponibilidades de agua, y su real posibilidad de aprovechamiento. Esto es válido para los estudios actuales en " tiempo real " y para las previsiones de las condiciones futuras del embalse, que a partir de los estudios de simulación permita mediante los balances hídricos prever las ofertas de agua esperables.

Para el conocimiento del estado actual del embalse se debe recurrir a los relevamientos batimétricos del mismo a los efectos de reconstruir las curvas características existentes. Para las previsiones a futuro, o cuando por alguna razón no se realiza el relevamiento batimétrico, y si se conoce por mediciones o

por estimaciones el volumen que se sedimenta en el embalse, se puede estimar con bastante aproximación, la curva de capacidades mediante algún método que nos permita distribuir ese volumen total sedimentado en toda la superficie del vaso.

En general existen dos métodos ampliamente usados para realizar esta distribución de los sedimentos depositados en el vaso . A efectos de poder aplicar el más adecuado a un caso en particular se procede a analizarlos y a realizar la aplicación de ambos para conocer cual de ello es el que más se adecúa al caso en estudio .En el caso del embalse del Sistema "Pirquitas" se cuenta con Batimetrias que nos permitirán comparar cual de los dos métodos nos dá resultados más aproximados.

3.2.- Métodos de distribución de sedimentos.

3.2.1.- Método "Area-Incremento".

En este método se supone que los sedimentos se depositan de forma tal que en el fondo estos ocupan todo el volumen disponible hasta que alcanza una **Nueva Cota Cero (NCC)** o Cota Inicial y a partir de allí los mismos se distribuyen en forma uniforme produciendo una disminución del área de

embalse disponible, igual para cada cota comprendida sobre la Nueva Cota Cero y el nivel máximo del embalse. La expresión con que se realiza esta distribución es:

$$Vs = Ao \times (H-ho) + Vo \qquad (1)$$

Donde :

Vs: Volumen Total de Sedimentos depositados en el Vaso.

Vo: Es el Volumen de sedimentos acumulados bajo la Nueva Cota Cero.

H: Profundidad primitiva del Vaso medida en coincidencia con el Paramento Aguas Arriba de la presa

ho: La altura alcanzada por los sedimentos en la parte más profunda y que se puede considerar que es la diferencia entre la Nueva Cota Cero del Embalse y la Original (suponiendo siempre que la Cota Cero original coincidía con la unión del paramento agua arriba de la presa con el lecho).

En este método de distribución, propuesto por E.A. Cristófono, la solución operativa del mismo sigue las siguientes pautas:

a-Se asume la existencia de un determinado **Volumen Total Sedimentado (VTSE).**

b-Se procede a adoptar una nueva cota cero y utilizando las curvas cotas volúmenes originales se determina el **Volumen "Vo"** ubicado bajo esa cota y el **Área "Ao"** correspondiente a esa nueva cota.

c-Se aplica la expresión (1) para determinar **"Vs".**

d-Si este volumen no coincide con el Volumen sedimentado que estamos considerando **(VTS),** se procede a realizar nuevamente el cálculo a partir del paso -a- eligiendo una **Nueva Cota Cero** hasta lograr en sucesivos tanteos una coincidencia adecuada a la precisión con que se desea realizar los cálculos.

e-Una vez que se ha logrado determinar una **NCC** que satisfaga al **VTS** se procede a considerar una disminución del área del embalse uniforme y constante para cada nivel e igual a **Ao** .

f-Con este valor restado a la curva **Cotas - Areas** se procede a calcular la capacidad del embalse cubicando el mismo. Para los niveles inferiores a **NCC** se considera que no existe capacidad de Embalse (áreas y

volúmenes nulos). La curva que se obtiene es la nueva curva de capacidad del embalse .

3.2.2.- Distribución de sedimentos. Método "Area -Reducción"

En este método , de carácter empírico , se distinguen **Cuatro Tipos distintos de Embalses.** Cada uno de ellos es analizado frente a un particular comportamiento en el proceso de sedimentación que se produce en el mismo.

Para la determinación del tipo de embalse se toma como referencia la forma del vaso a través de su curva de capacidades analizada en un gráfico con coordenadas bilogarítmicas. De esta forma dicha curva se transforma en una o más rectas.

En función de la inversa de la pendiente de esas rectas se identifican cuatro tipos de curvas características según la siguientes condiciones:

Inversa Pendiente (M)	Curva Tipo
4,5 a 3,5	I
3,5 a 2,5	II

2,5 a 1,5	III
1,5 a 1,0	IV

Estos distintos tipos de curvas, determinadas a partir de estudios experimentales realizados en embalses existentes y en operación en los Estados Unidos de Norteamérica, permiten encuadrar el embalse en estudio en una o más de estas tipificaciones. Se pueden llegar a discriminar distintas tipificaciones para distintas zonas del embalse, ya que pueden aparecer más de una recta por lo que se deberá considerar cada zona del embalse en el tipo correspondiente.

Para la reducción del área del embalse, Moody determinó funciones distintas para cada tipo, en función de la profundidad relativa del mismo definida como una relación de la profundidad total del embalse.

TIPO	**EXPRESION APLICABLE**	
Tipo I	$Ap = 3{,}4170 \times p^{1,5} \times (1-p)^{0,2}$	(2)
Tipo II	$Ap = 2{,}3240 \times p^{0,5} \times (1-p)^{0,4}$	(3)
Tipo III	$Ap = 15{,}8820 \times p^{1,1} \times (1-p)^{2,3}$	(4)
Tipo IV	$Ap = 4{,}2324 \times p^{0,1} \times (1-p)^{2,5}$	(5)

donde:

p = Nivel / Salto Total (Profundidad Relativa)

Ap = factor adimensional

y llamando a **Sp** = reducción del Area a cada altura

$$Sp / Ap = K \qquad (6)$$

con **K**= una constante para cada caso en estudio.

En este método también debemos seguir una serie de pasos :

a-Partimos de un dado **Volumen Total Sedimentado (VTS),** y se procede a adoptar una **Nueva Cota Cero NCC.**

b-Calculamos el valor de **M** correspondiente para tipicar el **Tipo de embalse**

c-Con el **Tipo de embalse** correspondiente y usando la expresión que corresponda de la (2) a (5) calculamos los valores de **Ap para todas las Cotas.**

d-Considerando la expresión (6) se determina K tomando los valores de **Ap** y **Sp** correspondientes a la **Nueva Cota de Embalse NCC.** Se calculan las Sp aplicando:

$$\mathbf{Sp(i) = K \times Ap(i)} \qquad (6')$$

con :

NCC<= i <= Nivel Máximo Embalse

e- A partir de la **Nueva Cota Cero** adoptada aplicamos una reducción del área del embalse en función de los valores de **Sp**

f-Para los valores de i comprendidos entre la **NCC y la Cota Inicial** original del embalse se toman como valores de reducción los correspondiente valores de áreas existentes originalmente a estos niveles ya que se supone al embalse atarquinado hasta **NCC** .

g-Con estos valores de reducción de área del embalse para cada nivel se procede cubicar los mismos determinando los volúmenes sedimentados a cada nivel .

h- Se realiza la suma de los mismos para obtener el Volumen sedimentado en todo el embalse .

i-Si este volumen no coincide con el Volumen sedimentado que estamos considerando **(VTS),** se procede a realizar nuevamente el cálculo eligiendo una **Nueva Cota Cero** en el paso -a-hasta lograr en sucesivos tanteos una coincidencia adecuada a la precisión con que se realizan los cálculos.

j-una vez que se ha logrado determinar una **NCC** que satisfaga al **VTS** se procede a restar a la curva **Cotas Areas** los valores de **Sp(i)** y se calcula la capacidad del embalse cubicando la misma. La curva que se obtiene es la nueva curva de capacidad del embalse .

4.-Aplicación de los métodos al Embalse "Pirquitas"

Se ha aplicado al embalse de Sistema "Pirquitas" ambos métodos. De esta forma se ha podido comparar, como se dijo, los resultados con los relevamientos batimétricos realizados y también seleccionar, sobre bases ciertas y reales, una metodología para simular la sedimentación a producirse en el futuro bajo las hipótesis que se derterminen.

Se ha trabajado tomando como datos las curvas Cotas- Areas y Cotas-Volumenes originales y los informes de las batimetrías realizadas en 1978 y 1992.

La metodología ha incluido el procesamiento electrónico de datos utilizando a tales efectos una **computadora compatible 486 DX-II** y una **planilla de cálculo REPLPIR1.WB en Quattro-Pro para Windows 1.0,** a los efectos de realizar las evaluaciones para los **métodos Area -Reducción y Area-Incremento.**

4.1.- Aplicación del Método "Area-Reducción"

Para esta aplicación se ha trabajado con la **TABLA Nº 1 (LAMINA Nº V.01)** en la cual se ha desarrollado el cálculo y que funciona como una planilla electrónica de cálculo desarrollada bajo el entorno **CUATTRO PRO para WINDOWS 1.0**. y que se encuentra en la **"Hoja" T1.**

Se ha trabajado con los datos de las curvas características correspondientes al año 1962 extraidos de la **TABLA Nº 1' 0-LAMINA Nº V.02-** ,En la columna Nº 1 de la misma se han colocado las cotas a las cuales se trabajará asumiendo una equidistancia entre las mismas de 2,0 metros, suficiente para los objetivos del trabajo.

T A B L A N° 1 -Planilla para deter.de Curvas Características de "Pirquitas"por el método Area-Reducción

Cotas	Alturas	Areas	Volúmen Acumulad	Volúmen Parcial	Profundid Relativa	M por cota	Ap	Reducc.de Area Ha	Var.Volume Hm3	Volumenes Sedimentad	Nuevos Areas	Nuevos Volumen
m.s.n.m.	m	Ha	Hm3	Hm3			Curva Tipo	Nueva Cota Cero	Aporte Sólido	Hm3	Ha	Hm3
							3.000	720.25	20.40			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
											OBTENER	
689	0	0.0	0.000	0.000	0.000			0	0.0000	0.0000	0	0
690	1	1.4	0.010	0.007	0.010		0.098	1.36	0.0068	0.0068	0	0
692	3	3.0	0.050	0.044	0.040	1.46	0.419	3.00	0.0436	0.0504	0	0
694	5	4.0	0.120	0.070	0.070	1.71	0.721	4.00	0.0700	0.1204	0	0
696	7	7.0	0.230	0.110	0.100	1.93	0.990	7.00	0.1100	0.2304	0	0
698	9	11.0	0.410	0.180	0.130	2.30	1.222	11.00	0.1800	0.4104	0	0
700	11	15.5	0.680	0.265	0.160	2.52	1.417	15.50	0.2650	0.6754	0	0.0046
702	13	19.5	1.030	0.350	0.190	2.49	1.574	19.50	0.3500	1.0254	0	0.0046
704	15	26.0	1.490	0.455	0.220	2.58	1.696	26.00	0.4550	1.4804	0	0.0096
706	17	29.0	2.040	0.550	0.250	2.51	1.784	29.00	0.5500	2.0304	0	0.0096
708	19	35.0	2.680	0.640	0.280	2.45	1.839	35.00	0.6400	2.6704	0	0.0096
710	21	42.0	3.450	0.770	0.310	2.52	1.865	42.00	0.7700	3.4404	0	0.0096
712	23	47.0	4.340	0.890	0.340	2.52	1.864	47.00	0.8900	4.3304	0	0.0096
714	25	54.0	5.350	1.010	0.370	2.51	1.838	54.00	1.0100	5.3404	0	0.0096
716	27	60.0	6.490	1.140	0.400	2.51	1.790	60.00	1.1400	6.4804	0	0.0096
718	29	68.0	7.770	1.280	0.430	2.52	1.723	68.00	1.2800	7.7604	0	0.0096
720	31	76.8	9.220	1.448	0.460	2.57	1.638	76.84	1.4484	9.2088	0	0.0112
722	33	84.0	10.830	1.608	0.490	2.57	1.540	73.70	1.5054	10.7142	10.3049	0.1158
724	35	92.0	12.590	1.760	0.520	2.56	1.430	68.43	1.4213	12.1355	23.5663	0.4545
726	37	100.0	14.510	1.920	0.550	2.55	1.311	62.75	1.3118	13.4473	37.2521	1.0627
728	39	109.0	16.600	2.090	0.580	2.56	1.186	56.76	1.1951	14.6424	52.2382	1.9576
730	41	114.0	18.830	2.230	0.610	2.52	1.057	50.60	1.0736	15.7160	63.4432	3.114
732	43	127.0	21.240	2.410	0.640	2.53	0.927	44.37	0.9497	16.6657	82.6284	4.5743
734	45	137.0	23.880	2.640	0.670	2.58	0.798	38.20	0.8257	17.4914	98.7989	6.3886
736	47	147.0	26.720	2.840	0.700	2.58	0.673	32.20	0.7040	18.1954	114.8043	8.5246
738	49	158.0	29.770	3.050	0.730	2.59	0.553	26.46	0.5866	18.7820	131.5392	10.988
740	51	169.6	33.050	3.276	0.760	2.61	0.441	21.10	0.4756	19.2576	148.5044	13.7924
742	53	179.0	36.540	3.486	0.790	2.61	0.338	16.19	0.3729	19.6305	162.8078	16.9095
744	55	190.0	40.230	3.690	0.820	2.60	0.276	13.22	0.2941	19.9246	176.7786	20.3054
746	57	201.0	44.140	3.910	0.850	2.60	0.169	8.09	0.2132	20.1378	192.9056	24.0022
748	59	212.0	48.270	4.130	0.880	2.59	0.105	5.03	0.1313	20.2691	206.9666	28.0009
750	61	225.4	52.640	4.374	0.910	2.60	0.056	2.69	0.0773	20.3464	222.6653	32.2936
752	63	235.0	57.240	4.604	0.940	2.60	0.032	1.55	0.0424	20.3888	233.4517	36.8512
754	65	250.0	62.090	4.850	0.970	2.60	0.005	0.23	0.0178	20.4066	249.769	41.6834
756	67	263.0	67.220	5.130	1.000	2.62	0.000	0.00	0.0023	20.4089	263	46.8111
758	69	280.0	72.650	5.430	1.030	2.64	0.000	0.00	0.0000	20.4089	280.0000	52.2411
759	70	290.0	75.500	2.850	1.040	2.67	0.000	0	0.0000	20.4089	290.0000	55.0911
			TOTAL=	75.487	PROMEDIO	2.48		VOL.TOTAL SEDIME	20.4089		NUEVO TOTAL	46.8111

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina N° V - 01

Tabla Nº 1'

		ORIGINAL - 1962			BATIMETRIA -1992-		
Cotas	Alturas	Areas	Volumenes Acumulado	Volumenes	Areas	Volumenes Acumulado	Volumenes
m.s.n.m.	m	ha	hm3	hm3	ha	hm3	hm3
Salto 2							
689	0	0.0	0	0.000			
690	1	1.4	0.01	0.007			
692	3	3.0	0.05	0.044			
694	5	4.0	0.12	0.070			
696	7	7.0	0.23	0.110			
698	9	11.0	0.41	0.180			
700	11	15.5	0.68	0.265			
702	13	19.5	1.03	0.350			
704	15	26.0	1.49	0.455			
706	17	29.0	2.04	0.550			
708	19	35.0	2.68	0.640			
710	21	42.0	3.45	0.770			
712	23	47.0	4.34	0.890			
714	25	54.0	5.35	1.010			
716	27	60.0	6.49	1.140			
718	29	68.0	7.77	1.280			
720	31	76.8	9.22	1.448			
722	33	84.0	10.83	1.608			
724	35	92.0	12.59	1.760			
726	37	100.0	14.51	1.920			
728	39	109.0	16.6	2.090			
730	41	114.0	18.83	2.230			
732	43	127.0	21.24	2.410			
734	45	137.0	23.88	2.640			
736	47	147.0	26.72	2.840			
738	49	158.0	29.77	3.050			
740	51	169.6	33.05	3.276			
742	53	179.0	36.54	3.486			
744	55	190.0	40.23	3.690			
746	57	201.0	44.14	3.910			
748	59	212.0	48.27	4.130			
750	61	225.4	52.64	4.374			
752	63	235.0	57.24	4.604			
754	65	250.0	62.09	4.850			
756	67	263.0	67.22	5.130			
758	69	280.0	72.65	5.430			
759	70	290.0	75.5	2.850			

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962- Batimetria 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina N° V - 02

Como columna Nº 2 se tienen los saltos que se calculan automáticamente al haber ingresado como dato original de partida el Bloque "cota cero" igual al origen de las curvas del año 1962.

La tercera columna nos da las áreas a distintas alturas obtenidas de los datos originales del relevamiento previo al llenado del embalse identificado como del año 1962.

La columna Nº 4 nos da en hectómetros cúbicos los volúmenes del Vaso del embalse para cada altura calculada como la suma de los volúmenes parciales entre cotas (con equidistancia cada 2 metros) calculados en la columna número cinco como el volumen de un paralelepípedo limitado por las curvas de nivel.

Este volumen parcial responde a la expresión :

$$\text{Vol. Parcial } (i)[hm^3] = (S(i) + S(i-1))/2 \times \text{Salto} \times 0{,}01 \qquad (7)$$

con : S(i) en hectareas =[ha]

Salto en metros [m]

Con los Datos de la Columna 1, 3 y 5 se ha construido el **GRAFICO Nº 1 - LAMINA Nº V.03-** que contiene las curvas de Capacidades y de Cotas - Areas original del embalse, vigente a la fecha de llenado del mismo.

A continuación se investiga a que tipo de embalse, según la Clasificación de Moody, pertenece "Pirquitas".

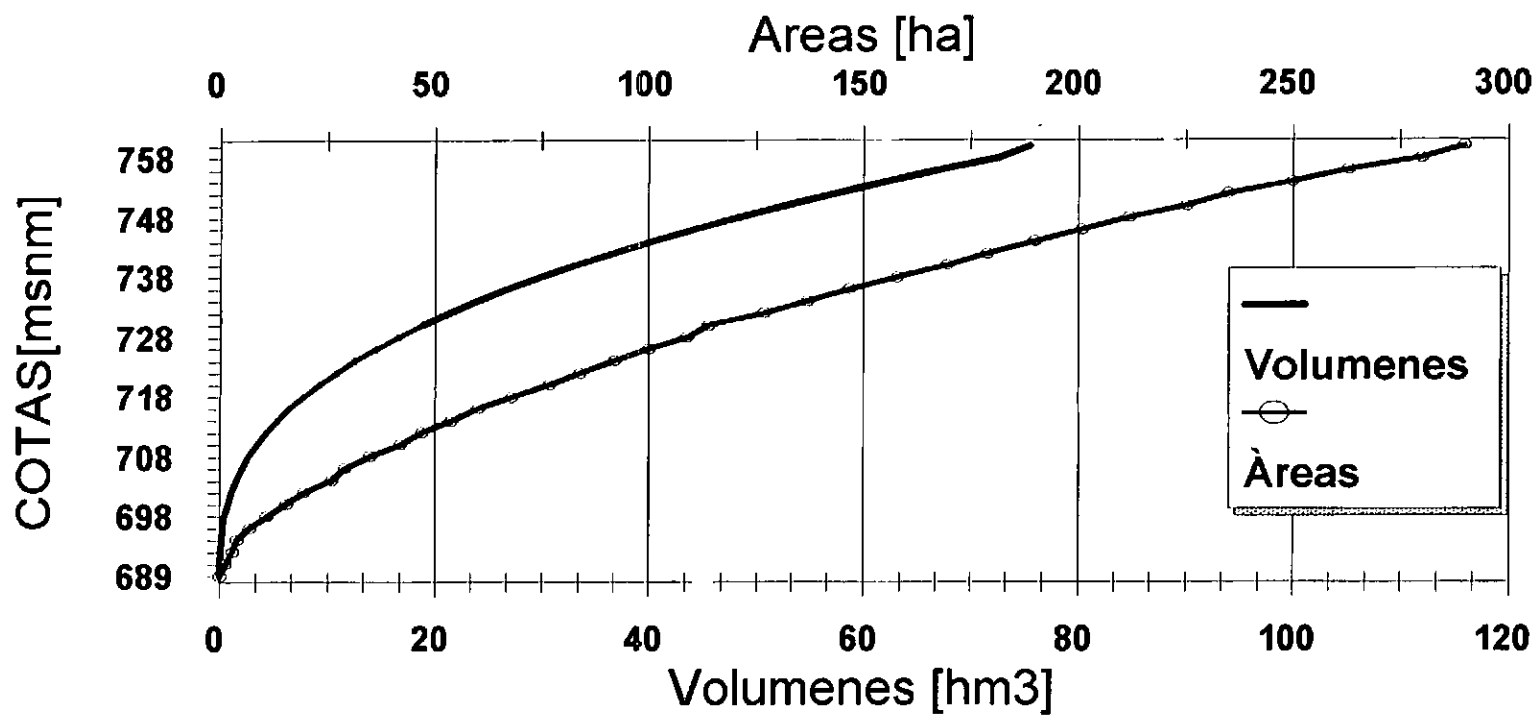
Para ello se procede a estudiar la curva de capacidades. Esto se observa el el gráfico bilogarítmico **GRAFICO Nº 3-LAMINA Nº V.04-** el que se han volcado las columnas 2 y 4 con escalas Logarítmicas que relacionan los volúmenes y la profundidad del prisma de explotación.

Esto permite observar que el embalse presenta una gráfica compuesta por dos tramos rectos, de pendientes poco diferentes, con el quiebre a muy baja profundidad. En el gráfico, al que se le han adicionado los límites de cada tipo se puede observar que **el Embalse es del TIPO III** ya sea considerándolo como una única recta o tomandolos por separados en los dos tramos que se distinguen.

Se realizó una verificación de esta determinación calculando de forma analítica el valor M definido como la inversa de la Tangente de la recta en

Curvas de Embalse "LAS PIRQUITAS"

Cotas-Areas y Cotas-Volumenes INICIAL



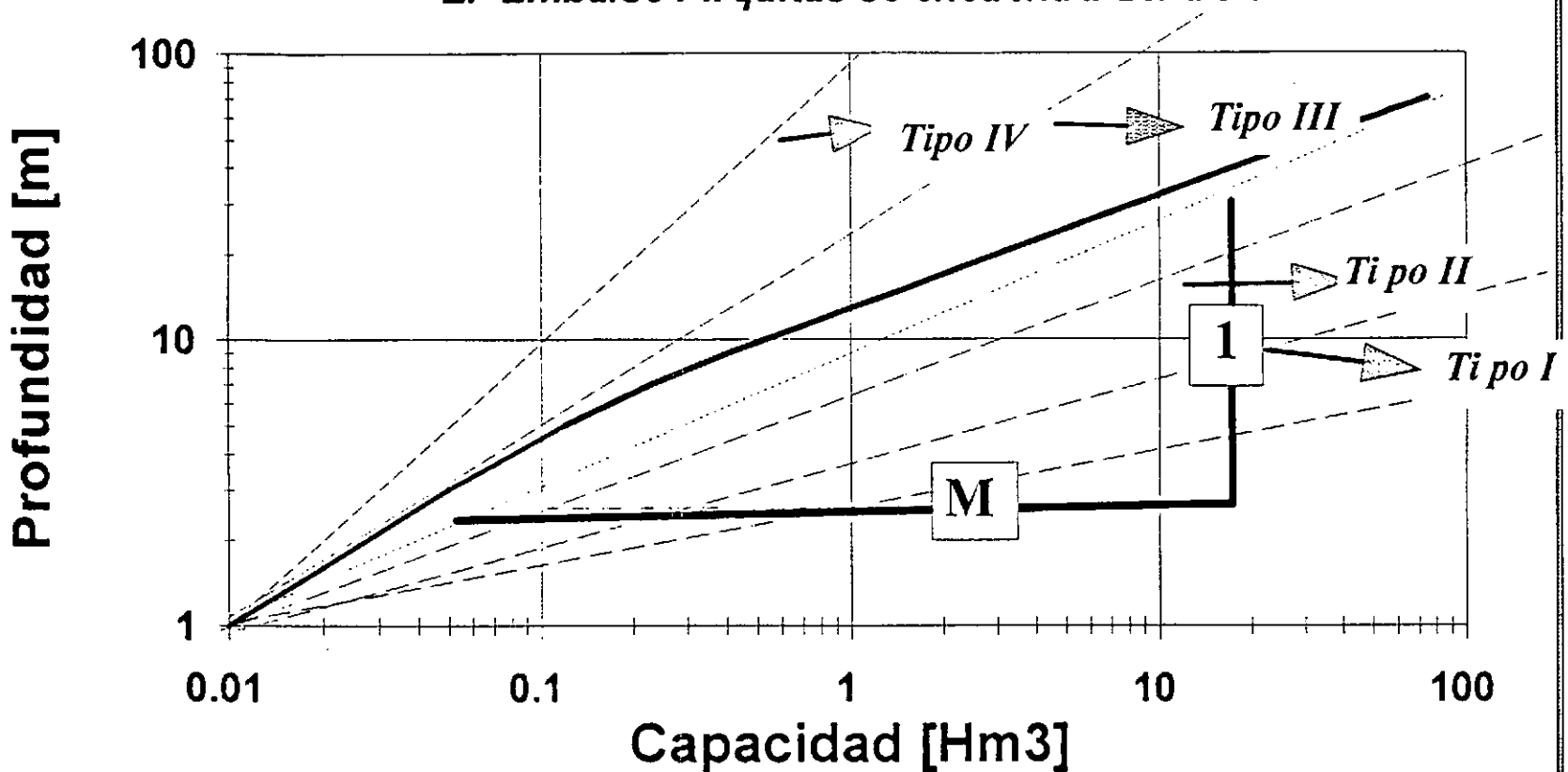
Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 1

Tipo de Embalse

Para el Método "Area Reducción"

El Embalse Pirquitas se encuentra dentro de los TIPO III



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 3

TABLA N° 2 - Curvas de Tipo de Embalse				
Profundidad Relativa (p)	Area Relativa Sedimentada (Ap) según MOODY			
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
0.010	0.00341	0.23147	0.09792	2.60420
0.020	0.00963	0.32602	0.20505	2.72117
0.030	0.01765	0.39765	0.31283	2.76203
0.040	0.02711	0.45727	0.41917	2.76994
0.050	0.03781	0.50911	0.52304	2.75926
0.060	0.04960	0.55535	0.62383	2.73666
0.070	0.06237	0.59728	0.72115	2.70585
0.080	0.07604	0.63576	0.81473	2.66910
0.090	0.09054	0.67139	0.90441	2.62793
0.100	0.10580	0.70458	0.99006	2.58341
0.110	0.12179	0.73568	1.07160	2.53630
0.120	0.13846	0.76493	1.14899	2.48720
0.130	0.15576	0.79253	1.22219	2.43657
0.140	0.17367	0.81865	1.29120	2.38477
0.150	0.19216	0.84343	1.35603	2.33208
0.160	0.21119	0.86698	1.41671	2.27875
0.170	0.23075	0.88939	1.47326	2.22498
0.180	0.25079	0.91075	1.52573	2.17094
0.190	0.27131	0.93112	1.57416	2.11677
0.200	0.29229	0.95058	1.61862	2.06260
0.210	0.31369	0.96916	1.65916	2.00852
0.220	0.33550	0.98693	1.69585	1.95463
0.230	0.35771	1.00391	1.72876	1.90102
0.240	0.38030	1.02016	1.75796	1.84774
0.250	0.40324	1.03569	1.78353	1.79487
0.260	0.42653	1.05055	1.80555	1.74246
0.270	0.45015	1.06475	1.82410	1.69056
0.280	0.47408	1.07832	1.83926	1.63921
0.290	0.49830	1.09129	1.85113	1.58845
0.300	0.52281	1.10366	1.85979	1.53831
0.310	0.54759	1.11547	1.86533	1.48883
0.320	0.57263	1.12672	1.86784	1.44004
0.330	0.59790	1.13743	1.86742	1.39195
0.340	0.62341	1.14761	1.86416	1.34460
0.350	0.64913	1.15727	1.85815	1.29801
0.360	0.67505	1.16643	1.84949	1.25218
0.370	0.70116	1.17510	1.83827	1.20714
0.380	0.72744	1.18327	1.82460	1.16291
0.390	0.75389	1.19097	1.80857	1.11948
0.400	0.78049	1.19819	1.79027	1.07689
0.410	0.80722	1.20495	1.76981	1.03513
0.420	0.83407	1.21124	1.74729	0.99422
0.430	0.86104	1.21708	1.72279	0.95416
0.440	0.88810	1.22247	1.69643	0.91496
0.450	0.91524	1.22740	1.66830	0.87663
0.460	0.94245	1.23189	1.63849	0.83916
0.470	0.96972	1.23593	1.60712	0.80258
0.480	0.99703	1.23953	1.57427	0.76687
0.490	1.02436	1.24269	1.54004	0.73203

TABLA N° 2 -	Curvas de Tipo de Embalse			
Profundidad	Area Relativa Sedimentada (Ap) según MOODY			
Relativa (p)	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
0.500	1.05171	1.24540	1.50454	0.69809
0.510	1.07904	1.24767	1.46786	0.66502
0.520	1.10636	1.24949	1.43009	0.63283
0.530	1.13365	1.25087	1.39134	0.60153
0.540	1.16088	1.25180	1.35170	0.57111
0.550	1.18804	1.25228	1.31127	0.54157
0.560	1.21512	1.25231	1.27014	0.51291
0.570	1.24208	1.25187	1.22841	0.48512
0.580	1.26893	1.25098	1.18618	0.45820
0.590	1.29563	1.24961	1.14352	0.43215
0.600	1.32216	1.24777	1.10055	0.40696
0.610	1.34851	1.24545	1.05734	0.38263
0.620	1.37464	1.24264	1.01400	0.35916
0.630	1.40054	1.23933	0.97061	0.33653
0.640	1.42618	1.23551	0.92725	0.31475
0.650	1.45154	1.23118	0.88403	0.29380
0.660	1.47658	1.22631	0.84102	0.27368
0.670	1.50127	1.22090	0.79831	0.25438
0.680	1.52559	1.21493	0.75598	0.23589
0.690	1.54950	1.20839	0.71412	0.21821
0.700	1.57295	1.20125	0.67281	0.20133
0.710	1.59592	1.19351	0.63213	0.18523
0.720	1.61836	1.18513	0.59215	0.16991
0.730	1.64022	1.17610	0.55296	0.15536
0.740	1.66145	1.16638	0.51463	0.14156
0.750	1.68200	1.15596	0.47724	0.12851
0.760	1.70180	1.14479	0.44085	0.11620
0.770	1.72079	1.13285	0.40553	0.10461
0.780	1.73889	1.12009	0.37135	0.09372
0.790	1.75602	1.10646	0.33838	0.08354
0.800	1.77209	1.09193	0.30667	0.07404
0.810	1.78699	1.07642	0.27629	0.06521
0.820	1.80061	1.05987	0.24730	0.05704
0.830	1.81281	1.04221	0.21975	0.04950
0.840	1.82342	1.02335	0.19368	0.04259
0.850	1.83228	1.00319	0.16915	0.03629
0.860	1.83915	0.98160	0.14620	0.03057
0.870	1.84379	0.95846	0.12487	0.02543
0.880	1.84589	0.93358	0.10518	0.02084
0.890	1.84505	0.90675	0.08718	0.01679
0.900	1.84081	0.87772	0.07089	0.01324
0.910	1.83255	0.84616	0.05631	0.01019
0.920	1.81947	0.81164	0.04347	0.00760
0.930	1.80048	0.77360	0.03236	0.00545
0.940	1.77405	0.73124	0.02297	0.00371
0.950	1.73790	0.68342	0.01528	0.00235
0.960	1.68836	0.62834	0.00925	0.00135
0.970	1.61893	0.56295	0.00483	0.00066
0.980	1.51597	0.48113	0.00192	0.00024
0.990	1.33998	0.36648	0.00039	0.00004

Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ

Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

que se convierte la curva de capacidades para su representación en un gráfico Logarítmico. esta verificación se encuentra en la columna Nº 7.

Para los tramos se ha calculado, además, el valor promedio y el valor que le corresponde a la curva completa verificándose lo antes expresado.

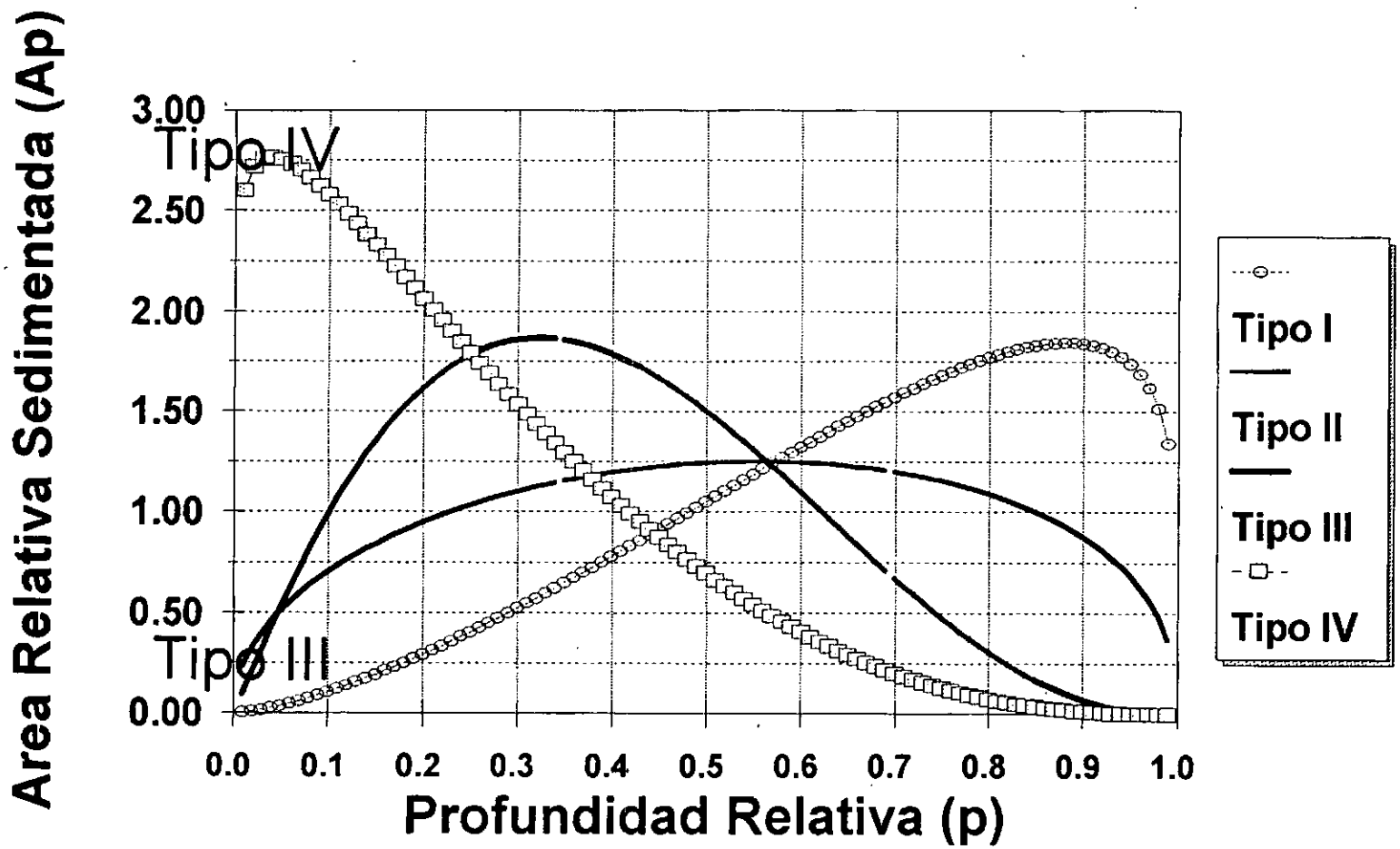
Para el calculo de los coeficientes denominados Ap., correspondientes al tipo de curva determinado (TIPO III), se ha recurrido a tablas auxiliares designadas **TABLA Nº2 - LAMINA Nº V.05** las que se han calculado empleando las ecuaciones 2, 3, 4 y 5 en una planilla de cálculo .

Se procedió a realizar la representación gráfica de las distintas curvas colocando en las ordenadas el valor del área relativa sedimentada (Ap) y en las abscisas la profundidad relativa del embalse referida a su Cota Máxima Normal.

En el **GRAFICO Nº 2 -LAMINA Nº V.06-** se puede observar como varía la sedimentación prevista según el tipo de embalse utilizado.

Para Nuestro caso ya vimos, trabajando en el **GRAFICO Nº 2 - LAMINA Nº V.06-** , que la curva del embalse se encuentra comprendida entre las de TIPO III, las que presentan su valor máximo para una profundidad relativa de

Curvas de Reducción de Area de Embalse
Por Tipo Según Moody



Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 2

0,32, valores de Ap mayores a 1 entre valores de p comprendidos entre 0,1 y 0,63 llegando a los extremos con valores nulos.

En el **GRAFICO Nº 4 - LAMINA Nº V.07-** se ha dibujado la curva correspondiente a "Pirquitas" empleando este Método.

Con los valores de profundidades relativas del embalse tabulados para las cotas consideradas en la **TABLA 1** en su columna 6 y aplicando la expresión

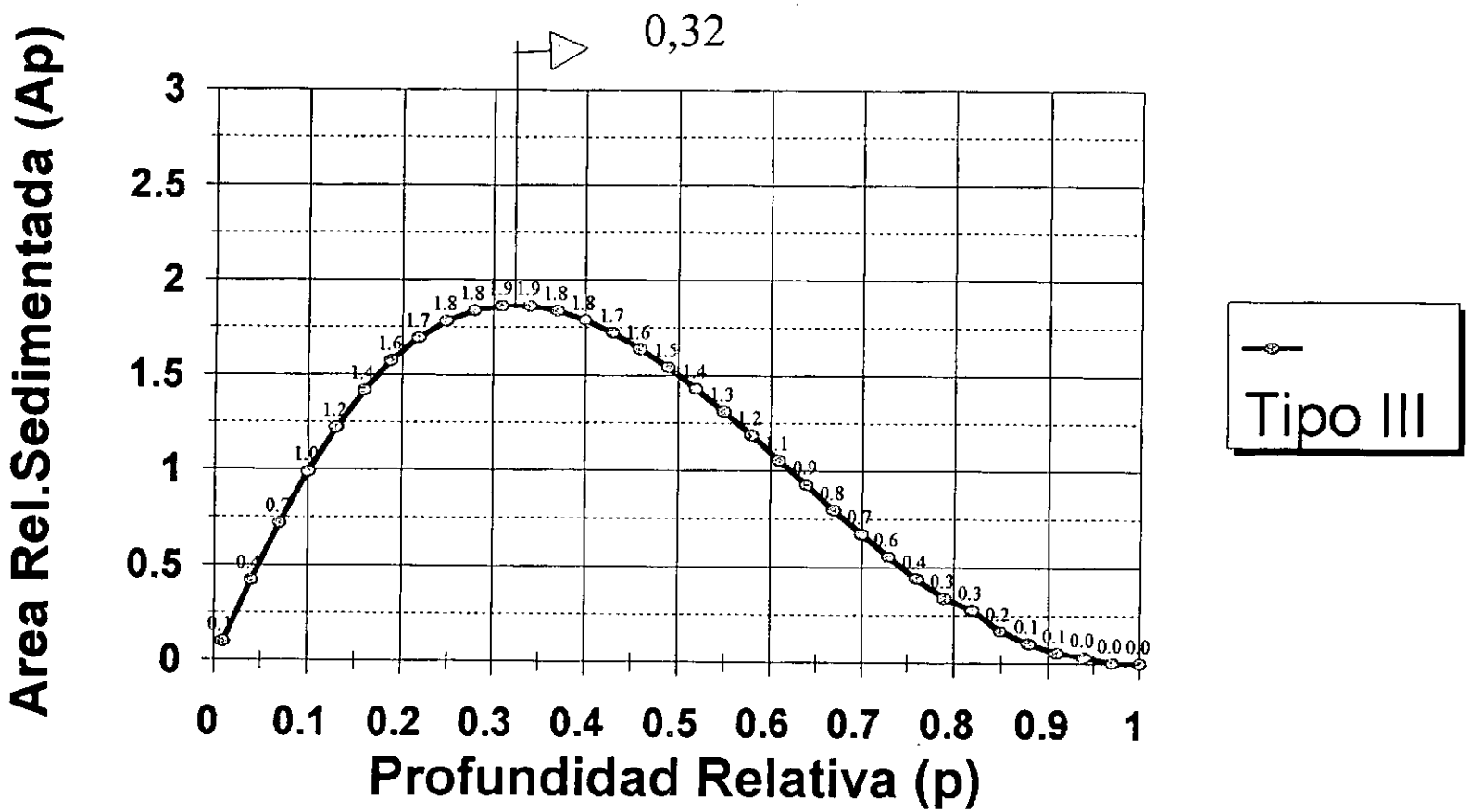
Tipo III $Ap = 15{,}8820 \times p^{1,1} \times (1-p)^{2,3}$ (4)

se obtienen para cada cota los correspondientes Ap que se indican en la columna 8 de la **TABLA 1.**

A efectos de determinar como se reduce el Area del embalse para cada cota adoptamos en la columna 9 de la **TABLA Nº1- LAMINA Nº V.01-**. una expresión lógica condicional que nos permite indicar que, fijada una nueva cota cero tentativa, todas las áreas de cotas comprendidas entre la Cota Origen y esta nueva Cota Cero se reducirán un valor igual al original, por ser esta una hipótesis del método.

Reducción del Area Emb.Las Pirquitas

Segun Moody Curva Tipo III



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 4

Se calcula con el valor correspondiente a esta Nueva Cota Cero u origen una constante K :

$$k = Sp(i) / Ap(i) \qquad (8)$$

con :

Sp(i) = Area en corresp. con la nueva cota cero (ha)

Ap(i) = Ap en corresp. con la nueva cota cero (ha)

este valor k se multiplica por los valores de Ap correspondientes a cada Cota obteniéndose las Areas reducidas en correspondencia a cada altura. Esto se ha realizado en la columna 10 de la misma tabla, utilizando una combinación de funciones de busca en tabla con condicionales.

Una vez obtenida el área reducida en la columna 11 se procede a calcular el volumen sedimentado aplicando la fórmula del " trapecio"

$$V\ parcial = (Area\ i + Area\ i\text{-}1)/2 \times Salto \qquad (9)$$

En la columna 10 se procede a calcular esos volúmenes sedimentados y, en correspondencia con el nivel máximo, se obtiene el total que debe ser igual con el aporte de sólidos Total [VTS] para el que se está trabajando.

En caso de falta de coincidencia con los márgenes de precisión deseados de debe adoptar una Nueva Cota Cero y reiterar el procedimiento hasta lograr una coincidencia que satisfaga las espectativas.

Este proceso iterativo se ha resuelto en la planilla mediante el empleo de MACROS instrucciones que hacen uso del llamado Optimizador de la misma.

Esta se encuentran en Biblioteca de Macros del archivo de cálculo y se la opera mediante un botón de Macros que permite que, una vez introducido el volumen total sedimentado, automáticamente encuentre la Nueva Cota Cero en un proceso iterativo que sin embargo puede hacer bastante lenta la operación por la cantidad de datos que contiene la planilla.

Una vez determinada la nueva Cota Cero y verificada, como se explicó, que es la correcta se debe proceder a calcular las nuevas relaciones Areas-Cotas del embalse como la diferencia entre las originales y las áreas que se sedimentan para cada cota.

Dicha tarea se realizó en la Columna 12

(12) = (3) -(9)

Luego se procede a calcular las nuevas Curvas Cotas -Volúmenes trabajando con el mismo método de cálculo de volúmenes en la columna 13.

Estos resultados se ven en los **GRAFICOS Nº 5 y 6 - LAMINAS Nº V.08**. y **V.09.**- para un volumen sedimentado de 20,4 hm3 (Batimetría de 1992) observándose en el mismo como varían las curvas de Areas y de Cotas .

4.2.-Aplicación del Método "Area - Incremento"

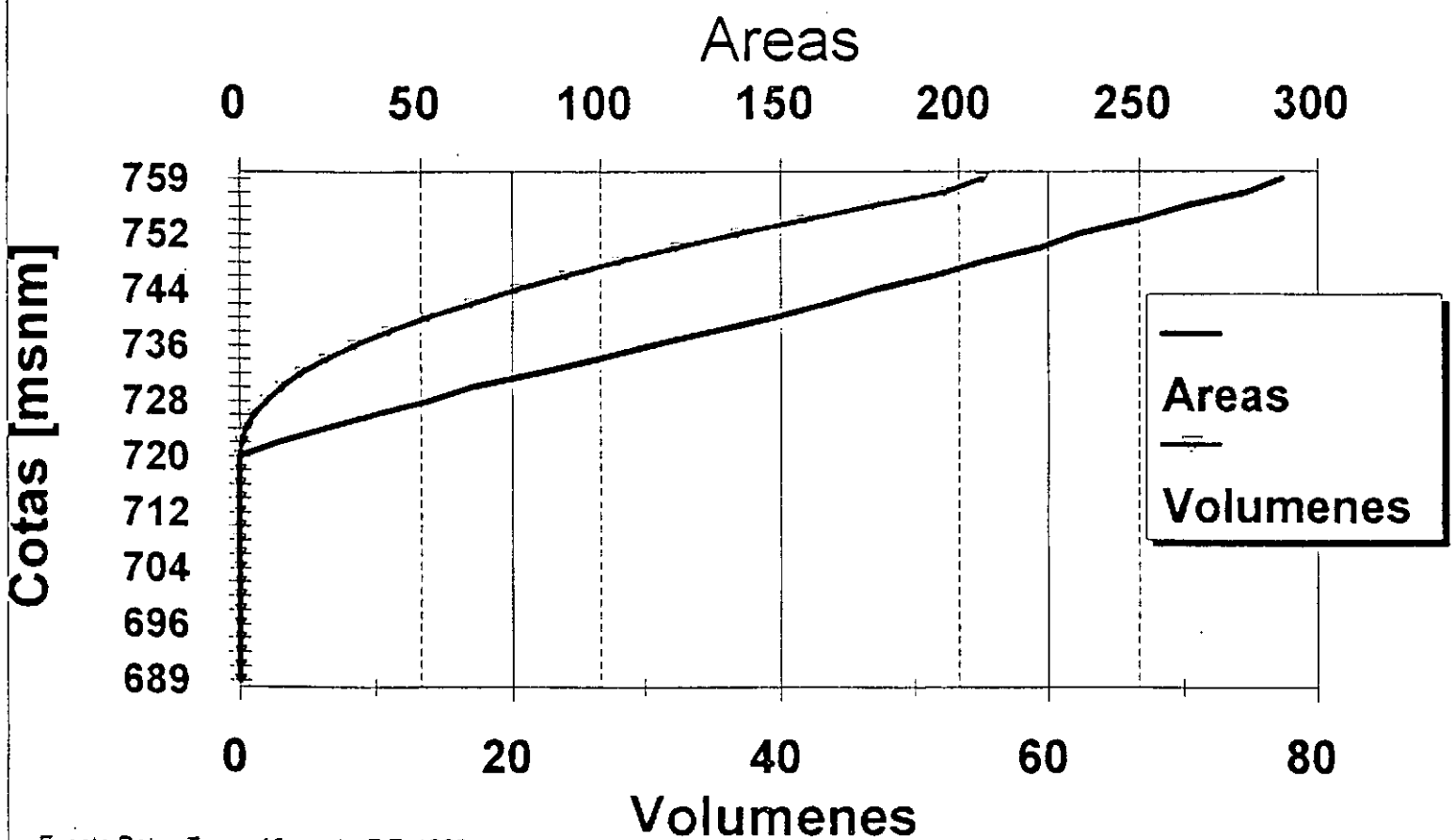
Se procedió a aplicar al Embalse "Pirquitas" el método Area-Incremento en otra hoja de la misma Planilla de cálculo utilizada para la aplicación anterior.

Para ello se tomó una hoja a la que se denominó Area_Incremento realizándose las **TABLA Nº 3 - LAMINA Nº V.10.-** en cuyas Primeras Columnas se colocaron Cotas, Saltos, Areas correspondientes a cada Cota para el embalse sin llenar, coincidentes con las columnas 1, 2, 3, 4 y 5 de la **TABLA Nº 1 - LAMINA Nº V.01.-.**

En la sexta Columna se empleo un algoritmo lógico para determinar las áreas a reducir en correspondencia a cada cota.

Nuevas Curvas de "Las Pirquitas"

Curvas Cotas-Volúmen S/Moody

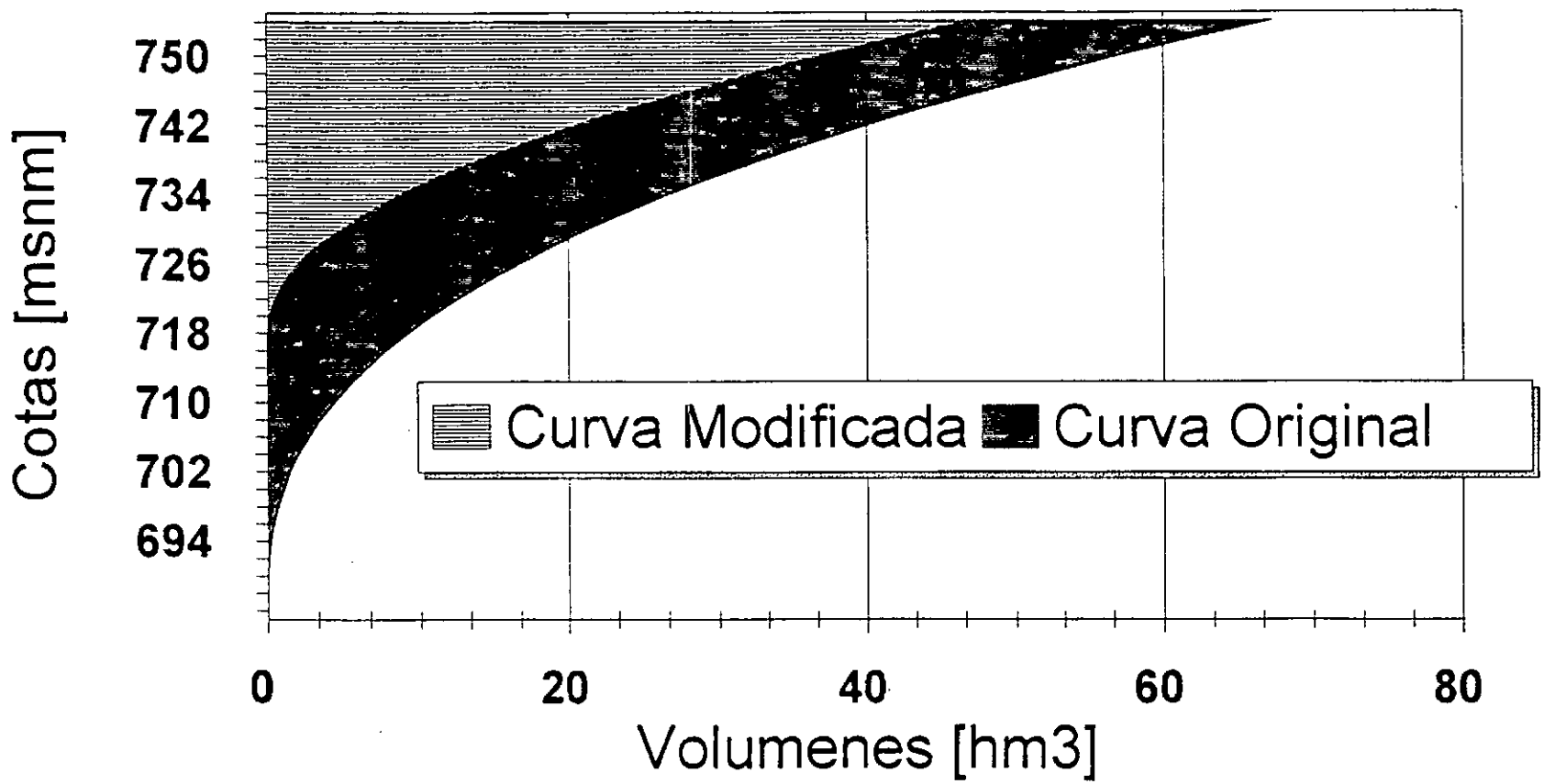


Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 5

Curva Cota-Volumen "Las Pirquitas"

Modificada S/Moody para 20,4 Hm3



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 6

Para ello se creó un bloque, ubicado sobre los datos de estas columnas, donde se introduce el volumen sedimentado total y otro donde se coloca una nueva Cota Cero tentativa.

Se tiene entonces que, para cotas menores a esa Nueva Cota Cero se introduce como reducción de Area el total del área de embalse que corresponde a la misma en la columna 3. Si la cota es mayor que la Nueva Cota Cero adoptada se producirá una reducción de área uniforme e igual al área que le corresponde a la Nueva Cota Cero. con estos valores de reducción de áreas se procede a cubicar los volúmenes sedimentados a las distintas cotas aplicando la expresión (1):

$$Vs = Ao \times (H-ho) + Vo \qquad (1)$$

con los significados ya explicados . esto se tabula acumulado como la columna 7 de la **TABLA Nº 3 - LAMINA Nº V.10.-**

Si la suma de los valores de la columna 7 nos da igual al valor del total sedimentado significa que la Nueva Cota Cero adoptada es correcta. en caso contrario se debe proceder a adoptar un nuevo valor de la misma hasta conseguir en sucesivas iteraciones esta coincidencia.

TABLA Nº 3 -Planilla para deter.de Curvas Características de "Pirquitas" por el método Area-I

Cotas	Alturas	Areas	Volumene Acumulad	Volumene	Reduccio Ha	Var.Volun Hm3	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes
Salto	ho	Ao	Vo	Vs	708.54	20.40		
2	19.54	36.89	2.8879	20.39589				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
689	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
690	1	1.4	0.0100	0.007	1.3600	0.0100	0.0000	0.0000
692	3	3.0	0.0500	0.044	3.0000	0.0500	0.0000	0.0000
694	5	4.0	0.1200	0.070	4.0000	0.1200	0.0000	0.0000
696	7	7.0	0.2300	0.110	7.0000	0.2300	0.0000	0.0000
698	9	11.0	0.4100	0.180	11.0000	0.4100	0.0000	0.0000
700	11	15.5	0.6800	0.265	15.5000	0.6800	0.0000	0.0000
702	13	19.5	1.0300	0.350	19.5000	1.0300	0.0000	0.0000
704	15	26.0	1.4900	0.455	26.0000	1.4900	0.0000	0.0000
706	17	29.0	2.0400	0.550	29.0000	2.0400	0.0000	0.0000
708	19	35.0	2.6800	0.640	35.0000	2.6800	0.0000	0.0000
710	21	42.0	3.4500	0.770	36.8900	3.4265	5.1100	0.0235
712	23	47.0	4.3400	0.890	36.8900	4.1643	10.1100	0.1757
714	25	54.0	5.3500	1.010	36.8900	4.9021	17.1100	0.4479
716	27	60.0	6.4900	1.140	36.8900	5.6399	23.1100	0.8501
718	29	68.0	7.7700	1.280	36.8900	6.3777	31.1100	1.3923
720	31	76.8	9.2200	1.448	36.8900	7.1155	39.9500	2.1045
722	33	84.0	10.8300	1.608	36.8900	7.8533	47.1100	2.9767
724	35	92.0	12.5900	1.760	36.8900	8.5911	55.1100	3.9989
726	37	100.0	14.5100	1.920	36.8900	9.3289	63.1100	5.1811
728	39	109.0	16.6000	2.090	36.8900	10.0667	72.1100	6.5333
730	41	114.0	18.8300	2.230	36.8900	10.8045	77.1500	8.0255
732	43	127.0	21.2400	2.410	36.8900	11.5423	90.1100	9.6977
734	45	137.0	23.8800	2.640	36.8900	12.2801	100.1100	11.5999
736	47	147.0	26.7200	2.840	36.8900	13.0179	110.1100	13.7021
738	49	158.0	29.7700	3.050	36.8900	13.7557	121.1100	16.0143
740	51	169.6	33.0500	3.276	36.8900	14.4935	132.7100	18.5565
742	53	179.0	36.5400	3.486	36.8900	15.2313	142.1100	21.3087
744	55	190.0	40.2300	3.690	36.8900	15.9691	153.1100	24.2609
746	57	201.0	44.1400	3.910	36.8900	16.7069	164.1100	27.4331
748	59	212.0	48.2700	4.130	36.8900	17.4447	175.1100	30.8253
750	61	225.4	52.6400	4.374	36.8900	18.1825	188.4700	34.4575
752	63	235.0	57.2400	4.604	36.8900	18.9203	198.1100	38.3197
754	65	250.0	62.0900	4.850	36.8900	19.6581	213.1100	42.4319
756	67	263.0	67.2200	5.130	36.8900	20.3959	226.1100	46.8241
758	69	280.0	72.6500	5.430	0.0000	20.3959	280.0000	52.2541
759	70	295.0	75.5000	2.850	0.0000	20.3959	295.0000	55.1041
			TOTAL =	75.487				55.1041

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Para esta tarea de iteraciones, partiendo de una NCC cualquiera, y para verificar si corresponde al VTS dato , (modificando en caso contrario la NCC hasta lograr que satisfaga (1)), también se ha adoptado una macroinstrucción que ajusta dicho cálculo de forma automática realizando en este caso un ajuste bastante rápido y preciso.

La misma se encuentra en la Biblioteca de MACRO del archivo para su carga automática y conjunta.

Solo resta reconstruir las Curvas Cotas-Areas lo que se lleva cabo en la Columna 8 como la diferencia de las curvas Originales (columna 3) menos los valores de Reducción de áreas para cada Cota contenidos en la Columna 6.

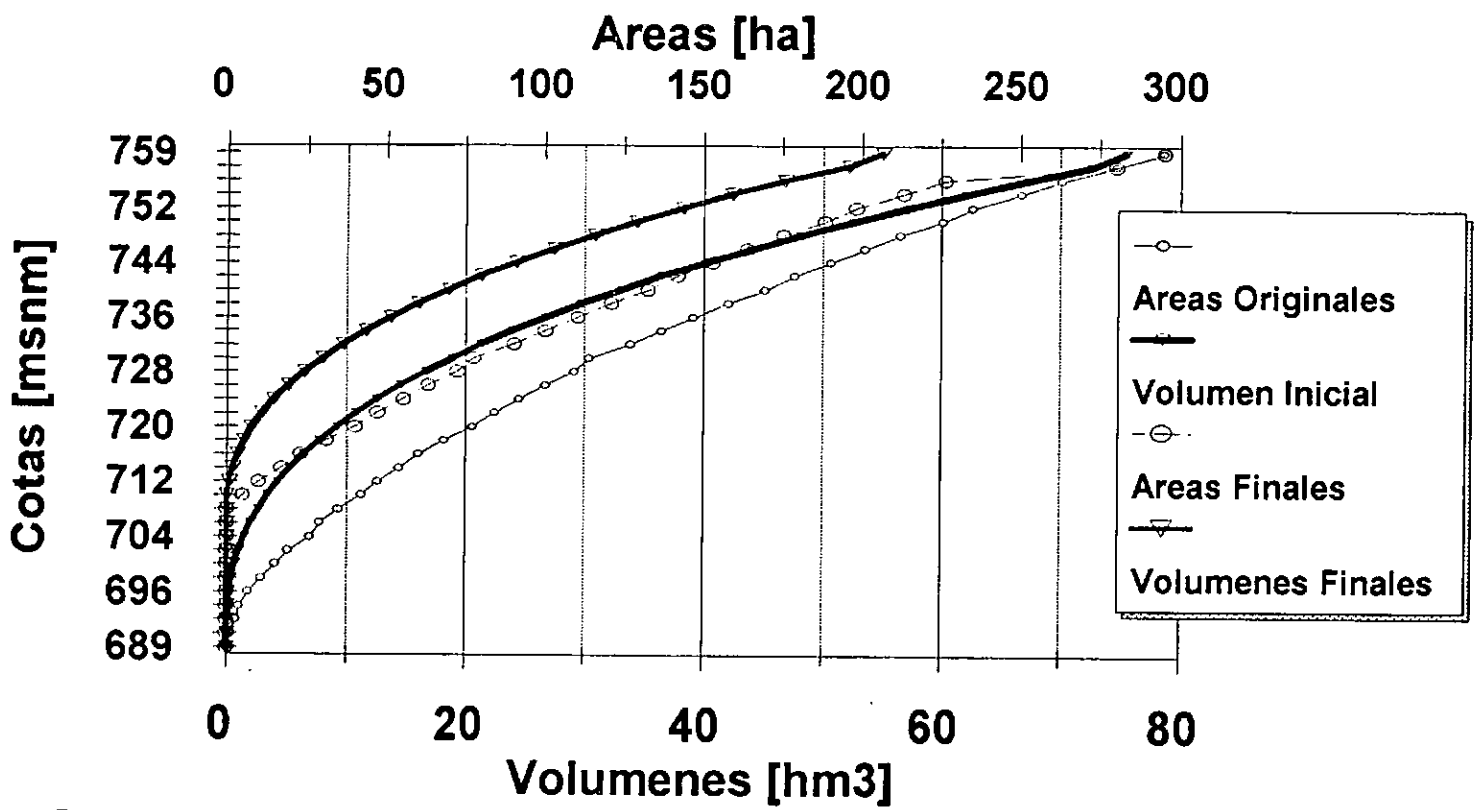
En la Columna 9 se realiza la cubicación acumulada de los volúmenes suponiendo nuevamente que los mismos son un prisma cuyo volumen es:

$$V(i) = V(i-1) + [\text{Area}(i) + \text{Area}(i-1)]/2 \times \text{Salto} \qquad (10)$$

con lo que se consigue la nueva Curva Cota -Volúmenes o de Capacidad del embalse que se muestra en el **GRAFICO Nº 7 - LAMINA Nº V.11.-** comparándola con las curvas originales para un volumen de sedimentación de 20,4 Hm3.

Curvas de Embalse Las Pirquitas

Método "Area -Incremento"



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 7

4.3.- Comparación de la aplicación de ambos métodos.

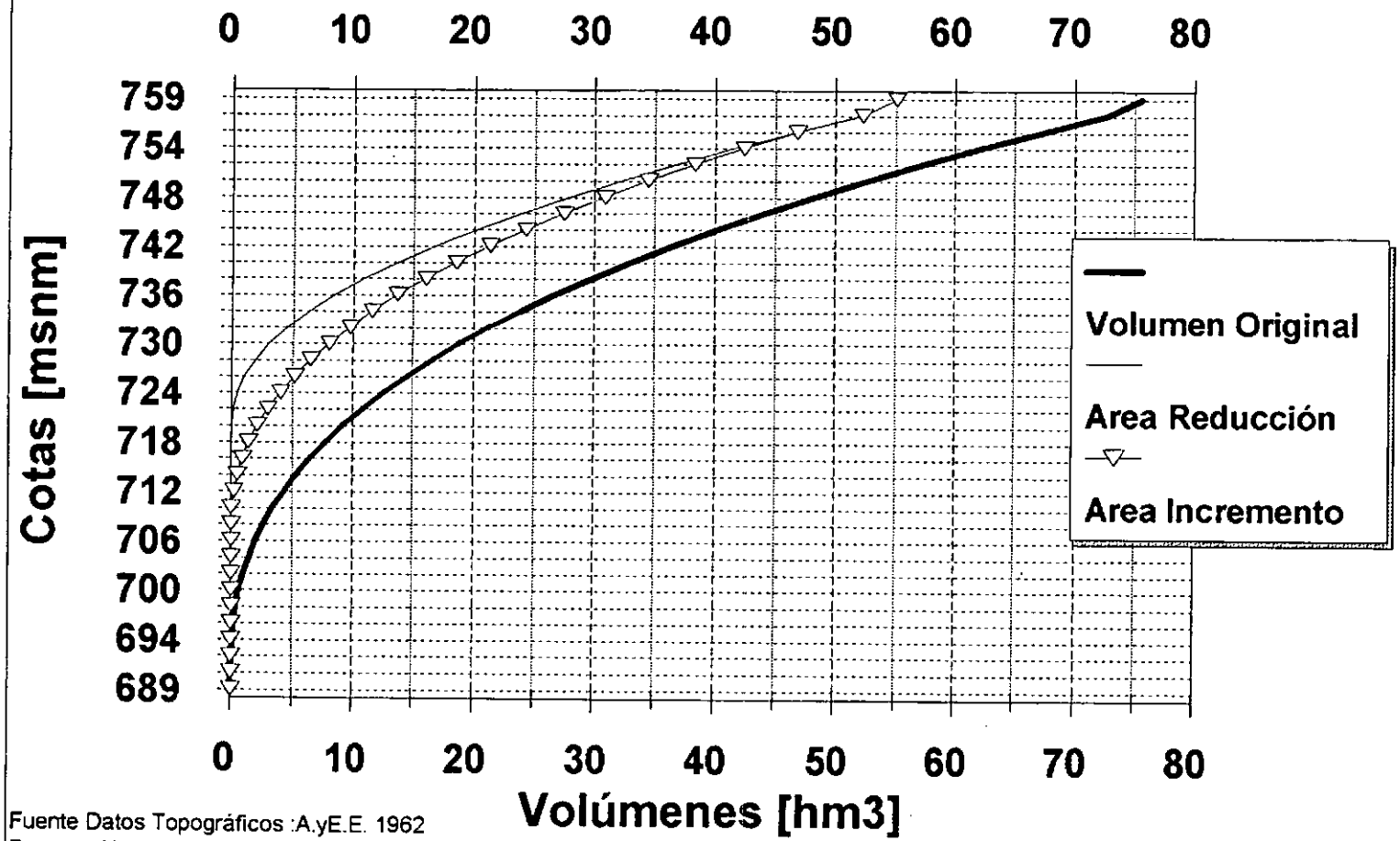
La comparación de los resultados obtenidos por ambos métodos para una sedimentación total de 20,4 hm3 correspondiente a la medida en 1992 se puede ver en los **GRAFICOS Nº 8 y 9 - LAMINAS Nº V.12. y V.13.**

Ya se dijo previo a aplicar los métodos, que los mismos sólo son metodologías auxiliares que nos permiten suponer como se produce cierto fenómeno, bajo ciertas hipótesis de partida y simplificaciones importantes, que transforman un proceso natural sumamente complejo y dotado de una gran cantidad de variables sujetas a funciones dependientes de muchos parámetros y (que responden a veces de forma no expresable con simples relaciones matemáticas), en un procedimiento matemático perfectamente resoluble y con pocas variables como el desarrollado.

Ya se explicó de que factores depende, en general, el proceso de sedimentación dentro del vaso del embalse. Los métodos utilizados solo tienen en cuenta la morfología del mismo para la estimación de las sedimentaciones.

Comparación de Curvas Cotas-Volumenes

Para Una sedimentación de 20,4 Hm3



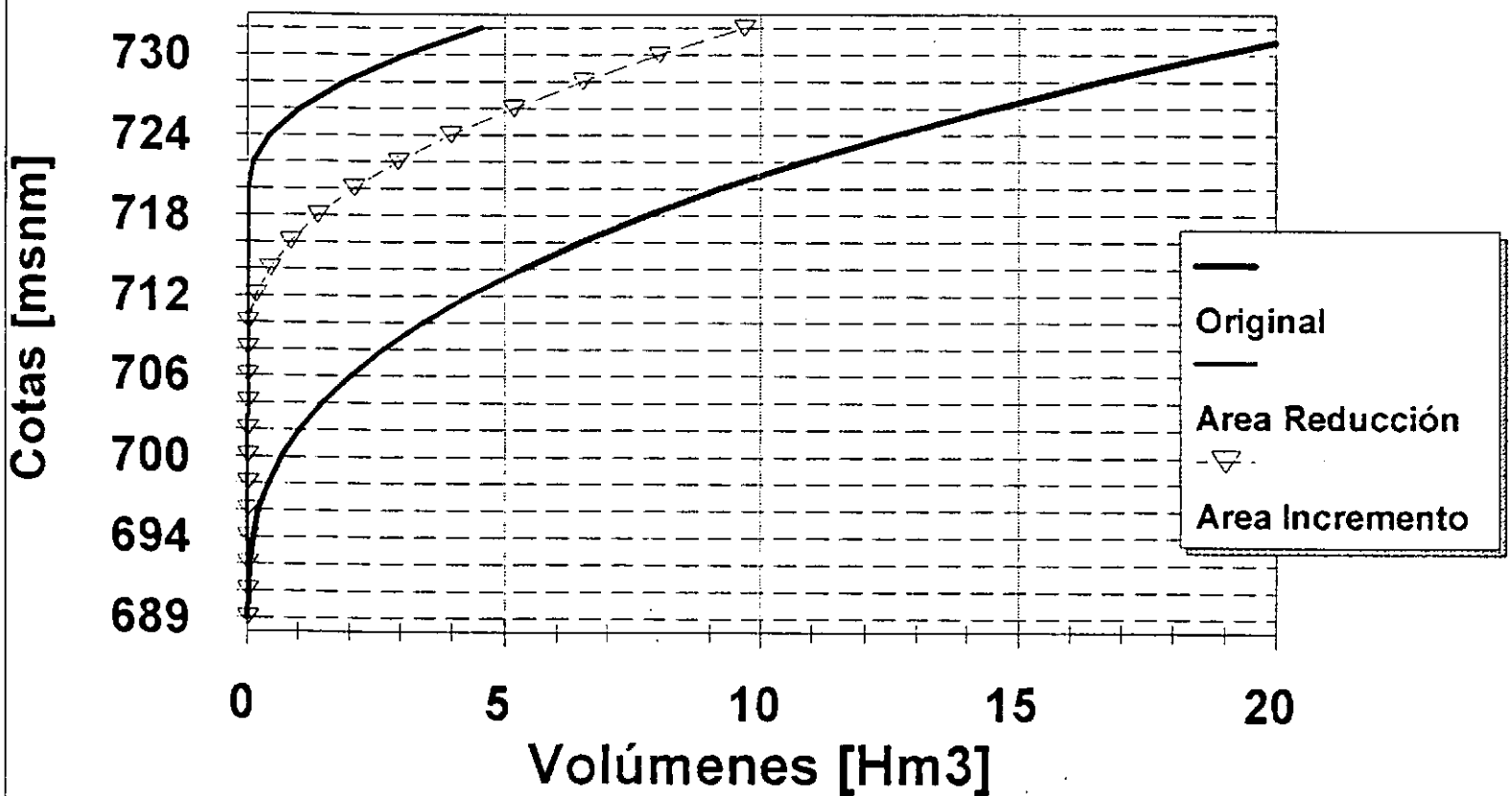
Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 8

Comparación de Curvas Cotas-Volúmenes

Para una Sedimentación de 20 Hm3

Detalle



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 9

Es por lo tanto necesario verificar si los mismos son aplicables a cada caso en particular para lo cual se desarrolló la aplicación cotejándola con los datos obtenidos.

Como en los procesos de sedimentación en estudio, en los que muchos factores intervinientes actúan en distinto sentido para distintas situaciones de un ciclo de manejo del embalse, sólo es posible establecer comportamientos globales y tendencias con condicionadas al comportamiento del medio.

En el caso del embalse del Sistema "Pirquitas" se cuenta, además de los datos usados en la confección de las curvas originales de trabajo, (con que se ha realizado el **GRAFICO Nº 1- LAMINA Nº V.03.-**), con los informes de los estudios batimétricos ejecutados en el año 1978 y en el año 1992.

Los datos que proporciona el informe de la batimetría realizada en el año 1978 acreditan un volumen sólido sedimentado VTS de 8,948 hm^3.

La metodología del relevamiento, el instrumental usado y la metodología de cálculo se encuentran lo suficientemente explicados en el informe preparado por el Licenciado Dalla Salda (**VER REFERENCIA Nº03)** en noviembre de 1978 al cual se remite para su consulta.

Sin embargo en él se ha determinado el Volumen Total sedimentado y se aplicado el método Area -Incremento para la determinación de la nueva curva de Cotas - Volúmenes por lo que es incorrecta su utilización para determinar cual de los métodos es más adecuado para su aplicación en el embalse del sistema "Pirquitas".

El informe de la batimetría del año 1992 contiene más detalles, y más datos, habiendose construido las curvas características con la información obtenida en el relevamiento por lo que permite analizar los resultados y compararlos con la aplicación de los métodos teóricos para determinar cual es el más adecuado para adoptar.

De la misma extraemos como datos más relevantes :

Volumen Total Sedimentado	VTS = 20,400 Hm3
Nueva Cota Cero (o Inferior)	NCC =~ 707 m.s.n.m.
Reducción Porcentual del Area	RPA =~ 27 a 25 %
Tasa Anual de Sedimentación	TAS = 0,70 Hm3/ Año

Con los valores de la curva Cotas Volúmenes construida a partir de los perfiles medidos en la batimetría se va a realizar la Comparación con las curvas calculadas por los métodos Areas - Incremento y Areas - Reducción para

el Volumen Total sedimentado VTS= 20,4 hectómetros cúbicos determinados a la fecha de dicho estudio. Se los gráfica juntos, para su comparación en el **GRAFICO Nº 10 - LAMINA Nº V.14.-**

Observando en dicho gráfico vemos que el que más se aproxima a los valores medidos, es la Curva construida mediante la aplicación del método Area - Incremento .

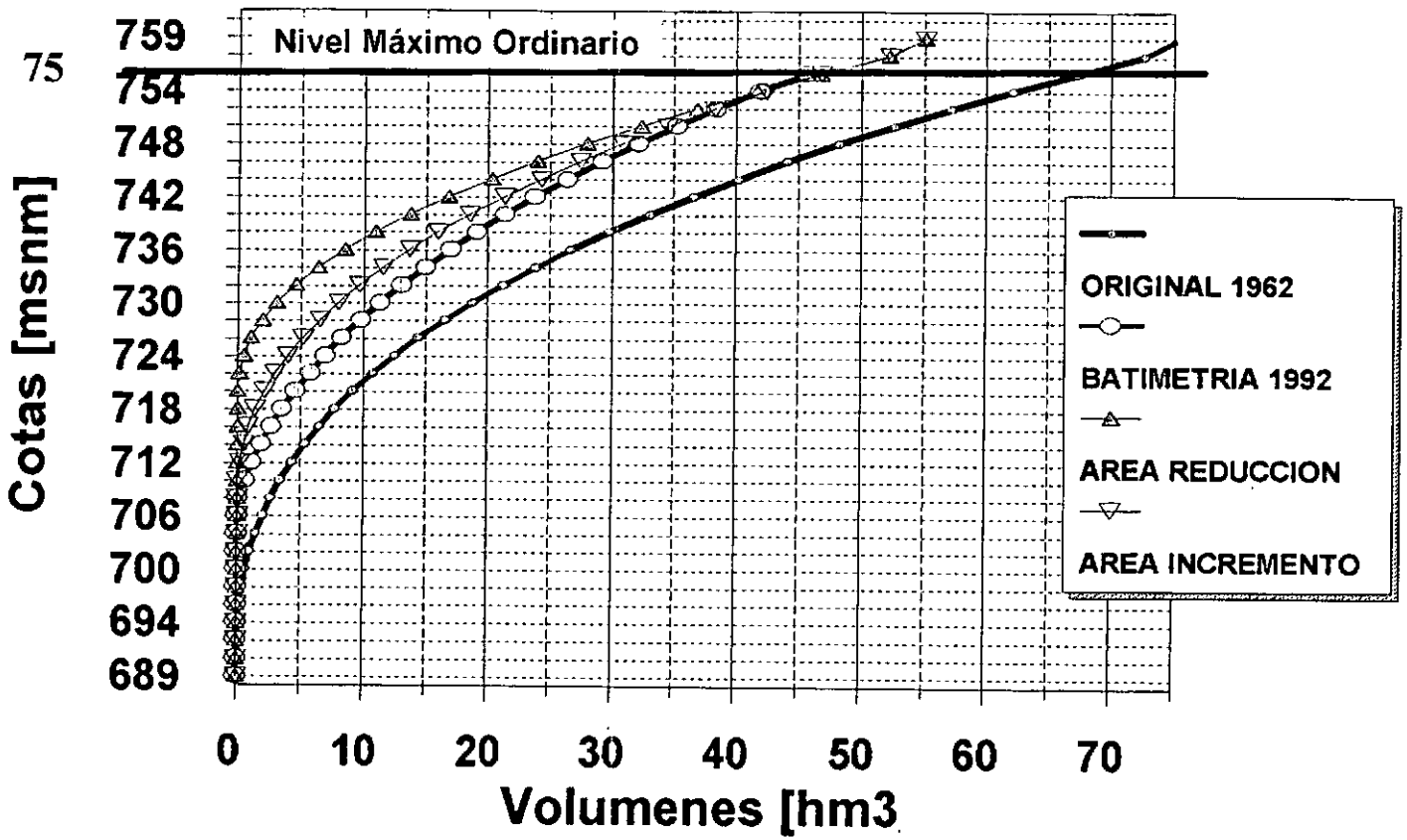
El nuevo valor inicial o NCC aunque es un poco mayor que la observada, lo que nos coloca del lado de la seguridad, es lo bastante próxima como para considerarla aceptablemente ajustada.

El resto de la gráfica muestra que la curva resultante de aplicar el método considera una mayor reducción del volumen en coincidencia con las mayores profundidades que el realmente observado, y una menor deposición que la real para Cotas cercanas a los máximos.

Esta diferencia se debe seguramente a la importante deposición de material, relativamente grueso, de formal distal. Estos materiales gruesos se depositan con una suave pendiente y presentan un frente pronunciado hasta la zona de pendiente prácticamente nula en proximidades a la presa.

Comparación de Curvas Cotas-Volumenes

Para Sedimentación de 20,4 Hm3-1992



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962/Batimetria AyEE-1992-
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N°10

De estas observaciones se puede concluir que es válido trabajar en la simulación de procesos de deposición de material sólido en la presa de embalse del Sistema "Pirquitas" considerando que los mismos se depositan aproximadamente siguiendo una distribución propia del método Area - Incremento, o sea que la sedimentación quita a cada nivel del lago un valor constante del área.

5.-APLICACION AL EMBALSE DEL SISTEMA "PIRQUITAS"

A partir de estas hipótesis se procede a construir curvas características esperables de embalse (Volúmenes y Areas) a los efectos de utilizar las mismas en las simulaciones de Embalse necesarias para los estudios de Hidreconomía.

Podrán considerarse entonces que, a partir de estas curvas de capacidades, los valores de Volúmenes embalsados son más cercanos a los reales y que contaremos, además, con curvas que nos determinen los nuevos espejos de agua en cada cota, para la determinación de la evaporación, si estos valores son sensiblemente importantes.

Para la construcción de estas curvas, y a efectos de poder evaluar la sensibilidad al tiempo entre curvas y la Tasa de sedimentación , se adoptó como unidad de tiempo el quinquenio y fueron las primeras estimaciones de las curvas esperables a futuro aunque luego no fueron utilizadas en el modelo de simulación de movimiento de embalse donde se adoptó un paso de tiempo menor. Se consideró, como una primera tentativa, una Tasa de Sedimentación igual a la máxima medida desde la puesta en funcionamiento del embalse, constante en el tiempo.

Se considera que esta hipótesis es válida pues, si bien se tomó un valor alto, que es el promedio de un período de 10 años, se lo mantiene constante en el tiempo, aunque podemos inferir que en ese período hubo años con una tasa mayor y otros con una menor..

Así en la **TABLA Nº 4 - LAMINA Nº V.15.-** se han tabulado los valores para sedimentaciones a partir de los 20,4 hm3 detectados en 1992 y cada 5 años según lo siguiente:

AÑO	VTS (hm3) (Para TASA = 1,0 hm3/año)
1992	20.4
1997	25.4
2002	30.4

TABLA N° 4

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA"CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
Para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 1 Hm3/Año

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3
	Año	1992	Año	1997	Año	2002	Año	2007	Año	2012
	VTS =	20.40	VTS =	25.00	VTS =	30.00	VTS =	35.00	VTS =	40.00
	NCC =	708.19	NCC =	711.95	NCC =	715.60	NCC =	718.80	NCC =	722.50
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8.35	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12.35	0.86	0.13	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	18.35	1.17	7.13	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26.35	1.61	13.13	0.27	1.20	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	32.35	2.20	21.13	0.62	9.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	40.35	2.93	29.97	1.13	18.04	0.37	5.30	0.01	0.00	0.00
	46.35	3.79	37.13	1.80	25.20	0.80	12.46	0.19	0.00	0.00
	55.35	4.81	45.13	2.62	33.20	1.39	20.46	0.52	6.00	0.03
	63.35	6.00	53.13	3.61	41.20	2.13	28.46	1.01	14.00	0.23
	75.35	7.38	62.13	4.76	50.20	3.05	37.46	1.67	23.00	0.60
	84.35	8.98	67.17	6.05	55.24	4.10	42.50	2.47	28.04	1.11
	90.35	10.73	80.13	7.52	68.20	5.33	55.46	3.45	41.00	1.80
	101.35	12.65	90.13	9.23	78.20	6.80	65.46	4.66	51.00	2.72
	110.35	14.76	100.13	11.13	88.20	8.46	75.46	6.07	61.00	3.84
	123.35	17.10	111.13	13.24	99.20	10.34	86.46	7.69	72.00	5.17
	131.35	19.65	122.73	15.58	110.80	12.44	98.06	9.53	83.60	6.73
	142.35	22.38	132.13	18.14	120.20	14.75	107.46	11.59	93.00	8.50
	152.35	25.33	143.13	20.89	131.20	17.27	118.46	13.85	104.00	10.47
	163.35	28.49	154.13	23.86	142.20	20.00	129.46	16.33	115.00	12.66
	174.35	31.87	165.13	27.05	153.20	22.96	140.46	19.03	126.00	15.07
	186.35	35.47	178.49	30.49	166.56	26.15	153.82	21.97	139.36	17.72
	194.35	39.28	188.13	34.15	176.20	29.57	163.46	25.14	149.00	20.60
	206.35	43.29	203.13	38.06	191.20	33.25	178.46	28.56	164.00	23.73
	224.35	47.59	216.13	42.25	204.20	37.20	191.46	32.26	177.00	27.14
	240.35	52.24	280.00	47.68	280.00	42.63	280.00	37.69	280.00	32.57
	246.35	54.67	295.00	50.53	295.00	45.48	295.00	40.54	295.00	35.42
	Nuevo Vol.Ut	46.73	Nuevo Vol.Ut	41.42	Nuevo Vol.Ut	36.41	Nuevo Vol.Ut	31.52	Nuevo Vol.Ut	26.46

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

2007 35.4

2012 40.4

Estos valores han sido graficados conjuntamente para su observación como **GRAFICO Nº 11 - LAMINA Nº V.16-.**

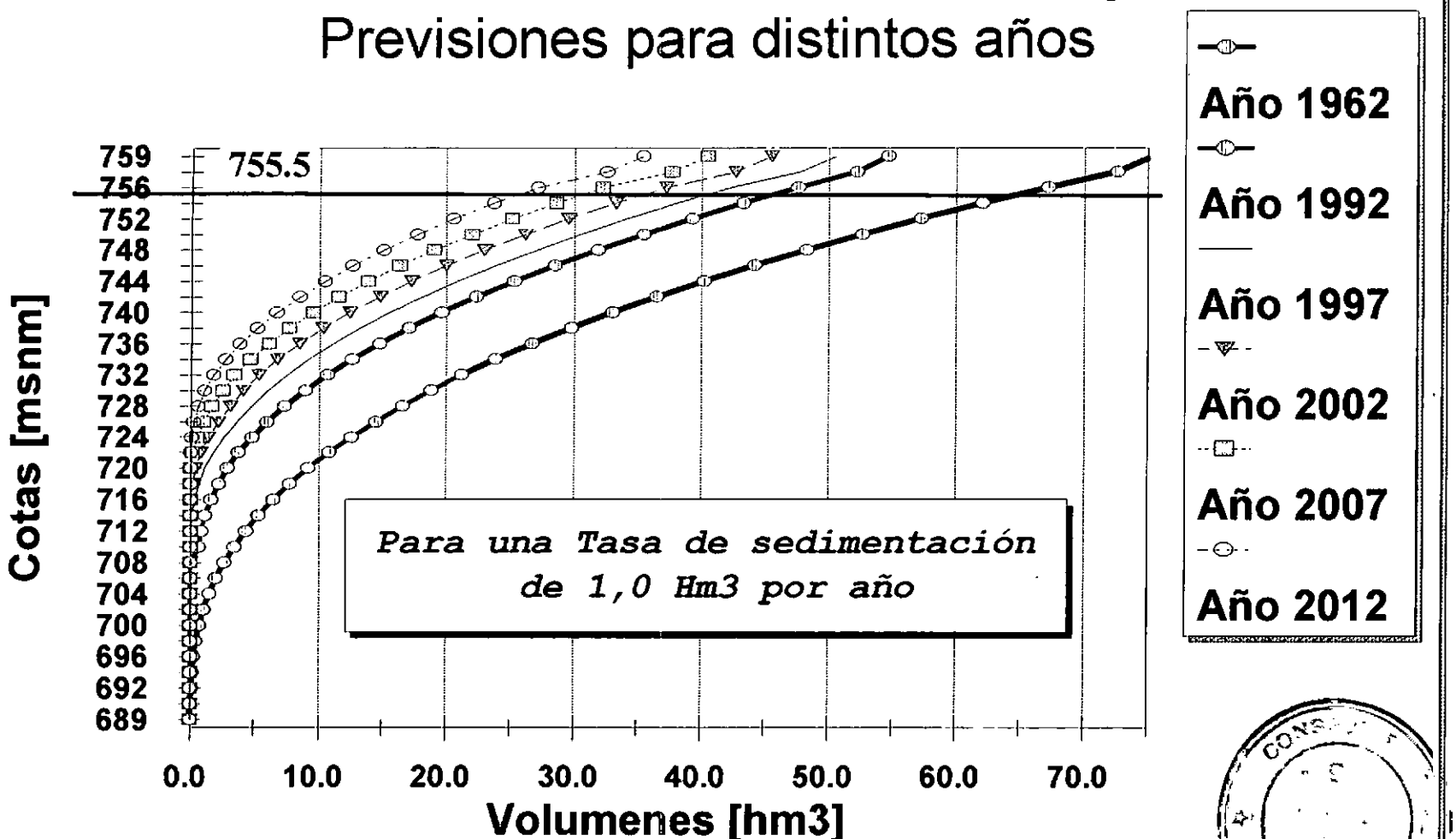
Para poder establecer la evolución del embalse con una situación un poco más favorable, siempre considerando solo la presencia de "Pirquitas", se trabajó también con una Tasa de Sedimentación igual a la media medida desde la puesta en funcionamiento del embalse; también se supone que la misma se mantiene constante en el tiempo para los veinte años considerados (1992-2012).

En la **TABLA Nº 5 - LAMINA NºV.17.-** se han tabulado los valores para sedimentaciones a partir de los 20,4 hm3 determinados en 1992 y cada 5 años según lo siguiente.:

AÑO	VTS (Hm3) (Para TASA = 0,7 hm3/Año)
1992	20.4
1997	23.9
2002	27,4
2007	30,
2012	34,4

Curvas Cotas-Volumenes de "Pirquitas"

Previsiones para distintos años



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962-
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 11

TABLA Nº 5 -

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA-CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
Para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 Hm3/Año

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3
	Año	1992	Año	1997	Año	2002	Año	2007	Año	2012
	VTS =	20.40	VTS =	23.90	VTS =	27.40	VTS =	30.90	VTS =	34.40
	NCC =	708.19	NCC =	711.00	NCC =	713.80	NCC =	716.25	NCC =	718.46
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8.35	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12.35	0.86	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	18.35	1.17	9.50	0.12	0.70	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	26.35	1.61	15.50	0.37	6.70	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
	32.35	2.20	23.50	0.76	14.70	0.28	7.00	0.05	0.00	0.00
	40.35	2.93	32.34	1.32	23.54	0.67	15.84	0.28	6.81	0.04
	46.35	3.79	39.50	2.04	30.70	1.21	23.00	0.67	13.97	0.25
	55.35	4.81	47.50	2.91	38.70	1.90	31.00	1.21	21.97	0.61
	63.35	6.00	55.50	3.94	46.70	2.76	39.00	1.91	29.97	1.13
	75.35	7.38	64.50	5.14	55.70	3.78	48.00	2.78	38.97	1.82
	84.35	8.98	69.54	6.48	60.74	4.95	53.04	3.79	44.01	2.64
	90.35	10.73	82.50	8.00	73.70	6.29	66.00	4.98	56.97	3.65
	101.35	12.65	92.50	9.75	83.70	7.86	76.00	6.40	66.97	4.89
	110.35	14.76	102.50	11.70	93.70	9.64	86.00	8.02	76.97	6.33
	123.35	17.10	113.50	13.86	104.70	11.62	97.00	9.85	87.97	7.98
	131.35	19.65	125.10	16.25	116.30	13.84	108.60	11.91	99.57	9.86
	142.35	22.38	134.50	18.85	125.70	16.26	118.00	14.18	108.97	11.95
	152.35	25.33	145.50	21.65	136.70	18.88	129.00	16.65	119.97	14.24
	163.35	28.49	156.50	24.67	147.70	21.73	140.00	19.34	130.97	16.75
	174.35	31.87	167.50	27.91	158.70	24.79	151.00	22.25	141.97	19.48
	186.35	35.47	180.86	31.39	172.06	28.10	164.36	25.40	155.33	22.45
	194.35	39.28	190.50	35.10	181.70	31.63	174.00	28.78	164.97	25.65
	206.35	43.29	205.50	39.06	196.70	35.41	189.00	32.41	179.97	29.10
	224.35	47.59	218.50	43.30	209.70	39.48	202.00	36.32	192.97	32.83
	240.35	52.24	280.00	48.73	280.00	44.91	280.00	41.75	280.00	38.26
	246.35	54.67	295.00	51.58	295.00	47.76	295.00	44.60	295.00	41.11
	Nuevo Vol.Util=	46.73	Nuevo Vol.Util=	42.45	Nuevo Vol.Util=	38.67	Nuevo Vol.Util=	35.54	Nuevo Vol.Util=	32.08

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Año	1992	1997	2002	2007	2012
Vol.Tas = 0,7	47.593	43.3	39.4784	36.3225	32.826
Vol Tasa=1	47.593	42.2538	37.2028	32.2586	27.14

Lámina N° V - 17

Estos valores han sido graficados conjuntamente para su observación como **GRAFICO Nº 12 - LAMINA Nº .V.18.-**

En las **TABLAS Nº 4 y 5 - LAMINA Nº V.15. y V.16.-**, se han colocado además los Volúmenes esperados para la Cota 755,5 msnm como volúmenes útiles previstos.

El pronóstico de como se sería el comportamiento de la Tasa Anual de Sedimentación es sencillo y permite observar el rango del atarquinamiento frente a la carencia de acciones que apunten a corregirla o a reducirla.

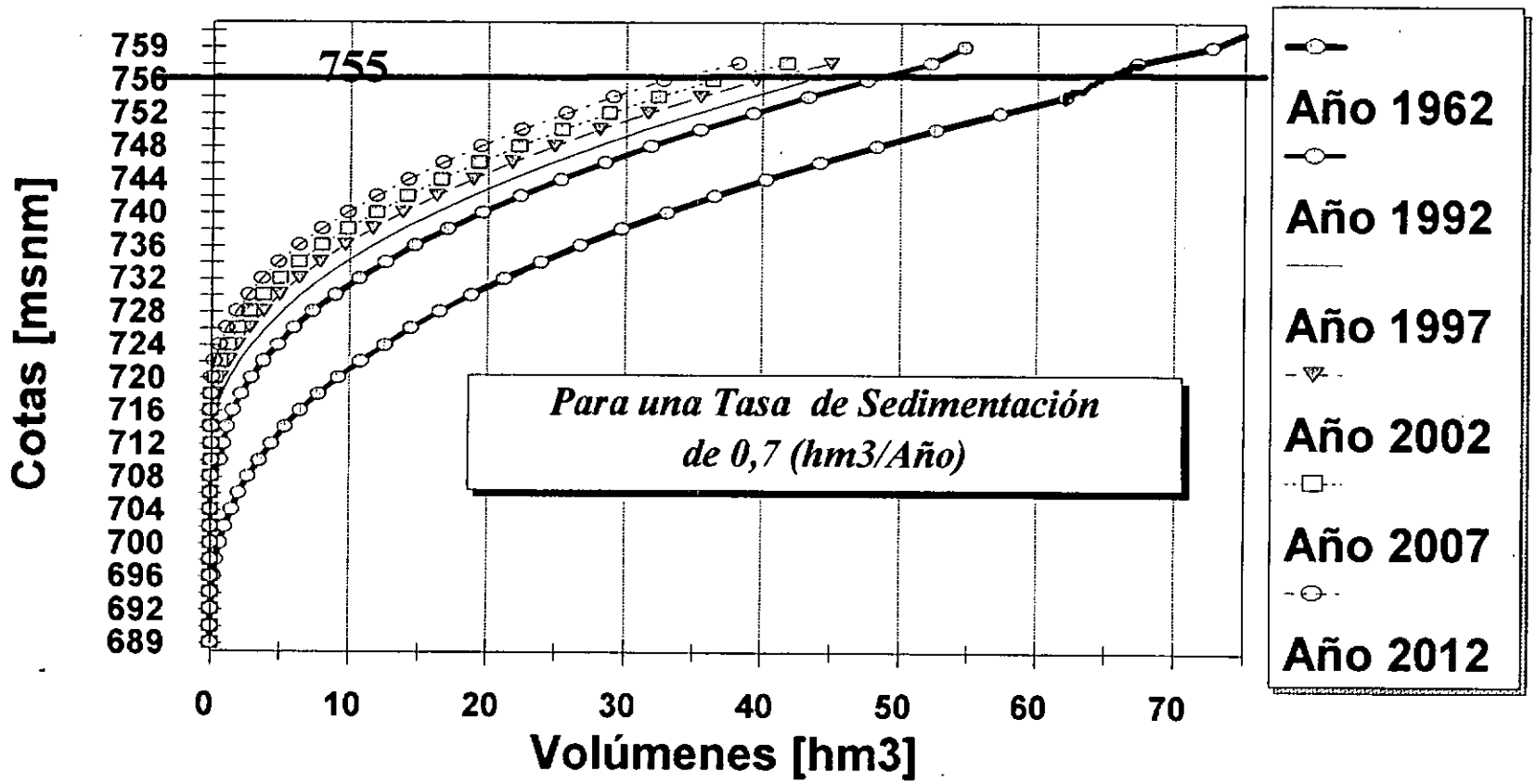
La tasa máxima es una suposición bastante conservadora teniendo en cuenta que podemos tener un período hidrológicamente activo.

La tasa mínima de 0,7 hm3/Año, por ser producto de una observación de 30 años, se puede considerar apta para períodos de mediano plazo como son los 20 años analizados.

Se ha graficado para una Cota de 756 msnm como varían los volúmenes disponibles a la misma, para las dos tasas de sedimentación utilizadas

Curvas Cotas- Volumenes de "Pirquitas"

Previsiones para distintos Años



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962-
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 12

, considerando que entre ambas curvas se encuentra el rango de valores probables de producirse.

Debemos tener en cuenta en este **GRAFICO Nº 13 - LAMINA Nº V.19.-** -que el proceso de sedimentación comprendido entre 1962 y 1992 siguió la tasa mínima aunque no se produjo una variación en forma lineal durante el mismo.

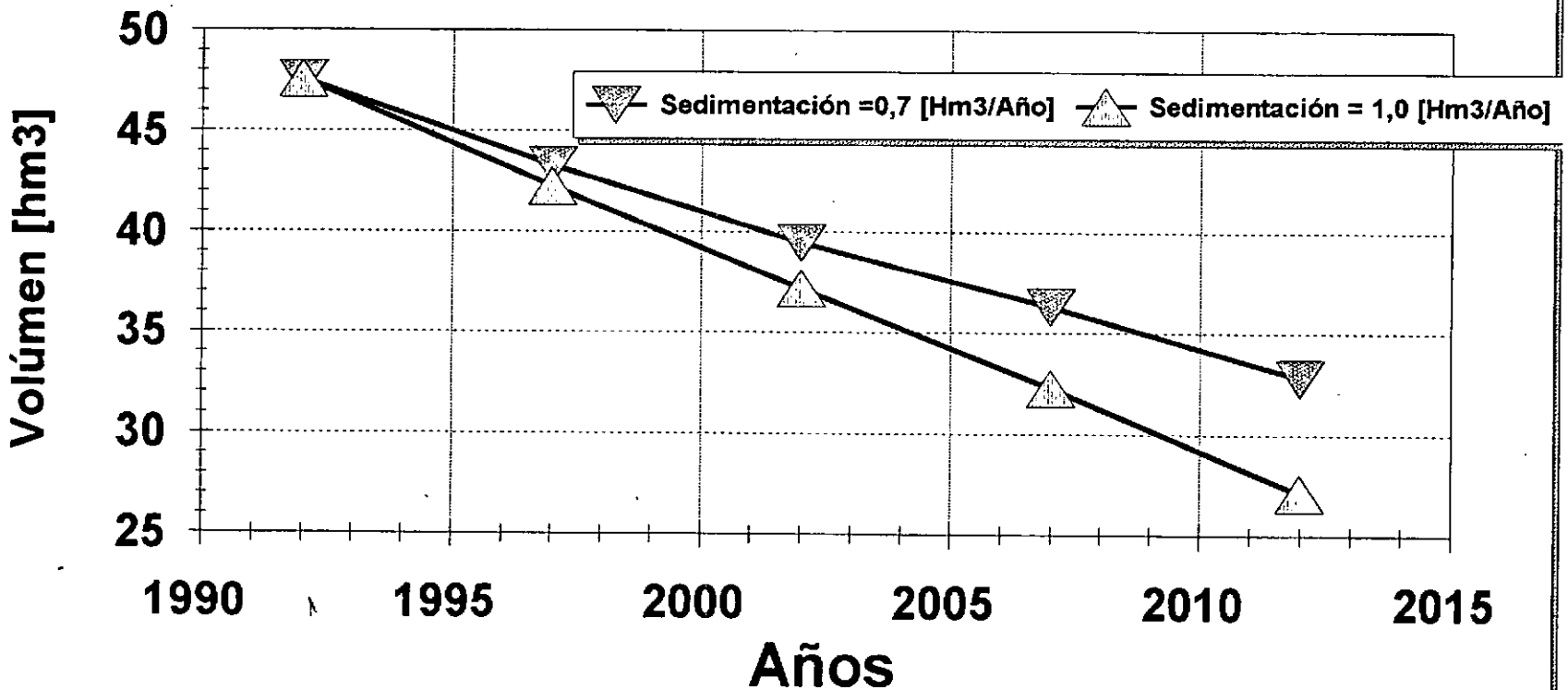
6.- DETERMINACIÓN DE LAS ECUACIONES PARA SU EMPLEO EN EL MODELO DE SIMULACIÓN.

6.1.- Embalse "pirquitas".

A los efectos de poder volcar los estudios de REPLECION en el modelo de simulación del movimiento de embalse se hace conveniente calcular las ecuaciones COTAS-AREAS , COTAS-VOLUMENES y para su empleo en el mismo . La preparación de las curvas se realiza en una primera etapa solamente para el embalse del Sistema "Pirquitas" por cuanto son necesarias conocer las mismas para el caso de no ejecución de Isla Larga. Posteriormente se realizará el estudio para los embalses de el Complejo "Isla Larga-Pirquitas" con el embalse "Isla Larga" y "Pirquitas" considerando la presencia de este último.

Rango Volumenes Disponibles

P/Cota de"Pirquitas" de 756 [msnm]



Fuente Datos Topográficos :A.yE.E. 1962-
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 13

En ese orden de cosas el estudio de la sedimentación del embalse "Pirquitas" se realizó partiendo de los datos históricos y siguiendo el proceso de sedimentación progresivamente hasta la determinación de las curvas correspondientes.

Se ha estudiado el proceso de sedimentación que se ha producido en el embalse desde la fecha de cierre de la presa hasta el año 1992 , fecha del último informe batimétrico realizado por Agua y Energía Eléctrica.

Como ya se vió en los puntos precedentes el método más ajustado a los valores medidos es la Curva construida mediante la aplicación del método Area - Incremento ".

A partir de esta conclusión se procede a analizar el comportamiento que se producirá a futuro en el fenómeno de sedimentación de sólidos que lleguen al embalse unicamente con este método.

Tal como se analizara, la tasa de sedimentación a tomar para este estudio debe tener en cuenta diversos factores , algunos que son inmodificables por el hombre (los asociados a los aspectos naturales :l Clima y Geología) y otros ligados estrechamente a la acción antrópica.

Estos últimos dependen de las actuaciones o intervenciones del hombre en la cuenca incluyendo la regulación y disminución de la erosión de origen antrópico, mediante la modificación de metodologías agrícolas y del desarrollo de la Infraestructura con criterio ambientalista adecuado al contexto territorial existente , científicamente ordenado.

También dependerá de la ejecución de obras de correción de torrentes y regularización de cauces destinadas, en una primera etapa, a retener los sólidos en el cauce, y a evitar el ingreso de los mismos en el embalse, por un lado, y por otra parte a crear condiciones que disminuyan la generación de sólidos arrastrados en la cuenca. Cabe destacar que la falta de obras correctivas acentúa los impactos negativos de la actividad antrópica.

6.1.2.-Consideraciones sobre la Tasa de sedimentación a considerar en "Pirquitas"

Ante esta situación se plantean dos escenarios distintos del proceso : uno de máxima , que considera que la erosión se seguirá produciendo a una tasa fija igual al promedio de los últimos diez años medidos. Esta hipótesis es la esperable que se produzca si no se efectúan medidas de corrección destinadas a producir una importante disminución del proceso erosivo.

Si bien el valor que se adopta es un promedio de varios años,se conoce que en ese período hubo eventos extraordinarios que pueden ser los responsables de gran parte de la sedimentación producida en el lago "Pirquitas", pero como el horizonte de la simulación a realizar supera los diez años se considera que para estudios con este plazo o superiores tomar este valor promedio constituye un adecuado techo para las sedimentaciones a esperar en la espectativa de que no se incrementen la acción antrópica con criterios no ambientalistas.

Por otro lado el valor promedio de deposición desde que se produjo el cierre del embalse es un valor adecuado para consideralo como tasa piso ya que es representativo de un período lo suficientemente extenso para que se hayan tenido una diversidad de circunstancias que permiten pensar que para circunstancias climáticas normales será difícil perforar este piso ahún con el inicio de medidas conservacionistas , debido al tiempo que toma para que surjan efecto.

Con los datos extraídos de la documentación consultada **(Ver REFERENCIA1, 2 y 3)** se ha confeccionado la **TABLA Nº 6 - LAMINA Nº V.20.**-- en la cual se observa como ha variado el volumen útil y el volumen sedimentado que presenta una aceleración en el último período considerado.

TABLA N° : 6 - Volúmenes de Sedimentación en "Pirquitas"					
AÑO	VTS	VUtil	% V Perdido	TASA SEDIMENTACION ANUAL	
				Entre Periodos	Promedio
	[hm3]	[hm3]	[%]	[hm3/año]	[hm3/año]
1962	0	65	0.00%	0	0
1978	8.948	56.052	13.77%	0.55925	0.55925
1982	10.712	54.288	16.48%	0.441	0.5356
1992	20.4	44.6	31.38%	0.9688	0.68

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962- Batimetria 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Para una mejor visualización se presenta en el **GRAFICO Nº 14 - LAMINA Nº V.21.-** la variación del volumen sedimentado y la consecuente disminución del volumen útil del Embalse. Coincidentemente se indica como varía la tasa de reducción del volumen ·útil.

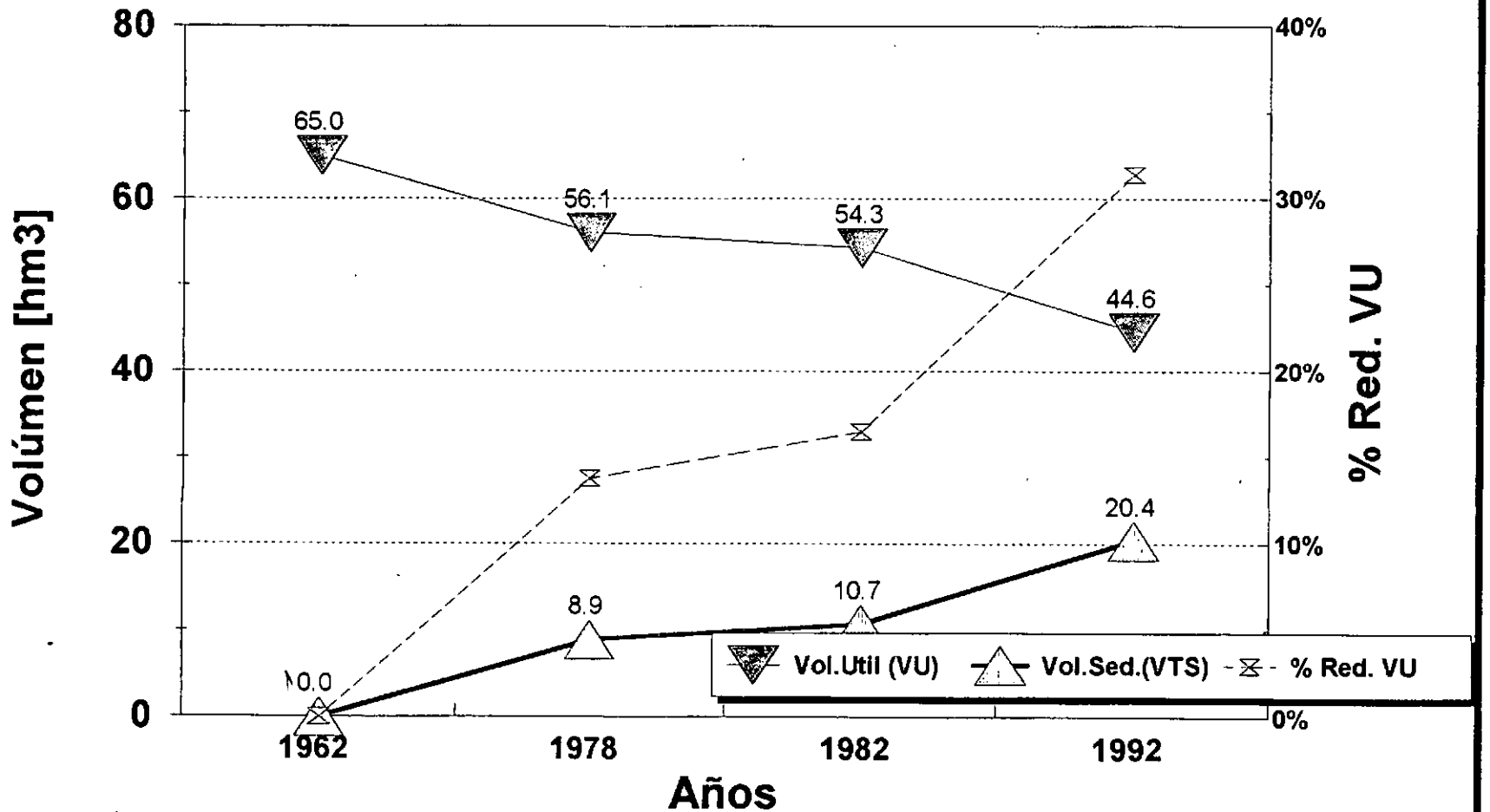
Observando en el **GRAFICO Nº 15 - LAMINA Nº V.22.-** la evolución de las tasas de sedimentación anual se observa que la correspondiente al ·último período entre estudios batimétricos es la más alta observada por lo que en virtud de lo ya expresado se resuelve adoptar la misma redondeada a 1 hm3 como se va a utilizar en un escenario de simulación. También se puede advertir lo ya indicado respecto a la Tasa promedio del período 1962-1992 como la actuante en un escenario de baja tasa de generación de sólidos y sedimentación.

6.1.3.-Procedimiento para determinacion de valores de curvas caracteristicas

El comienzo de la simulación del fenómeno de Repleción del embalse se inicia en el año 1992 partiendo como datos básicos las curvas Cotas -Areas y Cotas - Volúmenes medidas en 1992 según Agua y Energía Eléctrica (ver referencias bibliográficas) y cuyos valores transcendentes para el presente estudio se hayan indicados en la **TABLA Nº 7 - LAMINA Nº V.23.-**. como columnas 1-2-3-4-5 .Esta tabla es similar a la ya descripta **TABLA Nº 3** en la que

Evolución de Volúmenes

Embalse Las Pirquitas- Catamarca

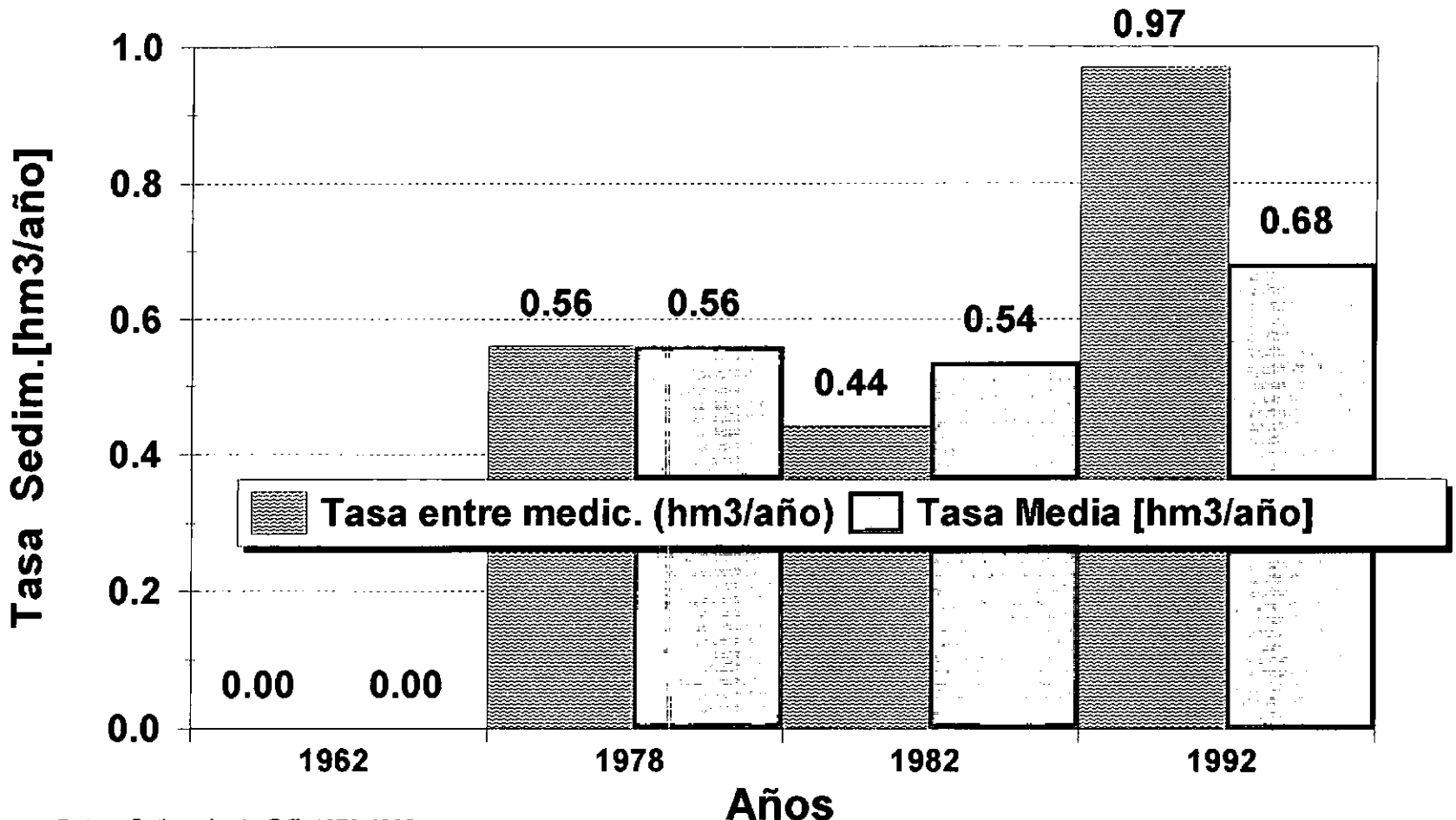


Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1978-1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 14

Evolución de Tasa de Sedimentación

Embalse "Pirquitas" - Catamarca



Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1978-1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 15

TABLA Nº 7 Planilla para deter. las curvas Características de "Pirquitas" por él método Area Incremento a partir de 1992

Cotas	Alturas	Areas	Volumene Acumulac	Volumene	Reduccio Ha	Var.Volun Hm3	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes
m.s.n.m.	m	Ha	Hm3	Hm3	Nueva Co	Aporte Só	Ha	Hm3
Salto	ho	Ao	Vo	Vs	707.00	0.00		
2	0	0	0.0000	0				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cota Cero(CC)	707							
689	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
690	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
692	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
694	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
696	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
698	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
700	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
702	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
704	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
706	0	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
708	1	24.5	0.0980	0.098	0.0000	0.0000	24.5000	0.0980
710	3	28.8	0.6310	0.533	0.0000	0.0000	28.8000	0.6310
712	5	33.0	1.2490	0.618	0.0000	0.0000	33.0000	1.2490
714	7	37.9	1.9580	0.709	0.0000	0.0000	37.9000	1.9580
716	9	42.1	2.7580	0.800	0.0000	0.0000	42.1000	2.7580
718	11	47.8	3.6570	0.899	0.0000	0.0000	47.8000	3.6570
720	13	53.1	4.6660	1.009	0.0000	0.0000	53.1000	4.6660
722	15	58.7	5.7840	1.118	0.0000	0.0000	58.7000	5.7840
724	17	64.4	7.0150	1.231	0.0000	0.0000	64.4000	7.0150
726	19	70.4	8.3630	1.348	0.0000	0.0000	70.4000	8.3630
728	21	76.6	9.8330	1.470	0.0000	0.0000	76.6000	9.8330
730	23	83.0	11.4290	1.596	0.0000	0.0000	83.0000	11.4290
732	25	89.6	13.1550	1.726	0.0000	0.0000	89.6000	13.1550
734	27	96.4	15.0150	1.860	0.0000	0.0000	96.4000	15.0150
736	29	103.5	17.0140	1.999	0.0000	0.0000	103.5000	17.0140
738	31	110.7	19.1560	2.142	0.0000	0.0000	110.7000	19.1560
740	33	118.2	21.4450	2.289	0.0000	0.0000	118.2000	21.4450
742	35	125.9	23.8860	2.441	0.0000	0.0000	125.9000	23.8860
744	37	133.9	26.4840	2.598	0.0000	0.0000	133.9000	26.4840
746	39	142.0	29.2430	2.759	0.0000	0.0000	142.0000	29.2430
748	41	150.4	32.1670	2.924	0.0000	0.0000	150.4000	32.1670
750	43	158.9	35.2600	3.093	0.0000	0.0000	158.9000	35.2600
752	45	167.7	38.5260	3.266	0.0000	0.0000	167.7000	38.5260
754	47	176.7	41.9700	3.444	0.0000	0.0000	176.7000	41.9700
755.5	48.5	183.6	44.6723	2.702	0.0000	0.0000	183.6000	44.6723
756	49	260.0	45.7813	1.109	0.0000	0.0000	260.0000	45.7813
758	51	280.0	51.1813	5.400	0.0000	0.0000	280.0000	51.1813
759	52	290.0	54.0313	2.850	0.0000	0.0000	290.0000	54.0313
			TOTAL =	54.031				44.6723

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -Batimetria 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94 Ing. A.A.BOLDAN

las primeras cinco columnas se han reemplazado con los datos de la Batimetría de 1992 en la que ya se tiene 20,4 hm3 sedimentados.

En esta **TABLA** se indica, como ya se dijo , el procedimiento para el cálculo de las nuevas curvas Cotas-Areas y Cotas-Volúmenes para distintos volúmenes sedimentados mediante el método Area-Incremento empleando para ello, una Planilla electrónica de cálculo QPRO P/Windows 1.0, que permite introducir los valores de Sedimentación Total (VTS) que se produzcan a partir del año 1992 .

El procedimiento es similar al ya explicado al describir la **TABLA Nº3** al cual se remite,

En cuanto al período requerido para observar la variación de las curvas características del embalse se adoptó un paso de tiempo de 3 años. No se considerra necesario uno menor ya que aún con la máxima tasa de sedimentación adoptada de 1 hm3/año los 3 hm3 resultantes no llegan a ser un 10% del volumen útil y por otro lado, como ya se mencionó, el proceso de sedimentación no es uniforme en el período de tiempo por lo que se estaría trabajando con un nivel de detalle exagerado en relación con los datos adoptados para la tasa de sedimentación y con el método de cálculo que parte de hipótesis que hacen necesario su verificación y convalidación periódica.

En conversaciones mantenidas en la Secretaría de Ciencia y Tecnología de Catamarca se acordó con el Ing. Adolfo Factor y el Ing. Salomón Lafi la adopción de tres años, que es también, el lapso recomendado para la realización de batimetrías.

Se pasó entonces a confeccionar la **TABLA Nº 8 - VER LAMINA Nº V.24.-** en la cual se ha aplicado una tasa de sedimentación de 1 hm3/año y se ha indicado para los años 1995, 1998, 2001, 2004, 2007, 2010, 2013, 2016, 2019 y 2022 el valor total sedimentado hasta esas fechas, teniendo en cuenta que en 1992 se ha medido una sedimentación de 20.4 hm3.

Como encabezamiento se indica el volumen total sedimentado a la fecha **(VTS),** la nueva cota cero **(NCC)** en las mismas se tiene explicitando el valor del área y del volumen correspondiente a la cota del labio Vertedero como límite del Volumen "Util" (entendiendo en este caso como tal , al Volumen contenido entre el nivel del labio del vertedero y la nueva cota cero **(NCC)** del embalse) y cuyo valor se ha colocado al final de las columnas correspondientes a volúmenes .

Se hace notar que los volúmenes sedimentados se distribuyen hasta cota de labio vertedero. Esta **TABLA Nº 8 - LAMINA Nº V.24.-** se ha graficado

TABLA N° 8

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA"CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
P/distintos Vol.de Sedimentación Previendo una Tasa de 1 hm3/año y a partir de la batimetría de 1992

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3
	Año	1992	Año	1995	Año	1998	Año	2001	Año	2004
	VTS =	20.40	VTS =	23.40	VTS =	26.40	VTS =	29.40	VTS =	32.40
	NCC =	707.00	NCC =	707.25	NCC =	707.51	NCC =	707.76	NCC =	708.26
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	24.50	0.10	18.13	0.02	12.01	-0.01	5.88	-0.02	0.00	0.00
710	28.80	0.63	22.43	0.43	16.31	0.27	10.18	0.14	3.74	0.03
712	33.00	1.25	26.63	0.92	20.51	0.64	14.38	0.39	7.94	0.14
714	37.90	1.96	31.53	1.50	25.41	1.10	19.28	0.72	12.84	0.35
716	42.10	2.76	35.73	2.18	29.61	1.65	23.48	1.15	17.04	0.65
718	47.80	3.66	41.43	2.95	35.31	2.30	29.18	1.68	22.74	1.05
720	53.10	4.67	46.73	3.83	40.61	3.06	34.48	2.31	28.04	1.56
722	58.70	5.78	52.33	4.82	46.21	3.92	40.08	3.06	33.64	2.17
724	64.40	7.02	58.03	5.92	51.91	4.90	45.78	3.92	39.34	2.90
726	70.40	8.36	64.03	7.14	57.91	6.00	51.78	4.89	45.34	3.75
728	76.60	9.83	70.23	8.49	64.11	7.22	57.98	5.99	51.54	4.72
730	83.00	11.43	76.63	9.95	70.51	8.57	64.38	7.21	57.94	5.81
732	89.60	13.16	83.23	11.55	77.11	10.05	70.98	8.57	64.54	7.04
734	96.40	15.02	90.03	13.29	83.91	11.66	77.78	10.05	71.34	8.40
736	103.50	17.01	97.13	15.16	91.01	13.40	84.88	11.68	78.44	9.90
738	110.70	19.16	104.33	17.17	98.21	15.30	92.08	13.45	85.64	11.54
740	118.20	21.45	111.83	19.33	105.71	17.34	99.58	15.37	93.14	13.32
742	125.90	23.89	119.53	21.65	113.41	19.53	107.28	17.44	100.84	15.26
744	133.90	26.48	127.53	24.12	121.41	21.87	115.28	19.66	108.84	17.36
746	142.00	29.24	135.63	26.75	129.51	24.38	123.38	22.05	116.94	19.62
748	150.40	32.17	144.03	29.55	137.91	27.06	131.78	24.60	125.34	22.04
750	158.90	35.26	152.53	32.51	146.41	29.90	140.28	27.32	133.84	24.63
752	167.70	38.53	161.33	35.65	155.21	32.92	149.08	30.21	142.64	27.40
754	176.70	41.97	170.33	38.97	164.21	36.11	158.08	33.29	151.64	30.34
755.5	183.60	44.67	177.23	41.57	171.11	38.63	164.98	35.71	158.54	32.67
756	260.00	45.78	253.63	42.65	247.51	39.67	241.38	36.72	234.94	33.75
758	280.00	51.18	280.00	48.05	280.00	45.07	280.00	42.12	280.00	39.15
759	290.00	54.03	290.00	51.02	290.00	47.92	290.00	44.97	290.00	41.90
	Nuevo Vol.Util=	44.67	Nuevo Vol.Util	41.57	Nuevo Vol.Util	38.63	Nuevo Vol.Util	35.71	Nuevo Vol.Util	32.67

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962- Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina N° V - 24 (01/02)

TABLA Nº 8 (CONTINUACION)

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA"CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
P/distintos Vol.de Sedimentación Previendo una Tasa de 1 hm3/año y a partir de la batimetria de 1992

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3
	Año	2007	Año	2010	Año	2013	Año	2016	Año	2019	Año	2022
	VTS =	35.40	VTS =	38.40	VTS =	41.40	VTS =	44.40	VTS =	47.40	VTS =	50.40
	NCC =	711.35	NCC =	714.36	NCC =	717.45	NCC =	720.49	NCC =	723.65	NCC =	727.40
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
710	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712	1.37	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
714	6.27	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
716	10.47	0.24	3.44	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
718	16.17	0.51	9.14	0.15	1.57	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
720	21.47	0.88	14.44	0.38	6.87	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
722	27.07	1.37	20.04	0.73	12.47	0.27	4.26	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
724	32.77	1.97	25.74	1.19	18.17	0.58	9.96	0.16	0.97	-0.01	0.00	0.00
726	38.77	2.68	31.74	1.76	24.17	1.00	15.96	0.42	6.97	0.07	0.00	0.00
728	44.97	3.52	37.94	2.46	30.37	1.55	22.16	0.80	13.17	0.27	1.86	-0.01
730	51.37	4.48	44.34	3.28	36.77	2.22	28.56	1.31	19.57	0.60	8.26	0.09
732	57.97	5.57	50.94	4.23	43.37	3.02	35.16	1.95	26.17	1.05	14.86	0.33
734	64.77	6.80	57.74	5.32	50.17	3.95	41.96	2.72	32.97	1.64	21.66	0.69
736	71.87	8.17	64.84	6.55	57.27	5.03	49.06	3.63	40.07	2.37	28.76	1.19
738	79.07	9.68	72.04	7.92	64.47	6.25	56.26	4.68	47.27	3.25	35.96	1.84
740	86.57	11.33	79.54	9.43	71.97	7.61	63.76	5.88	54.77	4.27	43.46	2.64
742	94.27	13.14	87.24	11.10	79.67	9.13	71.46	7.24	62.47	5.44	51.16	3.58
744	102.27	15.11	95.24	12.92	87.67	10.80	79.46	8.74	70.47	6.77	59.16	4.69
746	110.37	17.23	103.34	14.91	95.77	12.63	87.56	10.41	78.57	8.26	67.26	5.95
748	118.77	19.52	111.74	17.06	104.17	14.63	95.96	12.25	86.97	9.92	75.66	7.38
750	127.27	21.98	120.24	19.38	112.67	16.80	104.46	14.25	95.47	11.74	84.16	8.98
752	136.07	24.62	129.04	21.87	121.47	19.14	113.26	16.43	104.27	13.74	92.96	10.75
754	145.07	27.43	138.04	24.54	130.47	21.66	122.26	18.79	113.27	15.91	101.96	12.70
755.5	151.97	29.66	144.94	26.67	137.37	23.67	129.16	20.67	120.17	17.66	108.86	14.28
756	228.37	30.61	221.34	27.58	213.77	24.53	205.56	21.50	198.57	18.47	185.26	15.00
758	280.00	36.01	280.00	32.98	280.00	29.93	280.00	26.90	280.00	23.87	280.00	20.40
759	290.00	38.86	290.00	35.83	290.00	32.80	290.00	29.76	290.00	26.71	290.00	23.26
	Nuevo Vol.Util	29.66	Nuevo Vol.Util	26.67	Nuevo Vol.Util	23.67	Nuevo Vol.Util	20.67	Nuevo Vol.Util	17.66	Nuevo Vol.Util	14.28

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. -1962- Batimetria 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina Nº V - 24 (02/02)

colocando las curvas de Cotas - Areas para los distintos años simulados como **GRAFICO Nº16 - LAMINA Nº V.25.-** y en el **GRAFICO Nº 17 - LAMINA Nº V.26.-** se han indicado las curvas Cotas Volúmenes para los distintos años considerados, ambos suponiendo que la sedimentación se producirá a razón de 1hm3/año.

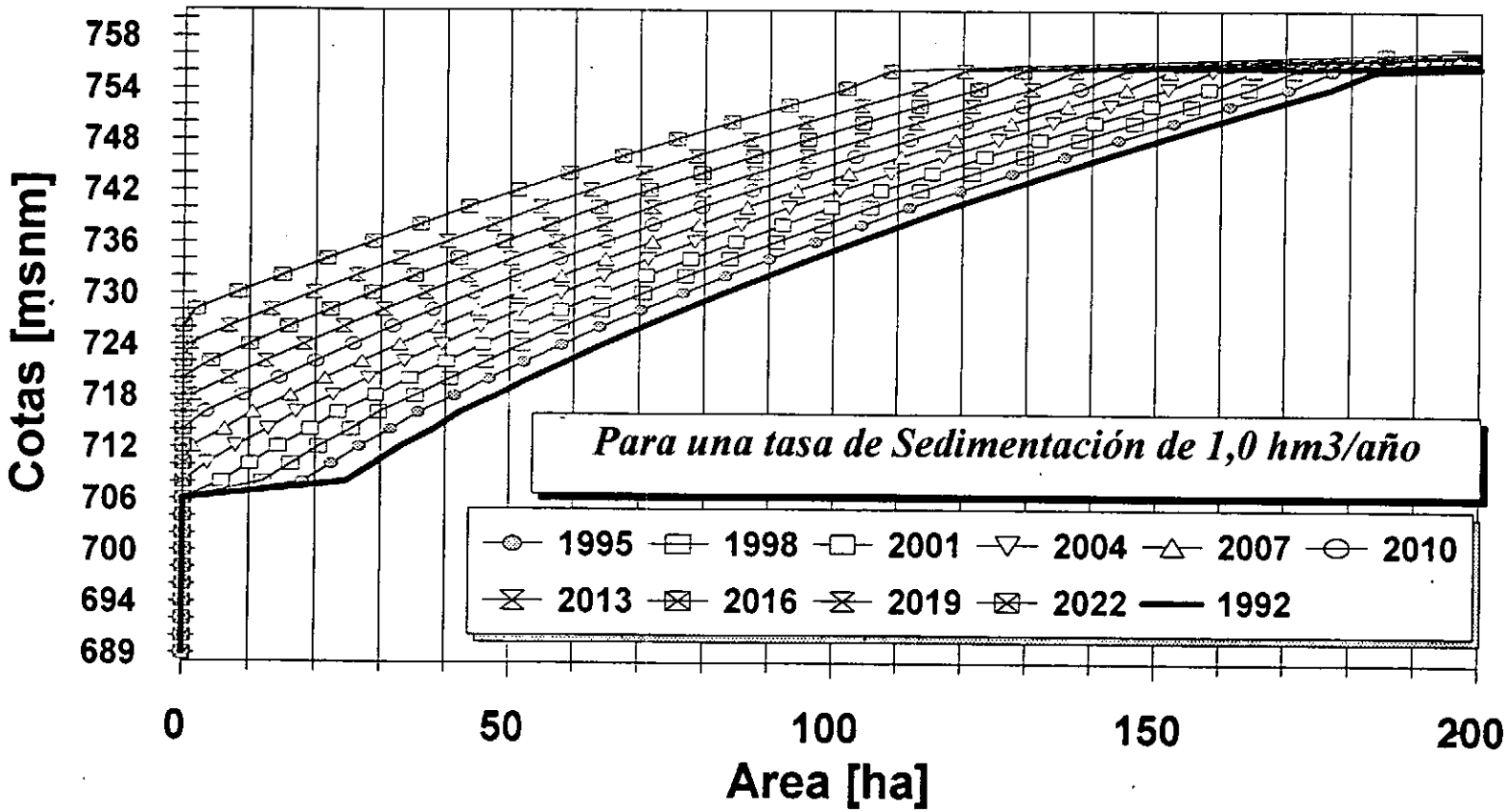
Similar tratamiento se ha dado al proceso de sedimentación con una tasa de 0.7 hm3/año construyendo para este caso la **TABLA Nº 9 - LAMINA Nº V.27.-** con similares características a las mencionadas y los correspondientes **GRAFICO Nº18 - LAMINA Nº V.28.- y GRAFICO Nº19 - LAMINA Nº V.29.-**

6.1.4.-Determinacion de las ecuaciones.

Una vez que se tienen las tablas con los valores para cada nivel de las áreas y de los volúmenes se realiza la determinación de una expresión matemática que permita el tratamiento mas ágil de los datos y permita interpolar directamente entre los valores no tabulados.

En el compromiso de lograr una adecuada respuesta de las ecuaciones para cada caso , teniendo en cuenta tanto la exactitud , como la simplicidad de las mismas para permitir su ágil, simple y seguro uso, se ha adoptado para las mismas la forma de una parábola de segundo grado.a travéz

Curvas Cotas - Areas
Embalse Las Pirquitas - Catamarca

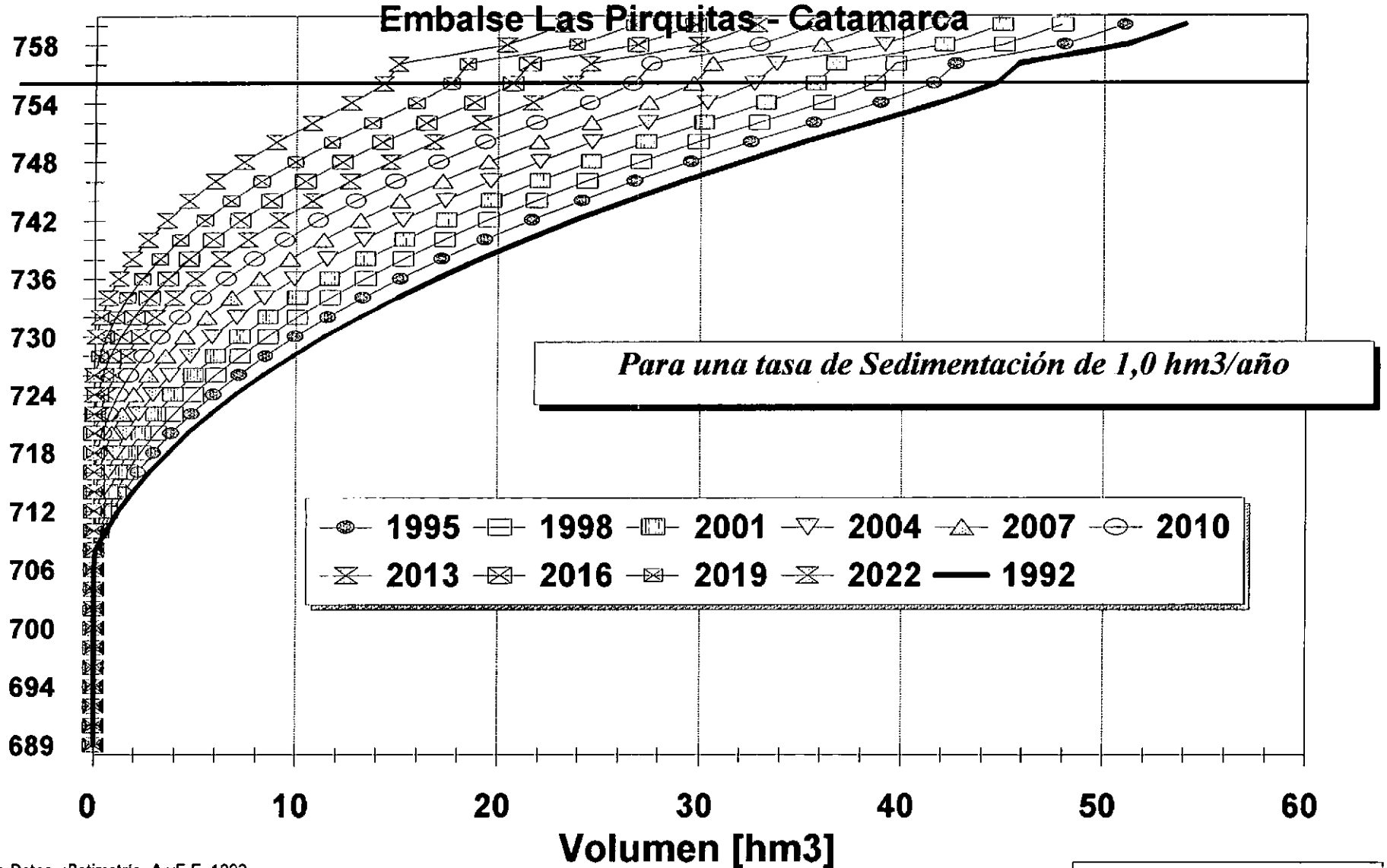


Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N°: 16

Curvas Cotas -Volúmenes

Embalse Las Pirquitas - Catamarca



Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N°:17

TABLA Nº 9

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA**CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
P/distintos Vol.de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 hm3/año y a partir de la batimetría de 1992

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3
	Año	1992	Año	1995	Año	1998	Año	2001	Año	2004
	VTS =	20.40	VTS =	22.50	VTS =	24.60	VTS =	26.70	VTS =	28.80
	NCC =	707.00	NCC =	707.17	NCC =	707.35	NCC =	707.53	NCC =	707.71
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	24.50	0.10	20.34	0.05	15.93	0.01	11.27	-0.02	7.11	-0.02
710	28.80	0.63	24.64	0.50	20.23	0.37	15.57	0.25	11.41	0.16
712	33.00	1.25	28.84	1.03	24.43	0.82	19.77	0.60	15.61	0.43
714	37.90	1.96	33.74	1.66	29.33	1.35	24.67	1.05	20.51	0.79
716	42.10	2.76	37.94	2.37	33.53	1.98	28.87	1.58	24.71	1.25
718	47.80	3.66	43.64	3.19	39.23	2.71	34.57	2.22	30.41	1.80
720	53.10	4.67	48.94	4.11	44.53	3.55	39.87	2.96	35.71	2.46
722	58.70	5.78	54.54	5.15	50.13	4.49	45.47	3.82	41.31	3.23
724	64.40	7.02	60.24	6.30	55.83	5.55	51.17	4.78	47.01	4.11
726	70.40	8.36	66.24	7.56	61.83	6.73	57.17	5.87	53.01	5.11
728	76.60	9.83	72.44	8.95	68.03	8.03	63.37	7.07	59.21	6.23
730	83.00	11.43	78.84	10.46	74.43	9.45	69.77	8.40	65.61	7.48
732	89.60	13.16	85.44	12.10	81.03	11.01	76.37	9.86	72.21	8.86
734	96.40	15.02	92.24	13.88	87.83	12.70	83.17	11.46	79.01	10.37
736	103.50	17.01	99.34	15.80	94.93	14.52	90.27	13.19	86.11	12.02
738	110.70	19.16	106.54	17.86	102.13	16.49	97.47	15.07	93.31	13.82
740	118.20	21.45	114.04	20.06	109.63	18.61	104.97	17.10	100.81	15.76
742	125.90	23.89	121.74	22.42	117.33	20.88	112.67	19.27	108.51	17.85
744	133.90	26.48	129.74	24.93	125.33	23.31	120.67	21.61	116.51	20.10
746	142.00	29.24	137.84	27.61	133.43	25.89	128.77	24.10	124.61	22.51
748	150.40	32.17	146.24	30.45	141.83	28.65	137.17	26.76	133.01	25.09
750	158.90	35.26	154.74	33.46	150.33	31.57	145.67	29.59	141.51	27.83
752	167.70	38.53	163.54	36.64	159.13	34.66	154.47	32.59	150.31	30.75
754	176.70	41.97	172.54	40.00	168.13	37.94	163.47	35.77	159.31	33.85
755.5	183.60	44.67	179.44	42.64	175.03	40.51	170.37	38.27	166.21	36.29
756	260.00	45.78	255.84	43.73	251.43	41.57	246.77	39.32	242.61	37.31
758	280.00	51.18	280.00	49.13	280.00	46.97	280.00	44.72	280.00	42.71
759	290.00	54.03	290.00	51.98	290.00	49.83	290.00	47.68	290.00	45.56
	Nuevo Vol.Util=	44.67	Nuevo Vol.Util=	42.64	Nuevo Vol.Util=	40.51	Nuevo Vol.Util=	38.27	Nuevo Vol.Util=	36.29

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina N° V - 27 (01/02)

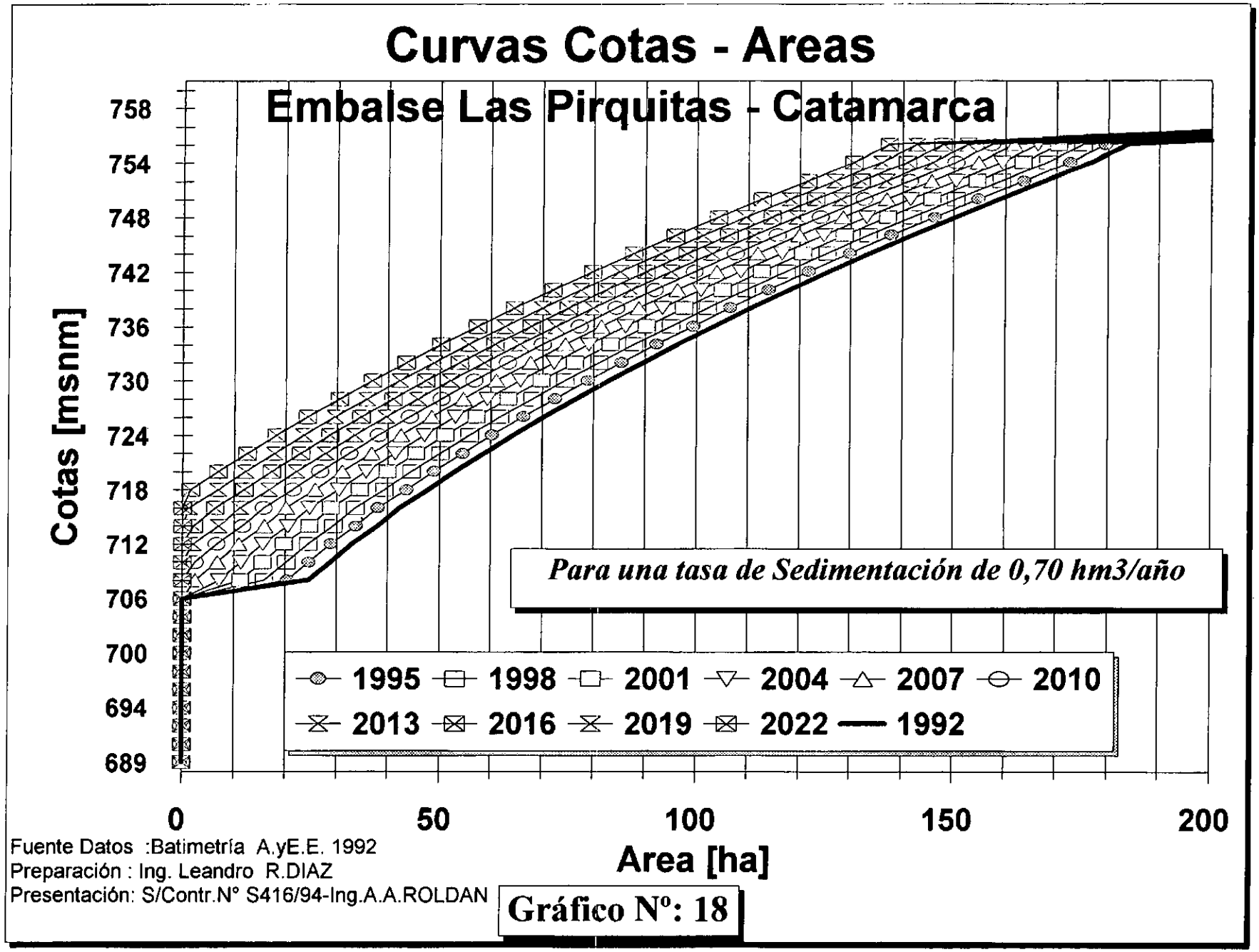
TABLA Nº 9 (CONTINUACION)

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA**CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
P/distintos Vol.de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 hm3/año y a partir de la batimetría de 1992

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3	ha	hm3
	Año	2007	Año	2010	Año	2013	Año	2016	Año	2019	Año	2022
	VTS =	30.90	VTS =	33.00	VTS =	35.10	VTS =	37.20	VTS =	39.30	VTS =	41.40
	NCC =	707.89	NCC =	708.85	NCC =	711.01	NCC =	713.13	NCC =	715.45	NCC =	717.45
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	2.45	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
710	6.75	0.08	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712	10.95	0.25	6.67	0.10	2.08	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
714	15.85	0.52	11.57	0.28	6.98	0.09	2.13	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
716	20.05	0.88	15.77	0.55	11.18	0.27	6.33	0.08	1.26	-0.00	0.00	0.00
718	25.75	1.34	21.47	0.92	16.88	0.55	12.03	0.27	6.96	0.08	1.57	-0.01
720	31.05	1.91	26.77	1.41	22.18	0.94	17.33	0.56	12.26	0.27	6.87	0.08
722	36.65	2.58	32.37	2.00	27.78	1.44	22.93	0.96	17.86	0.57	12.47	0.27
724	42.35	3.37	38.07	2.70	33.48	2.06	28.63	1.48	23.56	0.99	18.17	0.58
726	48.35	4.28	44.07	3.52	39.48	2.78	34.63	2.11	29.56	1.52	24.17	1.00
728	54.55	5.31	50.27	4.47	45.68	3.64	40.83	2.86	35.76	2.17	30.37	1.55
730	60.95	6.47	56.67	5.54	52.08	4.61	47.23	3.75	42.16	2.95	36.77	2.22
732	67.55	7.75	63.27	6.74	58.68	5.72	53.83	4.76	48.76	3.86	43.37	3.02
734	74.35	9.17	70.07	8.07	65.48	6.96	60.63	5.90	55.56	4.90	50.17	3.95
736	81.45	10.73	77.17	9.54	72.58	8.34	67.73	7.18	62.66	6.09	57.27	5.03
738	88.65	12.43	84.37	11.16	79.78	9.87	74.93	8.61	69.86	7.41	64.47	6.25
740	96.15	14.28	91.87	12.92	87.28	11.54	82.43	10.18	77.36	8.88	71.97	7.61
742	103.85	16.28	99.57	14.83	94.98	13.36	90.13	11.91	85.06	10.51	79.67	9.13
744	111.85	18.43	107.57	16.91	102.98	15.34	98.13	13.79	93.06	12.29	87.67	10.80
746	119.95	20.75	115.67	19.14	111.08	17.48	106.23	15.84	101.16	14.23	95.77	12.63
748	128.35	23.23	124.07	21.54	119.48	19.79	114.63	18.04	109.56	16.34	104.17	14.63
750	136.85	25.89	132.57	24.10	127.98	22.26	123.13	20.42	118.06	18.62	112.67	16.80
752	145.65	28.71	141.37	26.84	136.78	24.91	131.93	22.97	126.86	21.06	121.47	19.14
754	154.65	31.71	150.37	29.76	145.78	27.73	140.93	25.70	135.86	23.69	130.47	21.66
755.5	161.55	34.09	157.27	32.07	152.68	29.97	147.83	27.87	142.76	25.78	137.37	23.67
756	237.95	35.09	233.67	33.03	229.08	30.93	224.23	28.79	219.16	26.67	213.77	24.56
758	280.00	40.49	280.00	38.43	280.00	36.33	280.00	34.19	280.00	32.07	280.00	29.96
759	290.00	43.45	290.00	41.29	290.00	39.18	290.00	37.05	290.00	34.93	290.00	32.80
	Nuevo Vol.Util=	34.09	Nuevo Vol.Util=	32.07	Nuevo Vol.Util=	29.97	Nuevo Vol.Util=	27.87	Nuevo Vol.Util=	25.78	Nuevo Vol.Util=	23.67

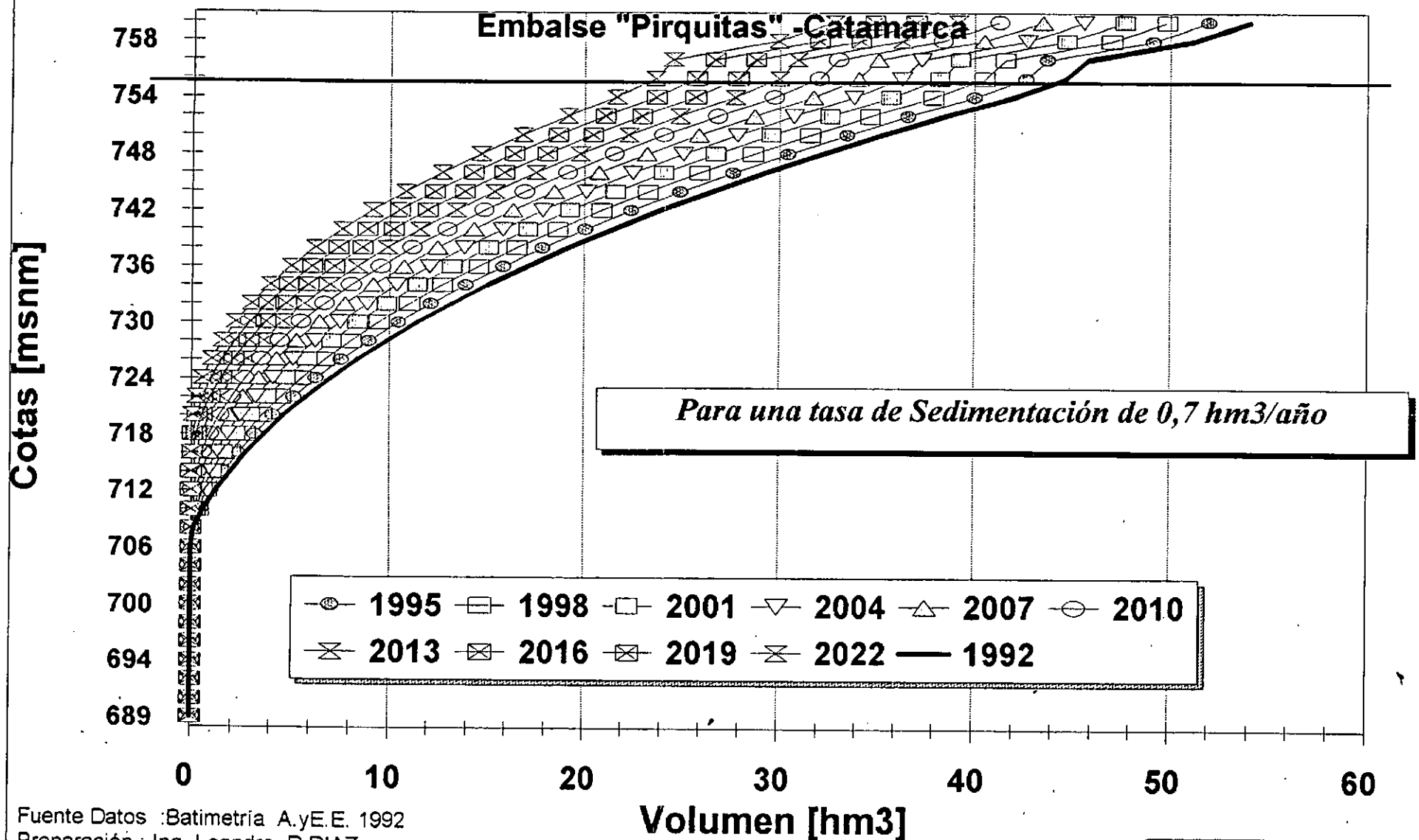
Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina N° V - 27 (02/02)


Curvas Cotas - Areas
Embalse Las Pirquitas - Catamarca
Cotas [msnm]
758
754
748
742
736
730
724
718
712
706
700
694
689
0
50
100
150
200
Area [ha]
Para una tasa de Sedimentación de 0,70 hm3/año
1995
1998
2001
2004
2007
2010
2013
2016
2019
2022
1992
Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN
Gráfico N°: 18

Curvas Cotas -Volúmenes

Embalse "Pirquitas" -Catamarca



Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N°:19

de una polinómica cuadrática. Esta se ajusta adecuadamente si acotamos su rango de validez al limitado por: el nuevo nivel cero **(NCC),** determinado en cada caso, por un lado , y a la cota del labio de vertedero (755.5 msnm) por otro.

Estas limitaciones son perfectamente aceptables ya que por debajo de cada **NCC** no existe vaso en razón de que el volumen ya ha sido ocupado por el depósito de materiales sólidos y por arriba de la cota correspondiente al labio vertedero el proceso de sedimentación no tiene importancia práctica (aparte de no contar con ningún dato sobre el mismo) por lo que el vaso a partir de esa cota sigue los lineamientos de la curva original del embalse.Admás en el proceso de simulación no se considera el agua remansada en el embalse cuando el vertedero está fiuncionando.

Las ecuaciones a usar serán :

$$\textbf{Area [ha]= as0 + as1 Cota + as2 (Cota)}^2 \textbf{ + as3 (Cota)}^3$$

$$\textbf{Volum.[hm3]= av0 + av1 Cota + av2 (Cota)}^2 \textbf{ + av3 (.Cota.)}^3$$

donde :

El Area se obtiene en : **[ha]**

El Volumen se obtiene en : **[hm^3]**

la Cota se usa en : **[msnm]**

Los valores de los coeficientes as0 , as1 , as2 , av0 av1 y av2 determinados para las curvas características, de Areas y volúmenes respectivamente suponiendo una tasa de 1,0 hm3/año se encuentran tabulados en la **TABLA Nº 10 - LAMINA Nº V.30.-**.

Se utilizaron estas ecuaciones para calcular los valores a idénticas cotas que las utilizadas en el método de simulación, a efectos de comparar ambas y de observar su ajuste .

Estos valores se han dispuesto con la misma organización de los valores de la simulación en la **TABLA Nº 6 - LAMINA Nº V.20.-**. En la **TABLA Nº 11 - LAMINA Nº V.31.-** se indican los resultados obtenidos solo a partir del valor mínimo del rango de aplicación de la misma y se indican en forma diferenciada los correspondientes a cotas 756, 758 y 759 que se presentan sólo en carácter ilustrativo , ya que para esos niveles corresponde el uso de otra expresión.

A los efectos de observar visualmente el ajuste se ha realizado un gráfico por cada año en los que se han colocado los datos obtenidos por el método, indicando solo el punto obtenido para las Cotas en que se realizaron las determinaciones, y con lineas finas se han graficado los valores calculados

TABLA Nº : 10

Ecuaciones Cotas-Areas y Cotas-Volúmenes para "Pirquitas" en distintos años

Tipo de Ecuación :

Area(ha)= ao+a1 h(msnm)+a2 h2 (msnm)+a3 h3 (msnm)

Volumen (hm3)= ao+a1 h(msnm)+a2 h2 (msnm)+a3 h3 (msnm)

Con h = Cota en metros sobre el nivel del mar

TASA DE SEDIMENTACION = 1,0 [hm3/año]

Coeficiente	Año 1992		AÑO 1995		AÑO 1998		Año 2001		Año 2004		Año 2007	
	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes
a0	12135.9	8332	12129.6	8377.04	12123.4	8420.34	12117.3	8468.7	12077.4	8656.15	11994.3	8850.37
a1	-36.2789	-23.6584	-36.2789	-23.7221	-36.2789	-23.7833	-36.2789	-23.8581	-36.1881	-24.3074	-35.9807	-24.7731
a2	0.0270794	0.0167949	0.0270794	0.0167949	0.0270794	0.0167949	0.0270794	0.0168041	0.0270178	0.0170651	0.0268774	0.017336
a3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Coeficiente	AÑO 2010		AÑO 2013		Año 2016		Año 2019		Año 2022	
	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes
a0	11866.3	9188.79	12098.3	9391.45	12128.5	9743.74	12105.1	9966.87	12136	10347.3
a1	-35.6536	-25.6236	-36.3007	-26.1003	-36.4043	-26.9733	-36.3655	-27.4893	-36.4791	-28.4044
a2	0.0266562	0.0178637	0.0270932	0.0181345	0.027163	0.0186677	0.0271369	0.0189545	0.0272132	0.0194934
a3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

TABLA N° 11

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA**CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
CALCULADA mediante Ecuaciones plinómicas para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 1 Hm3/Año

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
	Año	1992	Año	1995	Año	1998	Año	2001	Año	2004	Año	2007
	VTS =	20.40	VTS =	23.40	VTS =	26.40	VTS =	29.40	VTS =	32.40	VTS =	35.40
	NCC =	707.00	NCC =	707.25	NCC =	707.51	NCC =	707.76	NCC =	708.26	NCC =	711.35
688												
690												
692												
694												
696												
698												
700												
702												
704												
706												
708	24.37	0.53	18.07	0.47	11.87	0.44	5.77	0.46				
710	28.61	0.85	22.31	0.66	16.11	0.51	10.01	0.40	3.52	0.41		
712	33.06	1.29	26.76	0.98	20.56	0.70	14.46	0.47	7.98	0.33	1.38	0.30
714	37.74	1.88	31.44	1.43	25.24	1.04	19.14	0.68	12.66	0.39	6.07	0.20
716	42.62	2.59	36.32	2.02	30.12	1.50	24.02	1.02	17.56	0.58	10.98	0.24
718	47.73	3.44	41.43	2.75	35.23	2.11	29.13	1.50	22.67	0.91	16.10	0.41
720	53.05	4.43	46.75	3.60	40.55	2.84	34.45	2.11	28.00	1.37	21.44	0.72
722	58.59	5.55	52.29	4.60	46.09	3.71	39.99	2.86	33.54	1.97	26.99	1.17
724	64.35	6.80	58.05	5.72	51.85	4.71	45.75	3.74	39.30	2.71	32.76	1.76
726	70.32	8.19	64.02	6.98	57.82	5.85	51.72	4.76	45.27	3.58	38.74	2.49
728	76.51	9.71	70.21	8.38	64.01	7.13	57.91	5.91	51.47	4.59	44.94	3.36
730	82.92	11.37	76.62	9.91	70.42	8.53	64.32	7.19	57.87	5.74	51.36	4.36
732	89.54	13.16	83.24	11.57	77.04	10.08	70.94	8.61	64.50	7.02	57.98	5.51
734	96.38	15.09	90.08	13.37	83.88	11.75	77.78	10.16	71.34	8.44	64.83	6.79
736	103.43	17.15	97.13	15.31	90.93	13.56	84.83	11.85	78.39	10.00	71.89	8.21
738	110.71	19.34	104.41	17.37	98.21	15.51	92.11	13.67	85.67	11.69	79.16	9.77
740	118.19	21.67	111.89	19.57	105.69	17.59	99.59	15.63	93.15	13.52	86.65	11.47
742	125.90	24.14	119.60	21.91	113.40	19.80	107.30	17.72	100.86	15.49	94.35	13.31
744	133.82	26.73	127.52	24.38	121.32	22.15	115.22	19.95	108.78	17.59	102.27	15.28
746	141.96	29.46	135.66	26.98	129.46	24.63	123.36	22.31	116.92	19.83	110.40	17.40
748	150.32	32.33	144.02	29.72	137.82	27.25	131.72	24.80	125.27	22.21	118.75	19.65
750	158.89	35.33	152.59	32.60	146.39	30.00	140.29	27.43	133.84	24.72	127.31	22.05
752	167.68	38.47	161.38	35.60	155.18	32.88	149.08	30.20	142.62	27.37	136.09	24.58
754	176.68	41.74	170.38	38.75	164.18	35.90	158.08	33.09	151.62	30.15	145.08	27.25
755.5	183.58	44.28	177.28	41.19	171.08	38.25	164.98	35.35	158.52	32.33	151.97	29.34
756	185.90	45.14	179.60	42.02	173.40	39.06	167.30	36.12	160.84	33.08	154.29	30.05
758	195.34	48.68	189.04	45.43	182.84	42.34	176.74	39.29	170.28	36.13	163.72	33.00
759	200.14	50.50	193.84	47.19	187.64	44.04	181.54	40.93	175.07	37.71	168.51	34.53
	Nuevo Vol Util=	44.28	Nuevo Vol Util=	41.19	Nuevo Vol Util=	38.25	Nuevo Vol Util=	35.35	Nuevo Vol Util=	32.33	Nuevo Vol Util=	29.34

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetria 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

TABLA Nº 11 (Continuación)

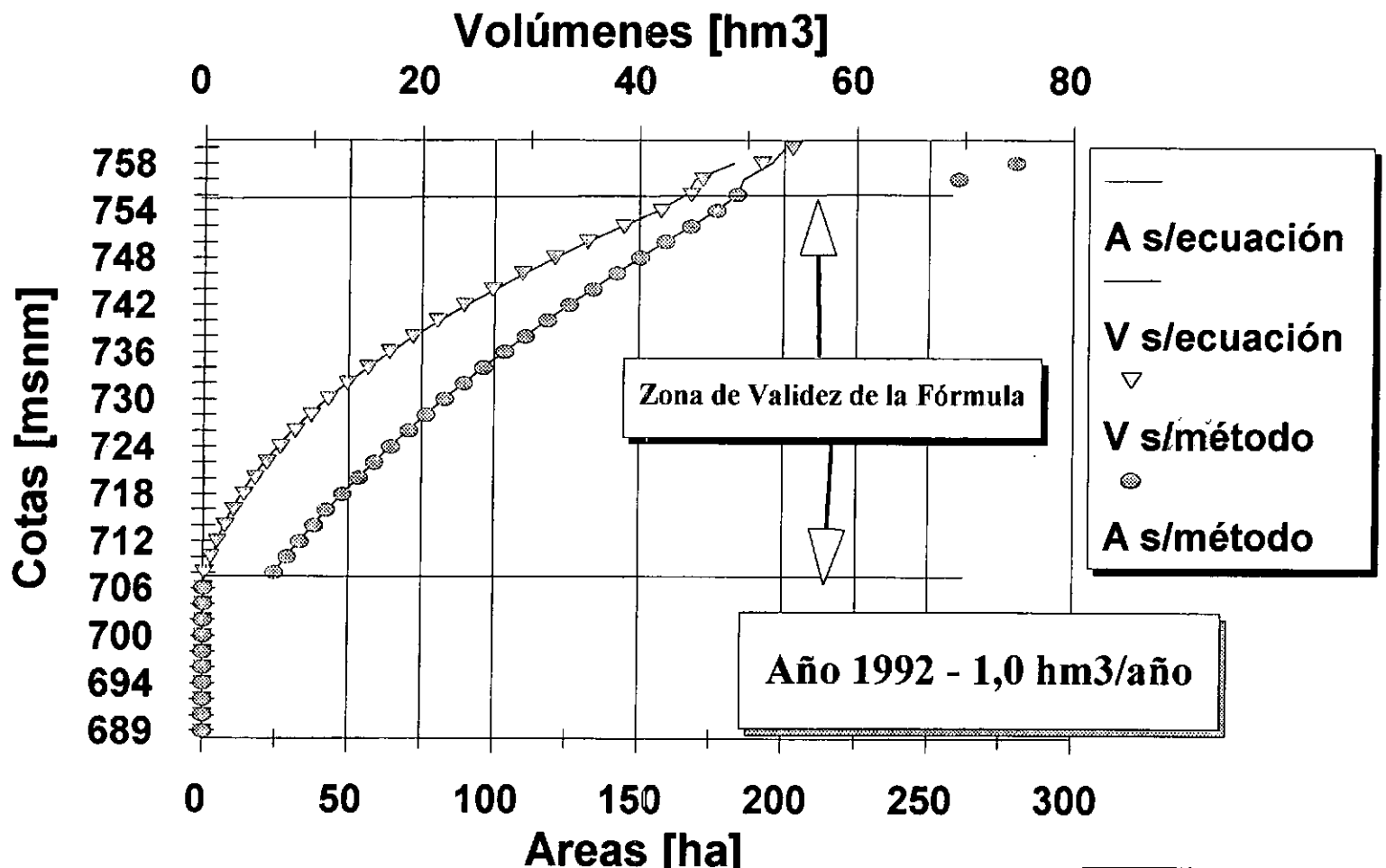
PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCACURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS**
CALCULADA mediante Ecuaciones plinómicas para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 1 Hm3/Año

Cotas	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes	Nuevos Areas	Nuevos Volumenes
m.s.n.m.	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
	Año	**2010**	**Año**	**2013**	**Año**	**2016**	**Año**	**2019**	**Año**	**2022**
	VTS =	**38.40**	**VTS =**	**41.40**	**VTS =**	**44.40**	**VTS =**	**47.40**	**VTS =**	**50.40**
	NCC =	**714.36**	**NCC =**	717.45	**NCC =**	**720.49**	**NCC =**	723.65	**NCC =**	**727.40**
689										
690										
692										
694										
696										
698										
700										
702										
704										
706										
708										
710										
712										
714										
716	**3.78**	**0.23**								
718	**8.93**	**0.21**	1.59	0.21						
720	**14.28**	**0.34**	6.91	0.16						
722	**19.85**	**0.61**	12.45	0.26	**4.23**	**0.19**				
724	**25.63**	**1.03**	18.20	0.50	**9.98**	**0.23**	0.99	0.11		
726	**31.63**	**1.58**	24.17	0.89	**15.94**	**0.42**	6.96	0.10		
728	**37.84**	**2.28**	30.35	1.43	**22.13**	**0.76**	13.14	0.24	**1.78**	**0.09**
730	**44.26**	**3.13**	36.76	2.11	**28.52**	**1.25**	19.54	0.53	**8.17**	**0.12**
732	**50.90**	**4.11**	43.37	2.93	**35.14**	**1.89**	26.16	0.98	**14.78**	**0.31**
734	**57.75**	**5.24**	50.21	3.90	**41.97**	**2.67**	32.99	1.57	**21.62**	**0.66**
736	**64.81**	**6.52**	57.26	5.02	**49.02**	**3.61**	40.04	2.32	**28.66**	**1.16**
738	**72.08**	**7.93**	64.53	6.28	**56.29**	**4.70**	47.31	3.22	**35.93**	**1.82**
740	**79.57**	**9.49**	72.02	7.68	**63.78**	**5.93**	54.80	4.27	**43.41**	**2.63**
742	**87.27**	**11.19**	79.72	9.23	**71.48**	**7.32**	62.50	5.48	**51.12**	**3.60**
744	**95.19**	**13.03**	87.64	10.93	**79.40**	**8.85**	70.42	6.83	**59.04**	**4.73**
746	**103.32**	**15.02**	95.78	12.77	**87.54**	**10.53**	78.56	8.34	**67.17**	**6.01**
748	**111.66**	**17.15**	104.13	14.75	**95.89**	**12.36**	86.91	9.99	**75.53**	**7.44**
750	**120.21**	**19.42**	112.70	16.88	**104.46**	**14.35**	95.48	11.80	**84.10**	**9.04**
752	**128.98**	**21.84**	121.49	19.16	**113.25**	**16.48**	104.27	13.76	**92.89**	**10.79**
754	**137.96**	**24.40**	130.49	21.58	**122.26**	**18.76**	113.28	15.87	**101.90**	**12.69**
755.5	**144.84**	**26.41**	137.39	23.49	**129.16**	**20.57**	120.17	17.56	**108.80**	**14.22**
756	147.16	27.10	139.71	24.14	131.48	21.19	122.50	18.14	111.12	14.75
758	156.56	29.94	149.15	26.85	140.92	23.77	131.94	20.55	120.57	16.97
759	161.35	31.42	153.95	28.26	145.73	25.11	136.74	21.82	125.37	18.14
	Nuevo Vol Util=	26.41	Nuevo Vol Util=	23.49	Nuevo Vol Util=	20.57	Nuevo Vol Util=	17.56	Nuevo Vol Util=	14.22

Fuente Da Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetria 1992
Elaboració Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentaci Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

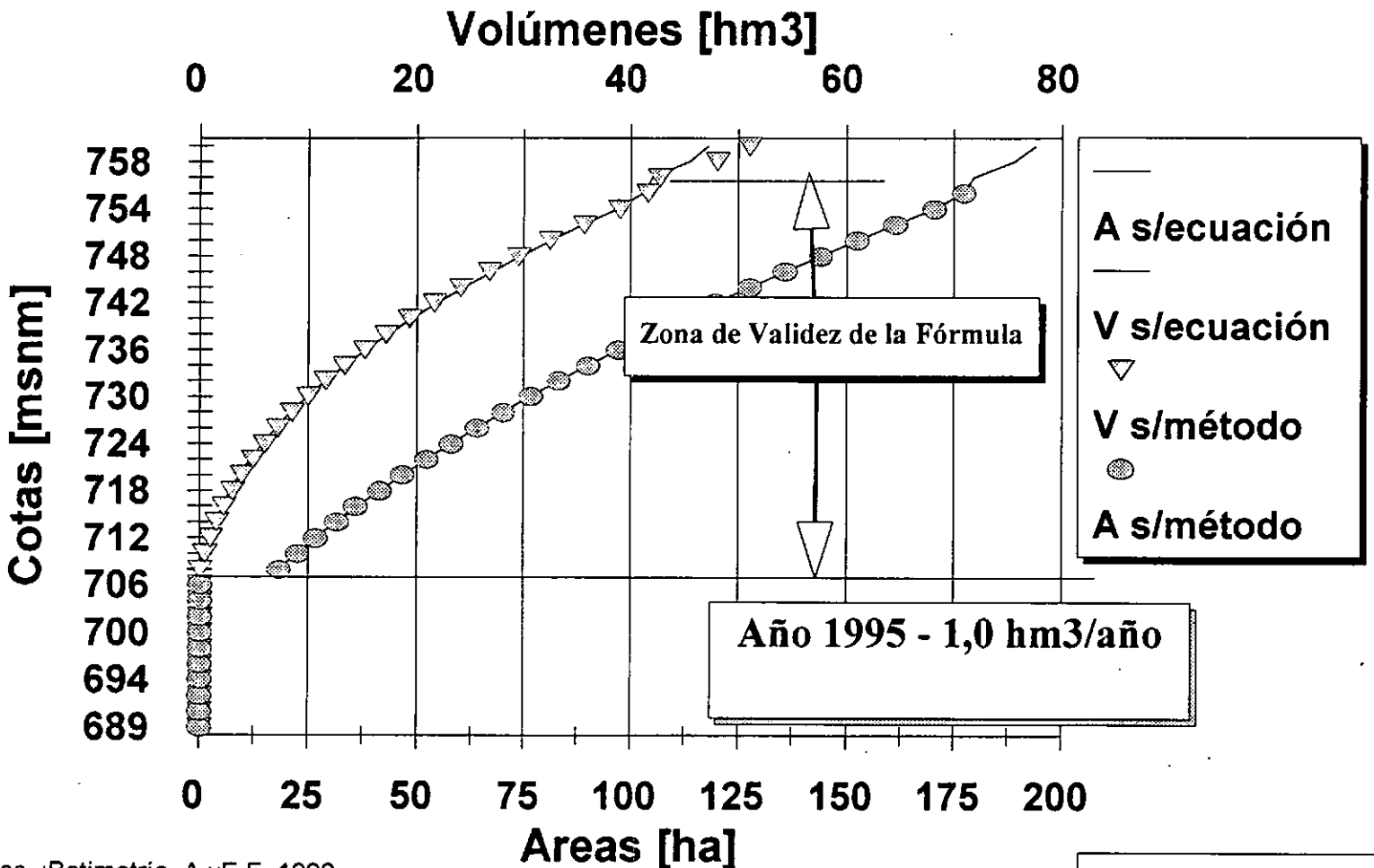


Fuente Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 20

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

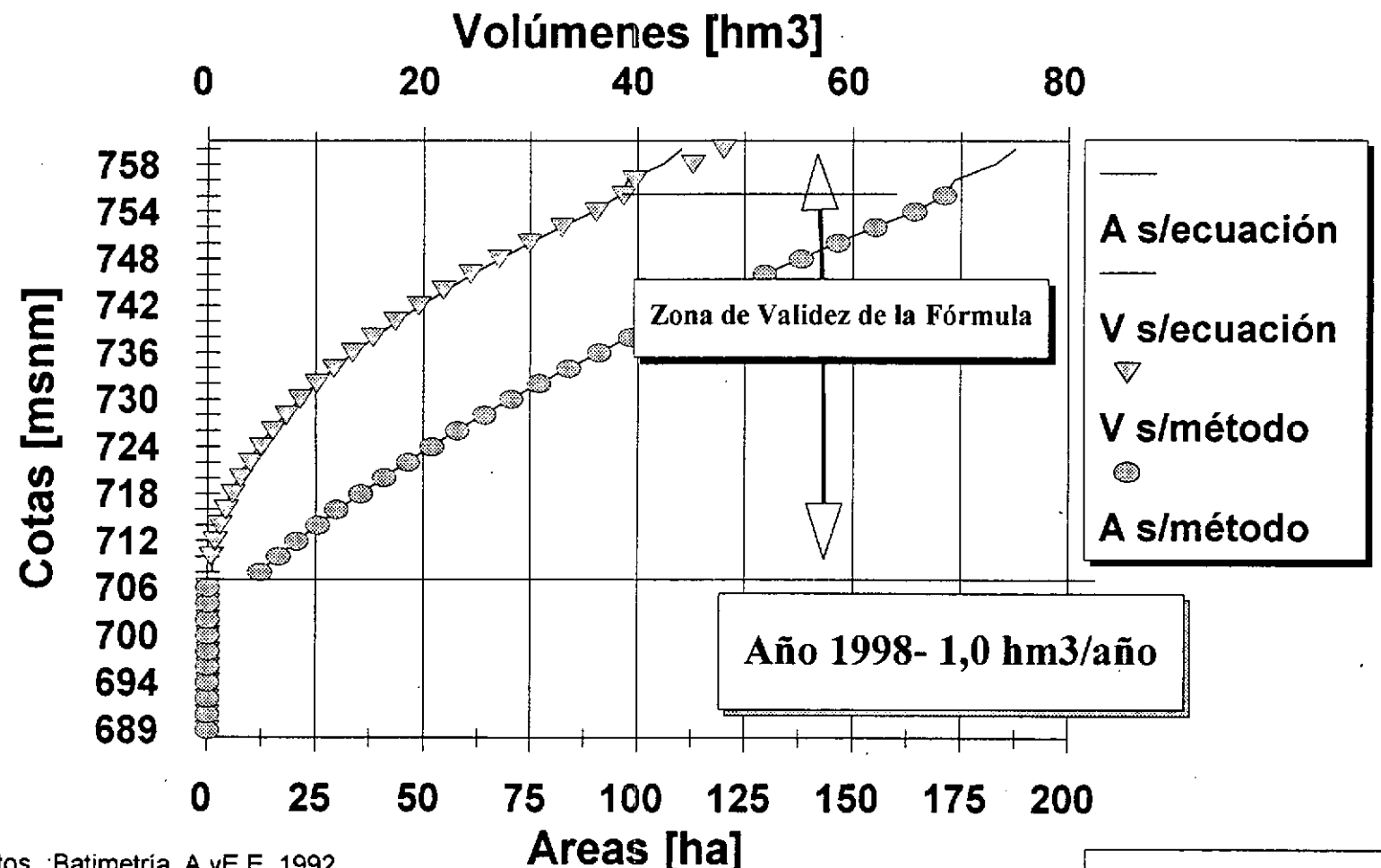


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 21

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

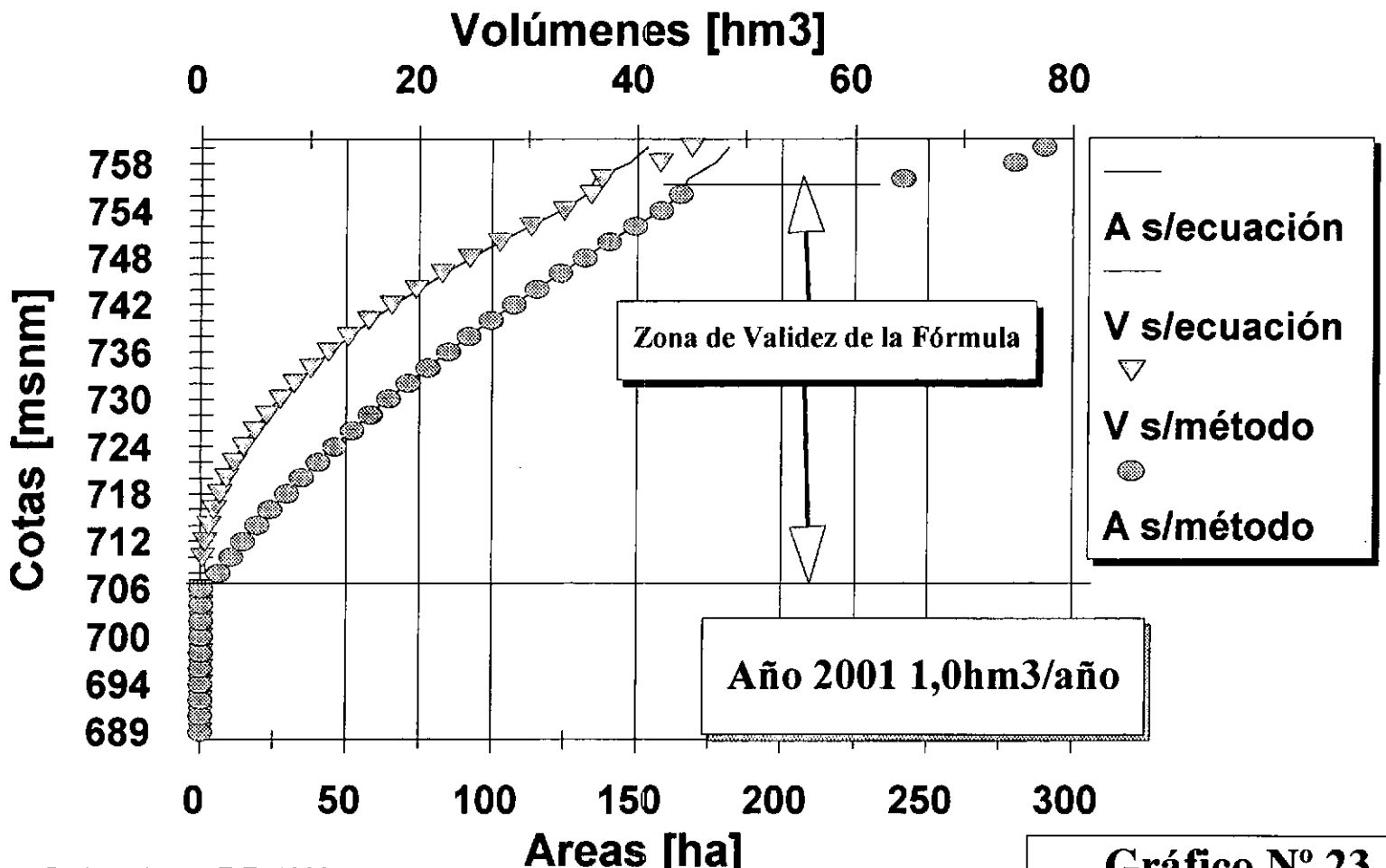


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 22

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

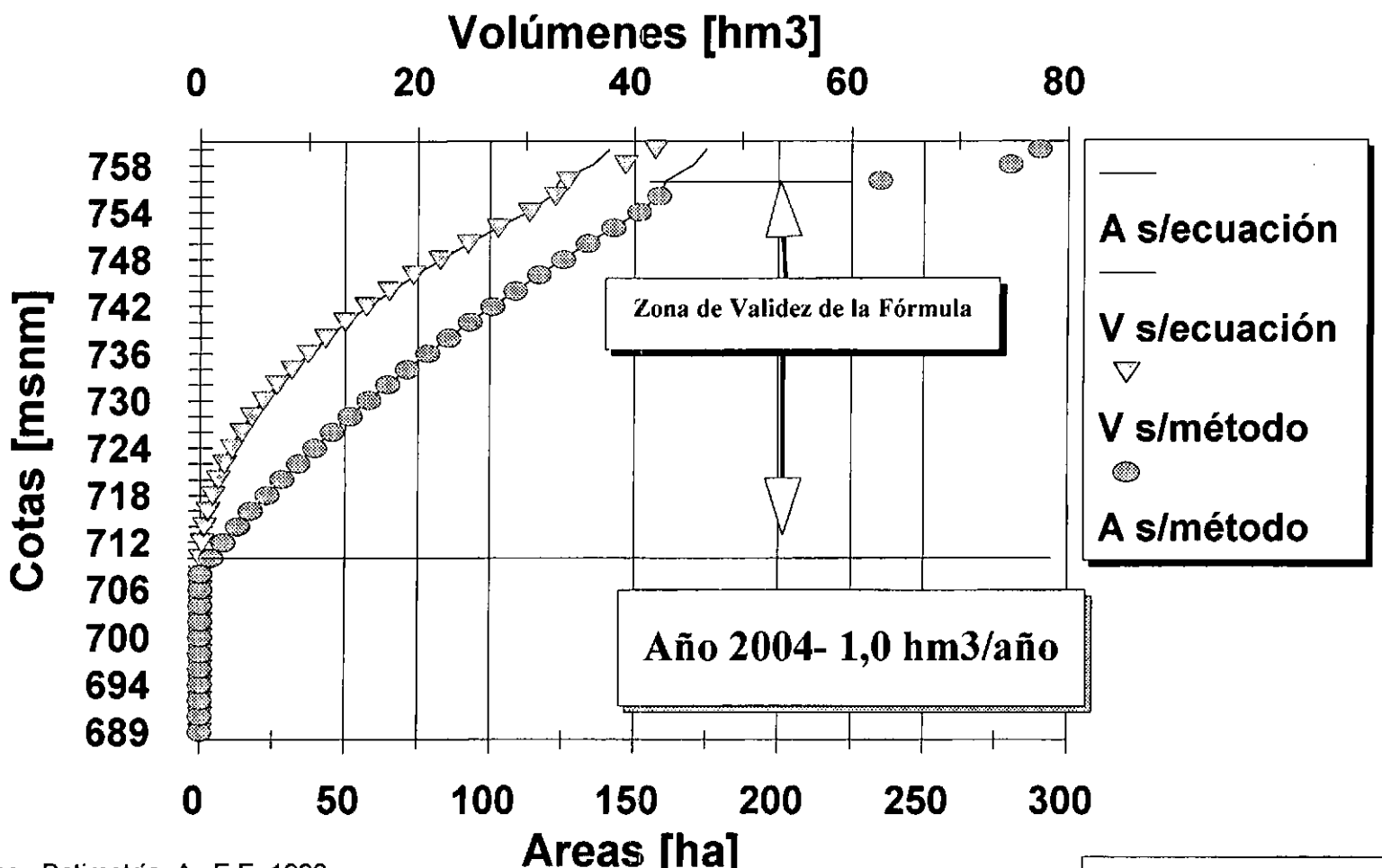


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 23

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

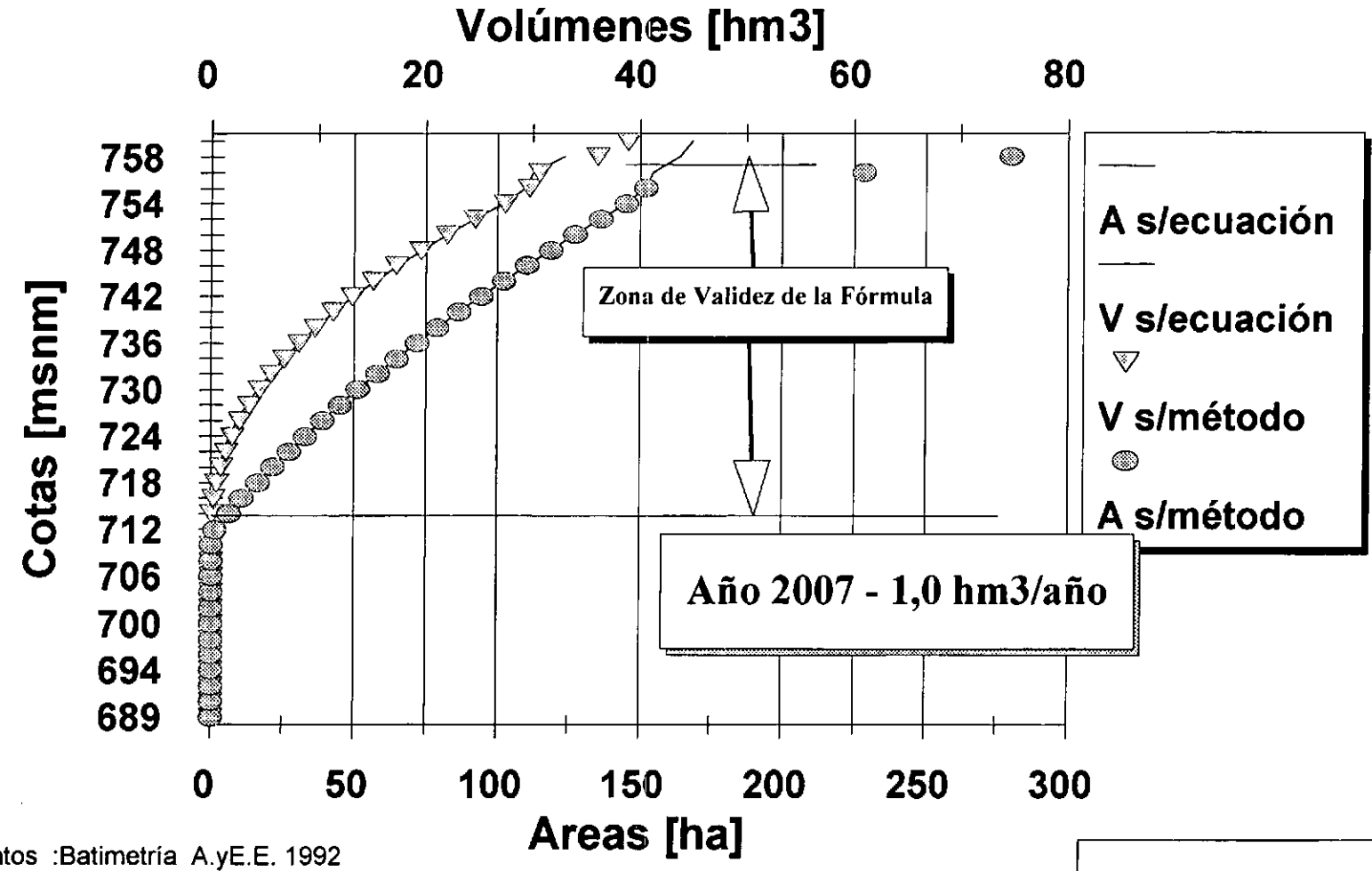


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico Nº 24

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

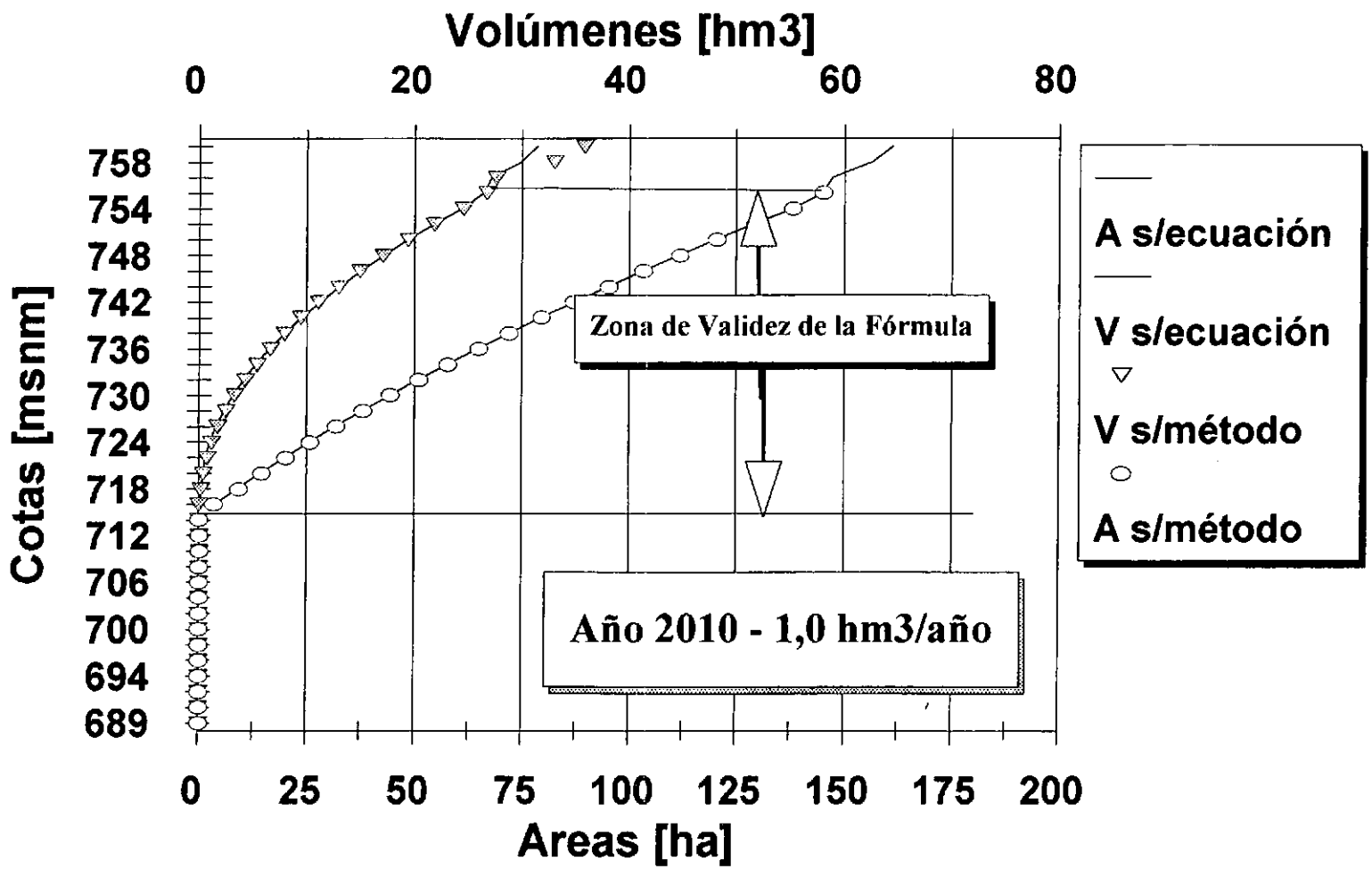


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 25

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

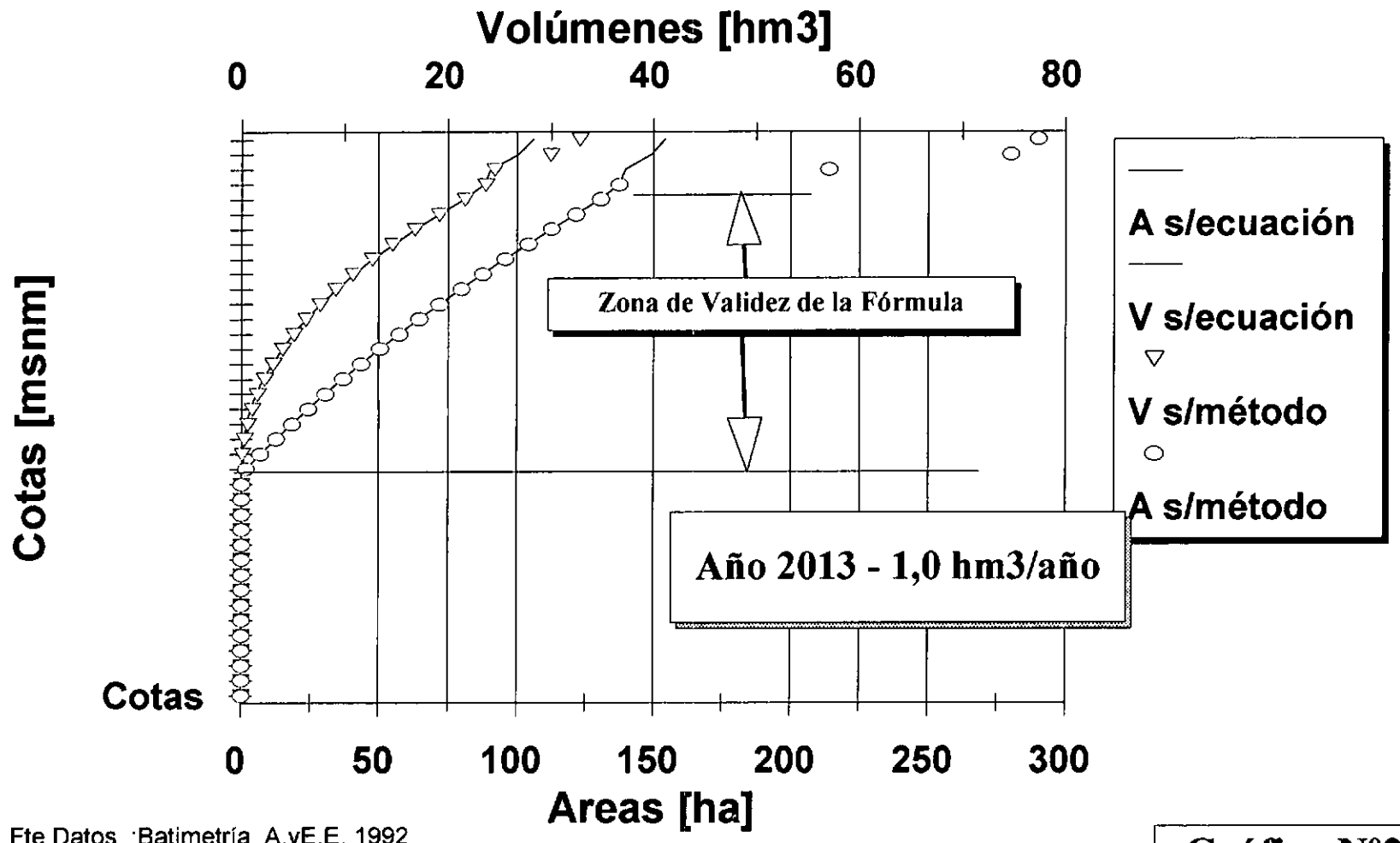


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 26

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

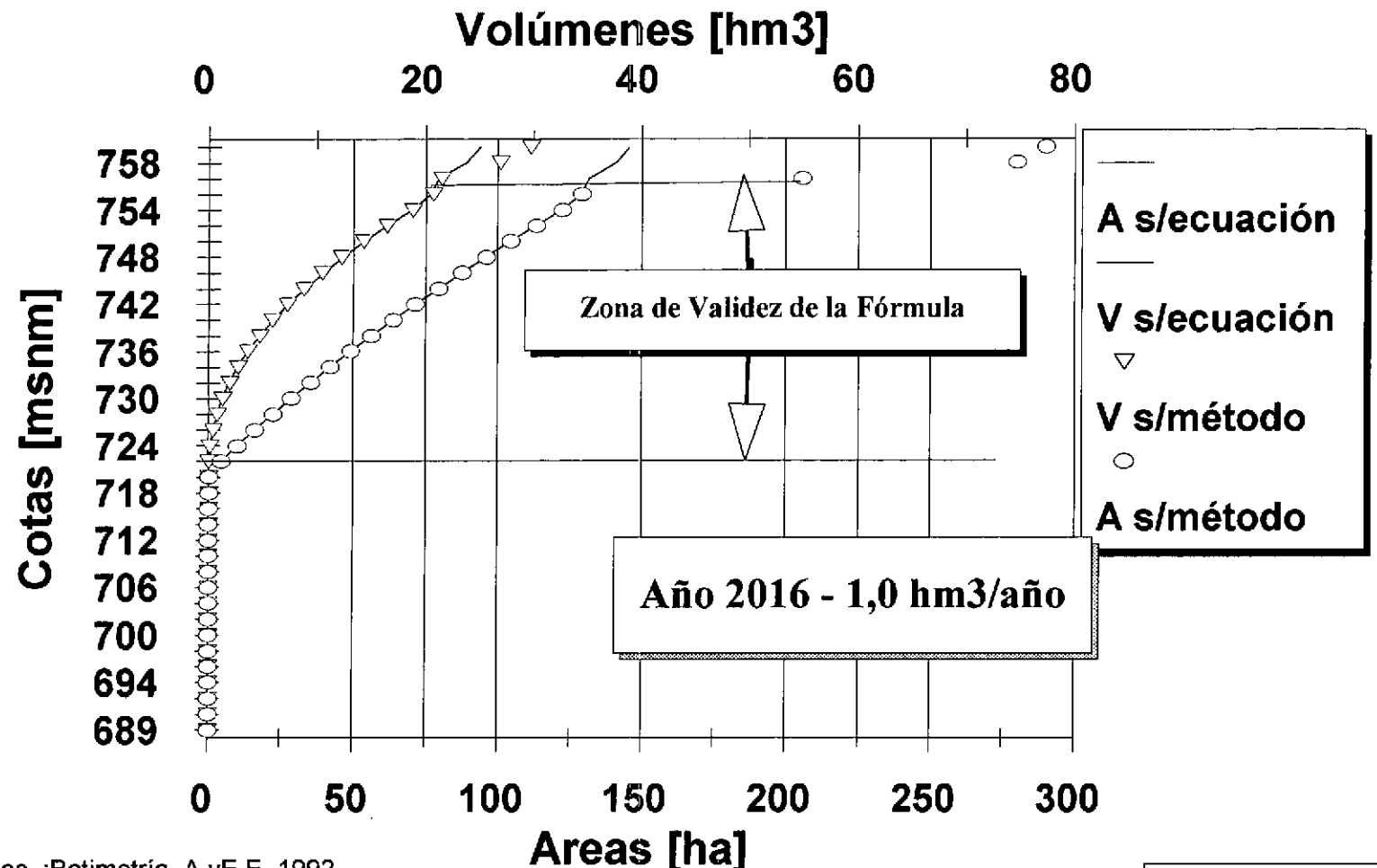


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ

Gráfico N°27

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

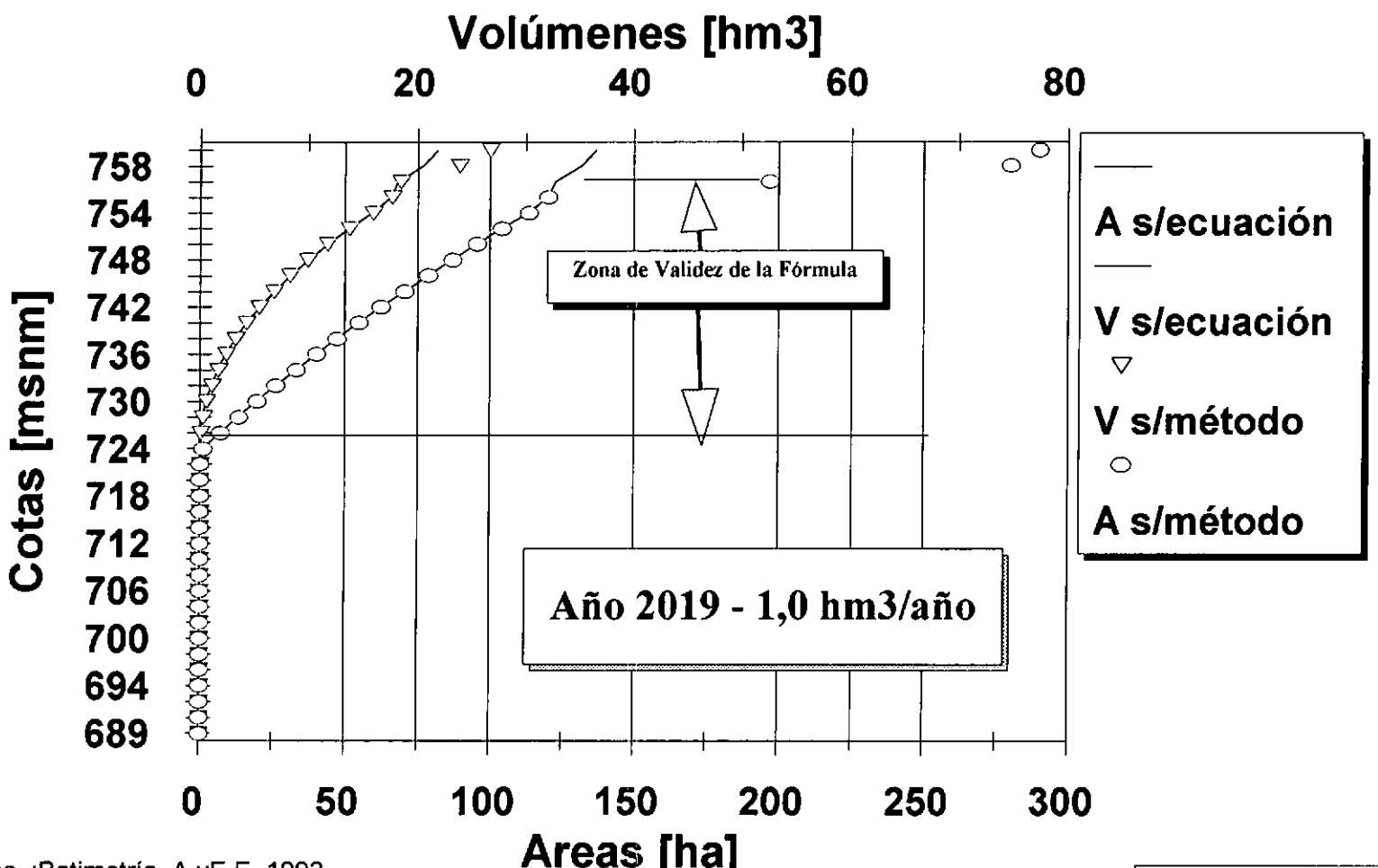


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ

Gráfico Nº 28

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

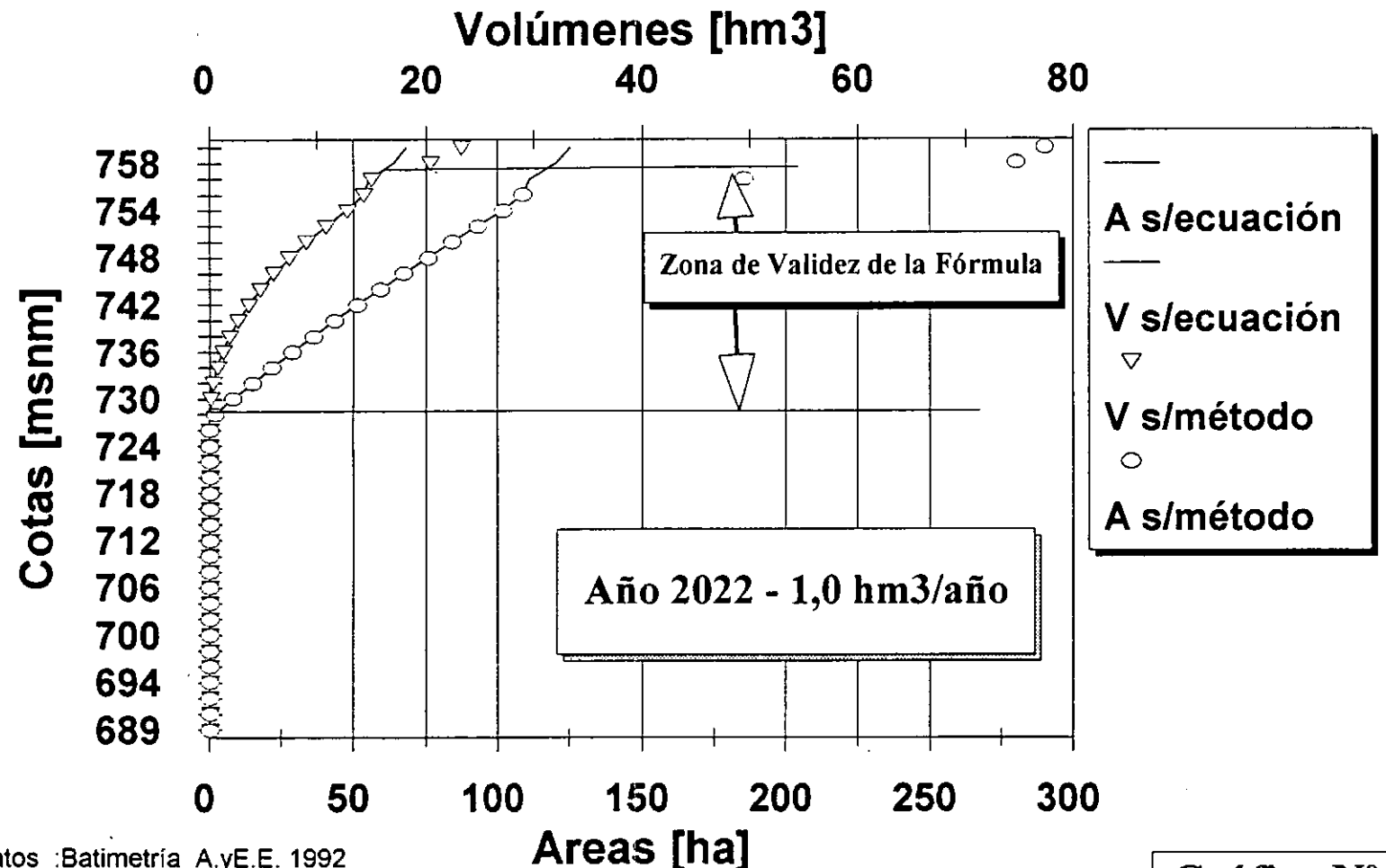


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ

Gráfico N° 29

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación



Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ

Gráfico Nº 30

TABLA Nº : 12

Ecuaciones Cotas-Areas y Cotas-Volúmenes para "Pirquitas" en distintos años

Tipo de Ecuación :

Area(ha)= ao+a1 h(msnm)+a2 h2 (msnm)+a3 h3 (msnm)

Volumen (hm3)= ao+a1 h(msnm)+a2 h2 (msnm)+a3 h3 (msnm)

Con h = Cota en metros sobre el nivel del mar

TASA DE SEDIMENTACION = 0,70 [hm3/año]

Coeficiente	Año 1992		AÑO 1995		AÑO 1998		Año 2001		Año 2004		Año 2007	
	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes
a0	12135.9	8332	12131.8	8361.46	12127.3	8392.61	12122.7	8429.59	12118.5	8460.2	12113.9	8491.43
a1	-36.2789	-23.6584	-36.2789	-23.7001	-36.2789	-23.7441	-36.2789	-23.8016	-36.2789	-23.8463	-36.2789	-23.8882
a2	0.0270794	0.0167949	0.0270794	0.0167949	0.0270794	0.0167949	0.0270794	0.0168023	0.0270794	0.0168044	0.0270794	0.0168001
a3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Coeficiente	AÑO 2010		AÑO 2013		Año 2016		Año 2019		Año 2022	
	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes	Areas	Volúmenes
a0	12539.6	8665.13	11995	8843.87	11986.6	9024.79	11864.2	9204.41	11755.2	9389.5
a1	-37.4455	-24.3201	-35.9807	-24.7621	-35.9684	-25.2069	-35.6536	-25.6454	-35.35777	-26.0916
a2	0.0278706	0.0170651	0.0268774	0.0173334	0.026869	0.0176016	0.0266562	0.0178638	0.026443	0.0181266
a3	0	0	0	0		0	0	0	0	0

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

TABLA N° 13

PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA"-CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
CALCULADA mediante Ecuaciones polinómicas para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 hm3/año

Cotas	Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
		Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	m.s.n.m.	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
		Año	1992	Año	1995	Año	1998	Año	2001	Año	2004	Año	2007
		VTS =	20.40	VTS =	22.50	VTS =	24.60	VTS =	26.70	VTS =	28.80	VTS =	30.90
		NCC =	707.00	NCC =	707.17	NCC =	707.35	NCC =	707.53	NCC =	707.71	NCC =	707.89
689	689												
690	690												
692	692												
694	694												
696	696												
698	698												
700	700												
702	702												
704	704												
706	706												
708	708	24.37	0.53	20.27	0.47	15.77	0.47	11.17	0.45				
710	710	28.61	0.85	24.51	0.70	20.01	0.61	15.41	0.49	11.21	0.43		
712	712	33.06	1.29	28.96	1.06	24.46	0.89	19.86	0.68	15.66	0.52	11.06	-0.25
714	714	37.74	1.88	33.64	1.56	29.14	1.30	24.54	0.99	20.34	0.76	15.74	-0.11
716	716	42.62	2.59	38.52	2.20	34.02	1.84	29.42	1.44	25.22	1.13	20.62	0.16
718	718	47.73	3.44	43.63	2.96	39.13	2.52	34.53	2.03	30.33	1.63	25.73	0.57
720	720	53.05	4.43	48.95	3.86	44.45	3.33	39.85	2.75	35.65	2.27	31.05	1.11
722	722	58.59	5.55	54.49	4.90	49.99	4.28	45.39	3.61	41.19	3.04	36.59	1.78
724	724	64.35	6.80	60.25	6.07	55.75	5.37	51.15	4.59	46.95	3.94	42.35	2.59
726	726	70.32	8.19	66.22	7.38	61.72	6.58	57.12	5.72	52.92	4.98	48.32	3.54
728	728	76.51	9.71	72.41	8.82	67.91	7.93	63.31	6.98	59.11	6.16	54.51	4.62
730	730	82.92	11.37	78.82	10.39	74.32	9.42	69.72	8.37	65.52	7.47	60.92	5.83
732	732	89.54	13.16	85.44	12.10	80.94	11.04	76.34	9.89	72.14	8.91	67.54	7.18
734	734	96.38	15.09	92.28	13.94	87.78	12.79	83.18	11.56	78.98	10.49	74.38	8.66
736	736	103.43	17.15	99.33	15.92	94.83	14.68	90.23	13.35	86.03	12.20	81.43	10.27
738	738	110.71	19.34	106.61	18.03	102.11	16.71	97.51	15.28	93.31	14.05	88.71	12.02
740	740	118.19	21.67	114.09	20.27	109.59	18.86	104.99	17.35	100.79	16.03	96.19	13.91
742	742	125.90	24.14	121.80	22.65	117.30	21.16	112.70	19.54	108.50	18.14	103.90	15.93
744	744	133.82	26.73	129.72	25.17	125.22	23.58	120.62	21.88	116.42	20.39	111.82	18.08
746	746	141.96	29.46	137.86	27.82	133.36	26.14	128.76	24.35	124.56	22.78	119.96	20.37
748	748	150.32	32.33	146.22	30.60	141.72	28.84	137.12	26.95	132.92	25.30	128.32	22.79
750	750	158.89	35.33	154.79	33.52	150.29	31.67	145.69	29.68	141.49	27.95	136.89	25.35
752	752	167.68	38.47	163.58	36.57	159.08	34.63	154.48	32.56	150.28	30.74	145.68	28.04
754	754	176.68	41.74	172.58	39.75	168.08	37.73	163.48	35.56	159.28	33.66	154.68	30.86
755.5	755.5	183.58	44.28	179.48	42.23	174.98	40.14	170.38	37.90	166.18	35.94	161.58	33.07
756	756	185.90	45.14	181.80	43.07	177.30	40.96	172.70	38.70	168.50	36.72	163.90	33.82
758	758	195.34	48.68	191.24	46.53	186.74	44.33	182.14	41.97	177.94	39.91	173.34	36.92
759	759	200.14	50.50	196.04	48.31	191.54	46.06	186.94	43.66	182.74	41.55	178.14	38.52
		Nuevo Vol Util=	44.28	Nuevo Vol Util=	42.23	Nuevo Vol Util=	40.14	Nuevo Vol Util=	37.90	Nuevo Vol Util=	35.94	Nuevo Vol.Util=	33.07

Fuente Da Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboració Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentaci Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

TABLA Nº 13 (Continuación)

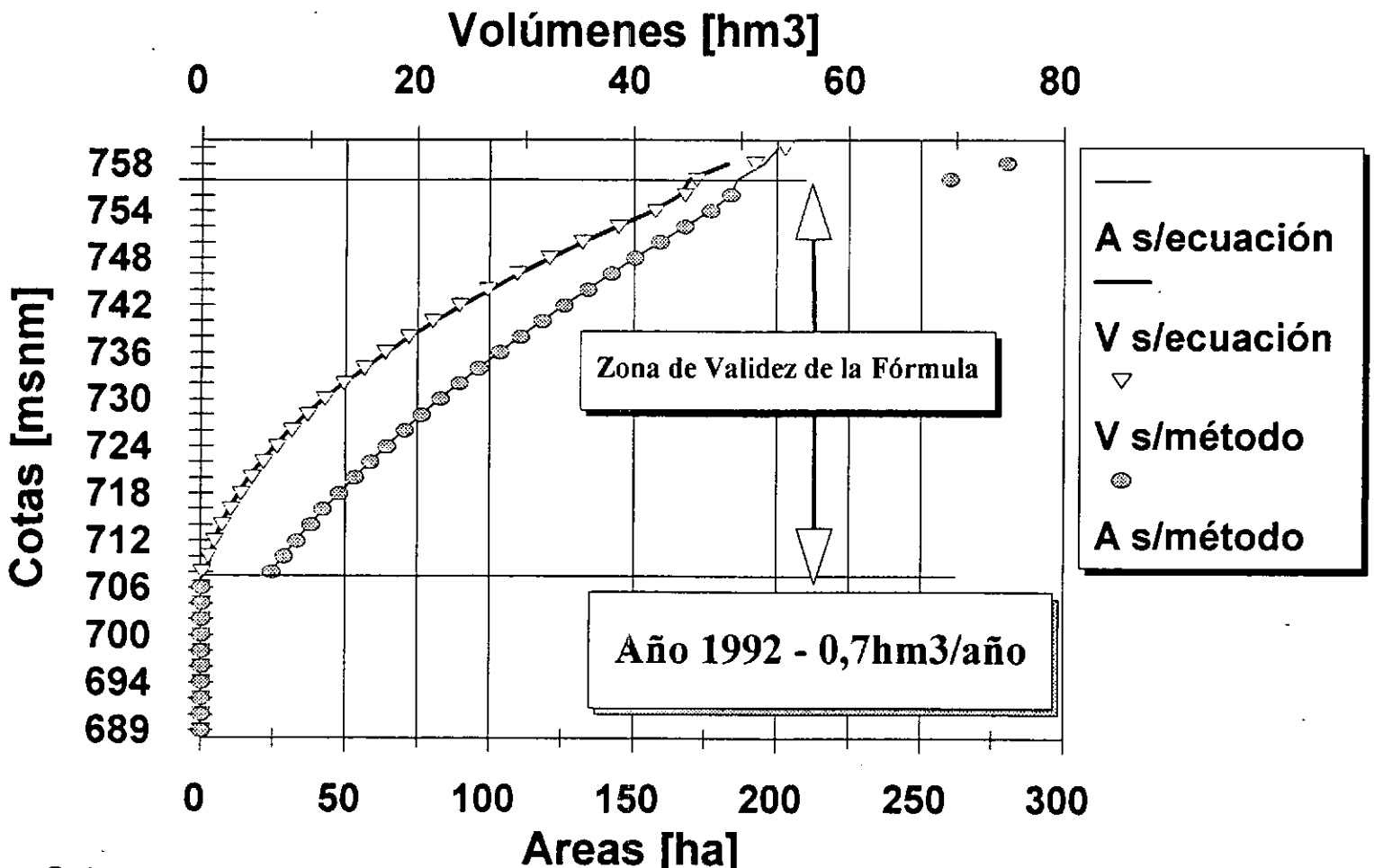
PRESA DE EMBALSE "LAS PIRQUITAS" -CATAMARCA**CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS
CALCULADA mediante Ecuaciones polinómicas para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 hm3/año

Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
Año	**2010**	**Año**	**2013**	**Año**	**2016**	**Año**	**2019**	**Año**	**2022**
VTS =	33.00	VTS =	35.10	VTS =	37.20	VTS =	39.30	VTS =	41.40
NCC =	708.85	NCC =	711.01	NCC =	713.13	NCC =	715.45	NCC =	717.45
2.86	0.38								
7.24	0.27	2.08	0.32						
11.83	0.30	6.77	0.23	2.87	0.29				
16.65	0.46	11.68	0.28	7.78	0.22	1.68	0.29		
21.69	0.77	16.80	0.47	12.90	0.28	6.83	0.23	0.32	0.43
26.96	1.21	22.14	0.79	18.24	0.49	12.18	0.32	5.66	0.38
32.45	1.78	27.69	1.26	23.80	0.84	17.75	0.54	11.20	0.47
38.16	2.49	33.46	1.86	29.56	1.33	23.53	0.92	16.96	0.71
44.09	3.34	39.44	2.61	35.55	1.96	29.53	1.43	22.93	1.09
50.25	4.33	45.64	3.49	41.75	2.73	35.74	2.09	29.11	1.62
56.63	5.45	52.06	4.51	48.16	3.65	42.16	2.89	35.50	2.30
63.23	6.71	58.68	5.67	54.79	4.70	48.80	3.83	42.11	3.12
70.06	8.10	65.53	6.96	61.63	5.89	55.65	4.92	48.92	4.08
77.11	9.63	72.59	8.40	68.69	7.23	62.71	6.15	55.95	5.19
84.38	11.30	79.86	9.97	75.96	8.70	69.98	7.52	63.19	6.44
91.87	13.11	87.35	11.69	83.45	10.32	77.47	9.03	70.64	7.84
99.59	15.05	95.05	13.54	91.15	12.08	85.17	10.69	78.30	9.39
107.53	17.12	102.97	15.53	99.07	13.98	93.09	12.49	86.17	11.08
115.69	19.34	111.10	17.66	107.20	16.02	101.22	14.43	94.26	12.91
124.08	21.69	119.45	19.93	115.55	18.19	109.56	16.52	102.55	14.89
132.69	24.17	128.01	22.33	124.11	20.52	118.11	18.75	111.06	17.01
141.52	26.80	136.79	24.88	132.89	22.98	126.88	21.12	119.78	19.28
150.58	29.56	145.78	27.56	141.88	25.58	135.86	23.64	128.71	21.70
157.51	31.72	152.67	29.67	148.77	27.62	142.74	25.62	135.55	23.60
159.85	32.45	154.99	30.39	151.09	28.32	145.06	26.29	137.85	24.26
169.35	35.49	164.42	33.35	160.51	31.21	154.46	29.09	147.21	26.96
174.19	37.05	169.21	34.88	165.31	32.70	159.25	30.55	151.96	28.37
Nuevo Vol.Util=	31.72	Nuevo Vol.Util=	29.67	Nuevo Vol.Util=	27.62	Nuevo Vol.Util=	25.62	Nuevo Vol.Util=	23.60

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Comparación Curvas Características

Según método de Genèración y Ecuación



Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ

Gráfico N° 31

aplicando la fórmula. Ver el **GRAFICO N°20 - LAMINA N° V.32.-** correspondiente al año 1992 , hasta el **GRAFICO N°30 - LAMINA N° V.42.-** correspondiente al año 2022..

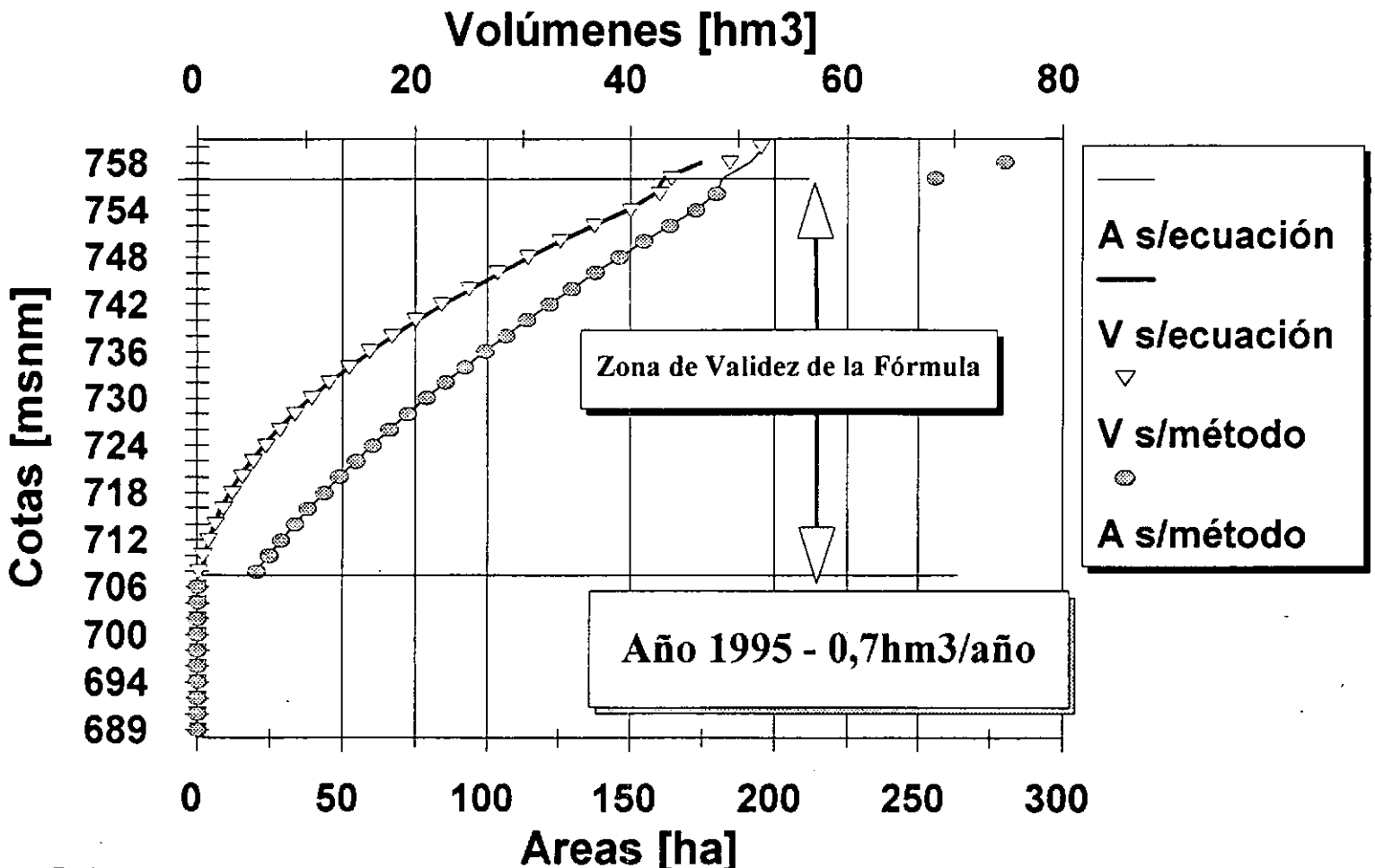
Del mismo modo los valores de los coeficientes as0 , as1 , as2 , av0 av1 y av2 para las curvas características, suponiendo una tasa de 0,7 hm3/año, se encuentran tabulados en la **TABLA N° 12 - LAMINA N° V.43.-**

También se utilizaron estas ecuaciones para calcular los valores a idénticas cotas que las utilizadas en el método de simulación, estos valores se han dispuesto en la **TABLA N° 13 - LAMINA N° V.44.-** y a los efectos de la observación del ajuste se ha realizado un gráfico por cada año que se presentan en los **GRAFICOS N° 31** (correspondiente al año 1992), al **GRAFICO N° 41** correspondiente al año 2022) -**LAMINAS N° V.45.- a N° V.55.-**.

El grado de ajuste de las ecuaciones con los valores obtenidos directamente aplicando el método se pueden observar visualmente de los gráficos o analizar calculando las diferencias entre el valor obtenido por el método con el correspondiente valor obtenido aplicando las ecuaciones. En la **TABLA N° 14 - LAMINAS N° V.56.-** se realizan las respectivas comparaciones para una tasa de 1 [hm3/año] y luego, para cada serie de valores de error, se calculan la

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

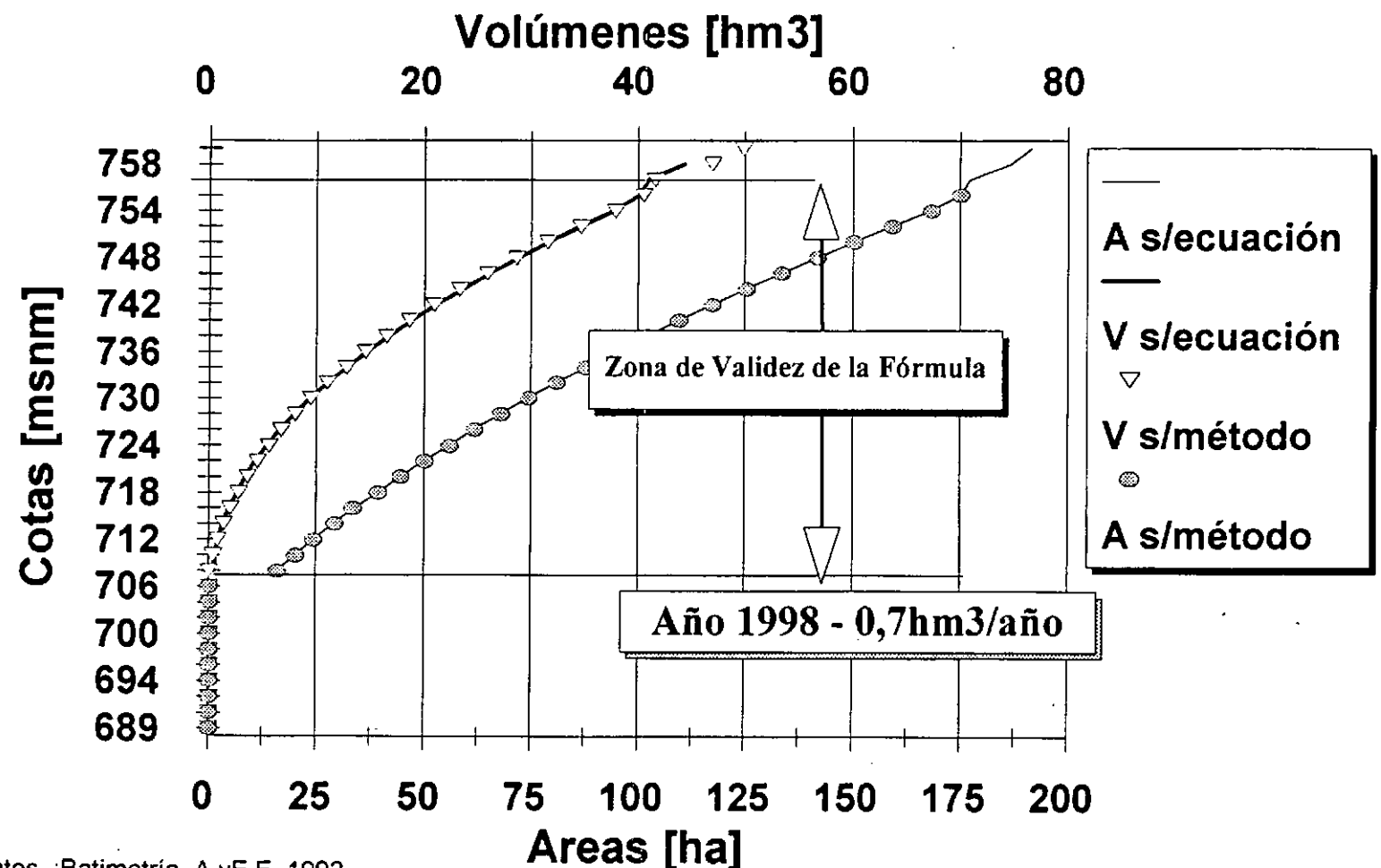


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ

Gráfico Nº 32

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

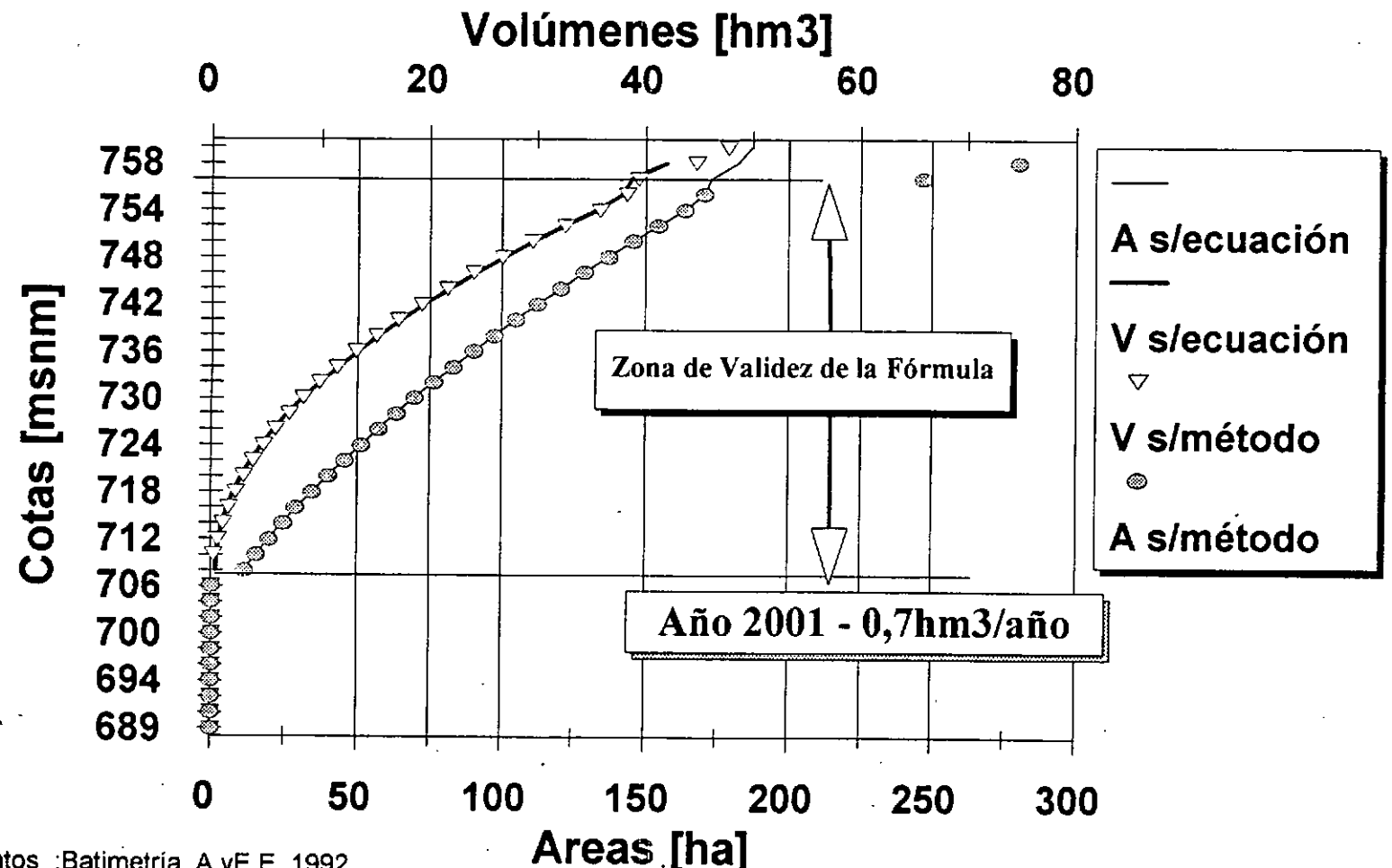


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 33

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

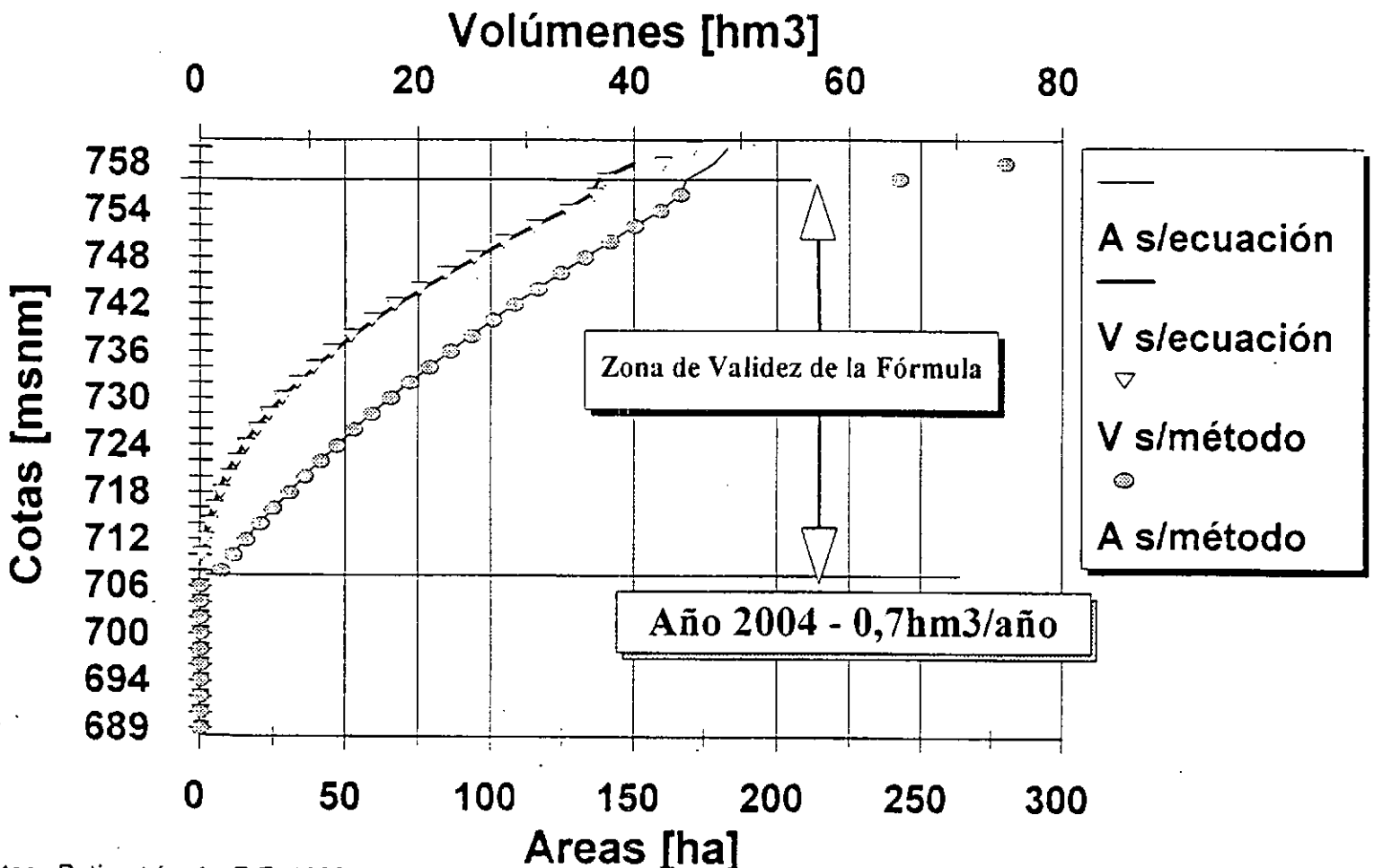


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 34

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

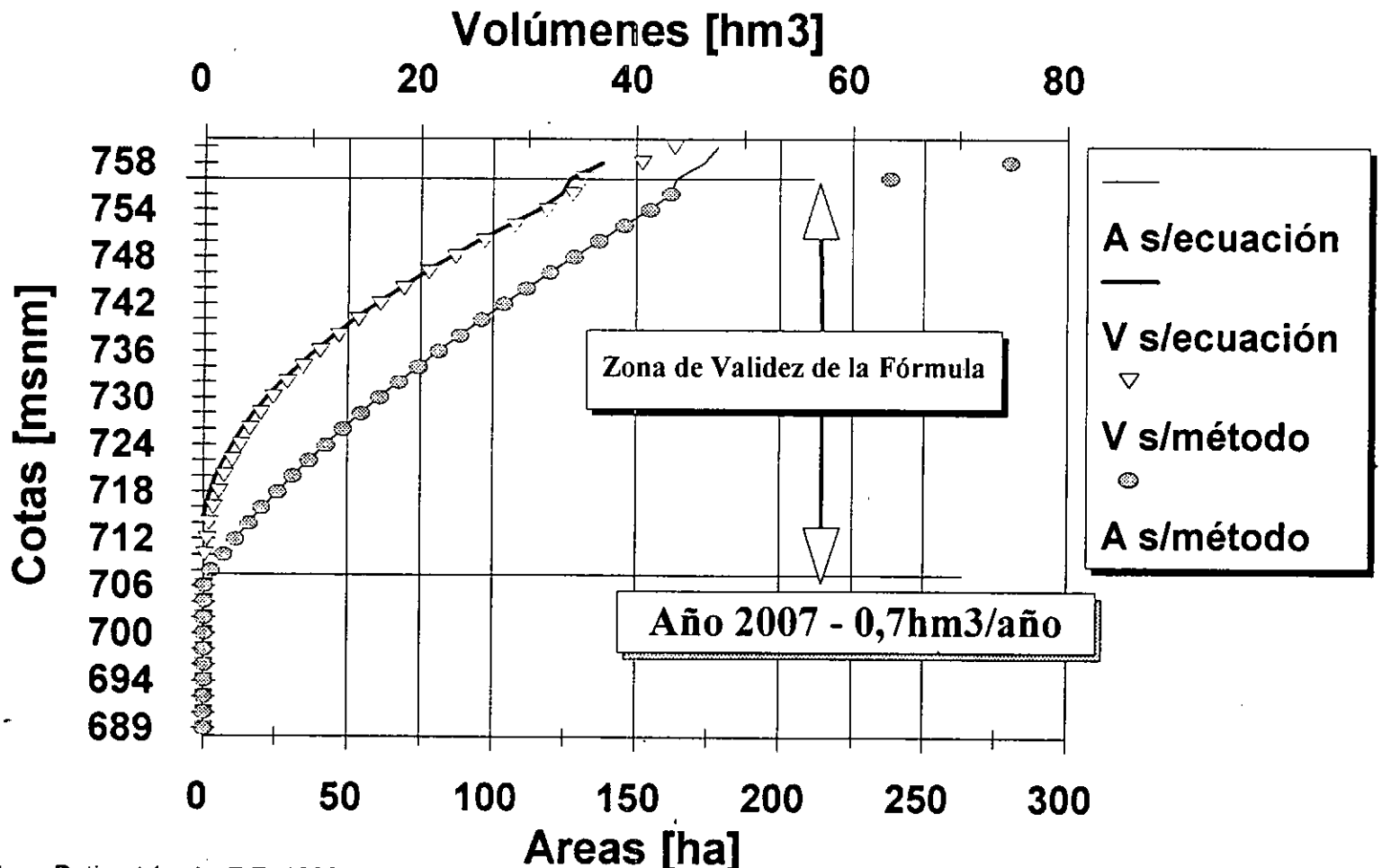


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 35

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

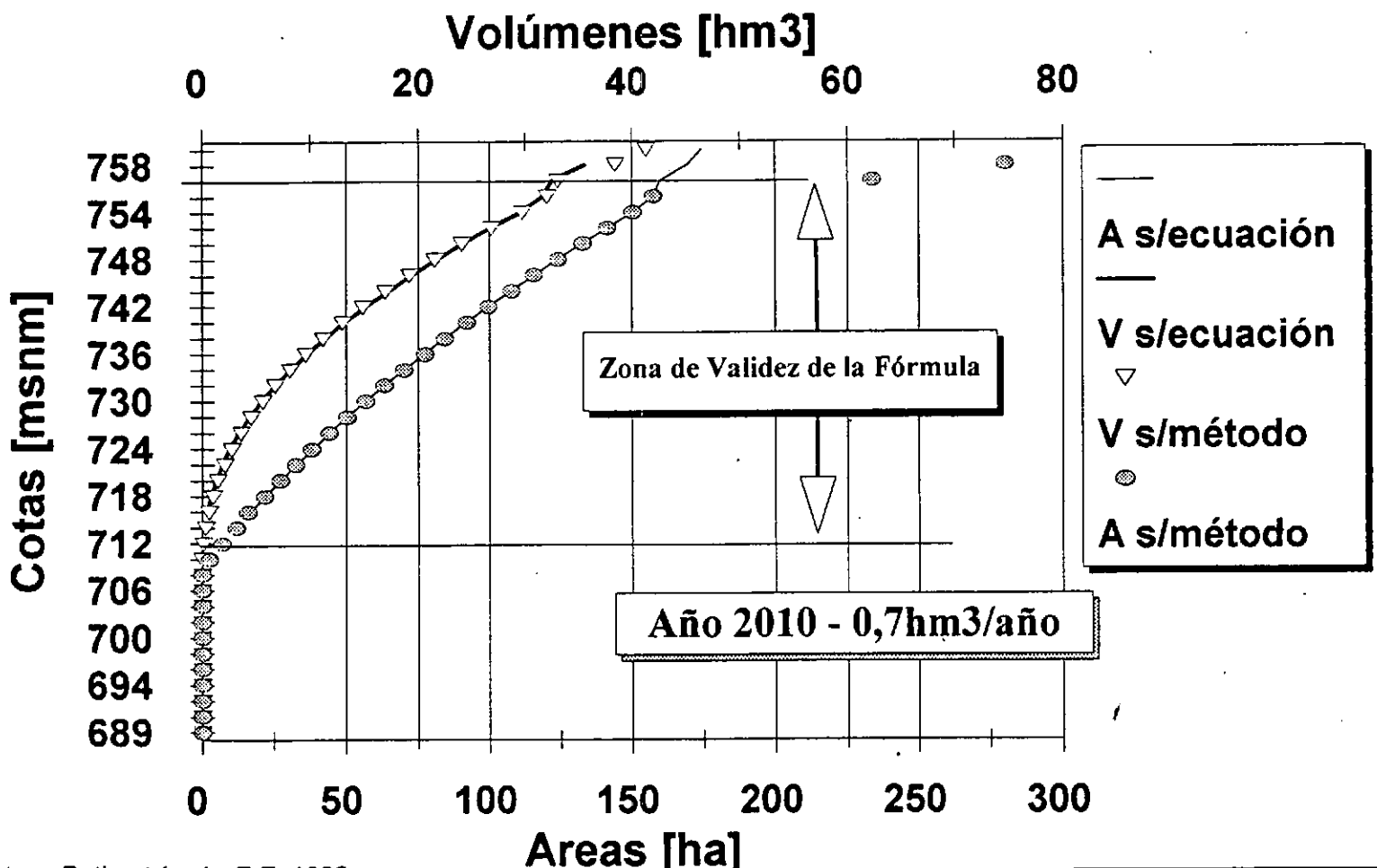


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 36

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

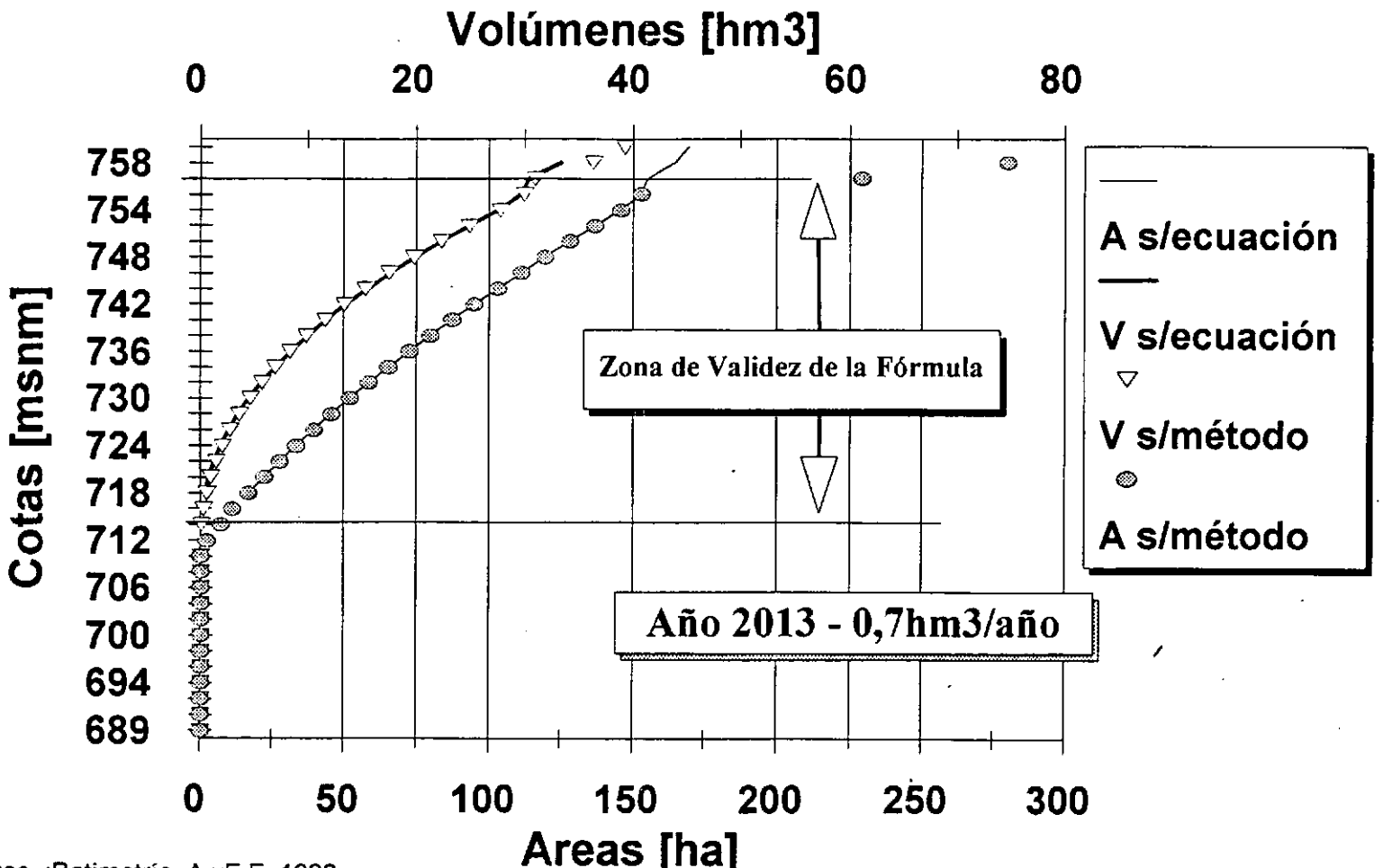


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 37

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

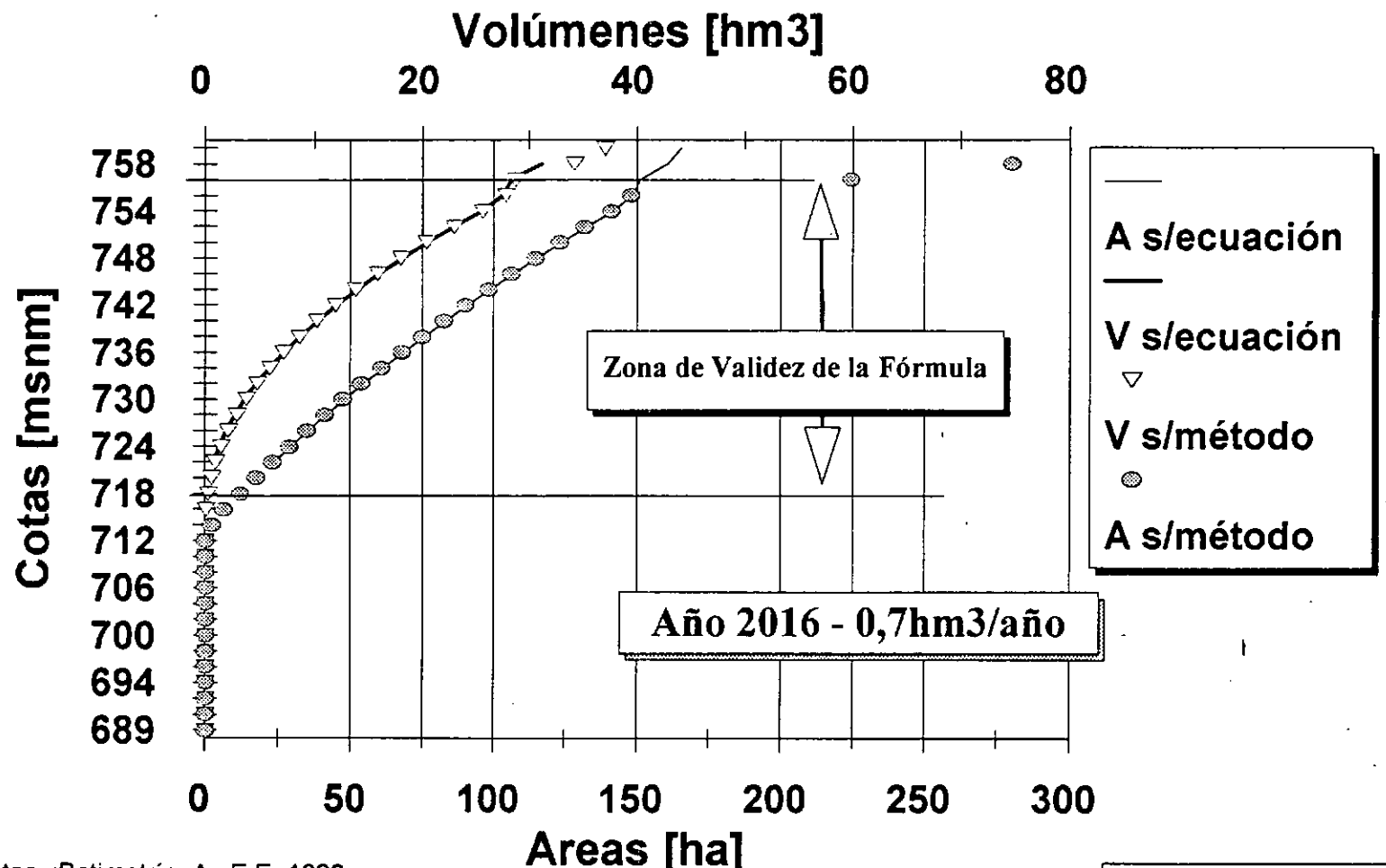


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 38

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

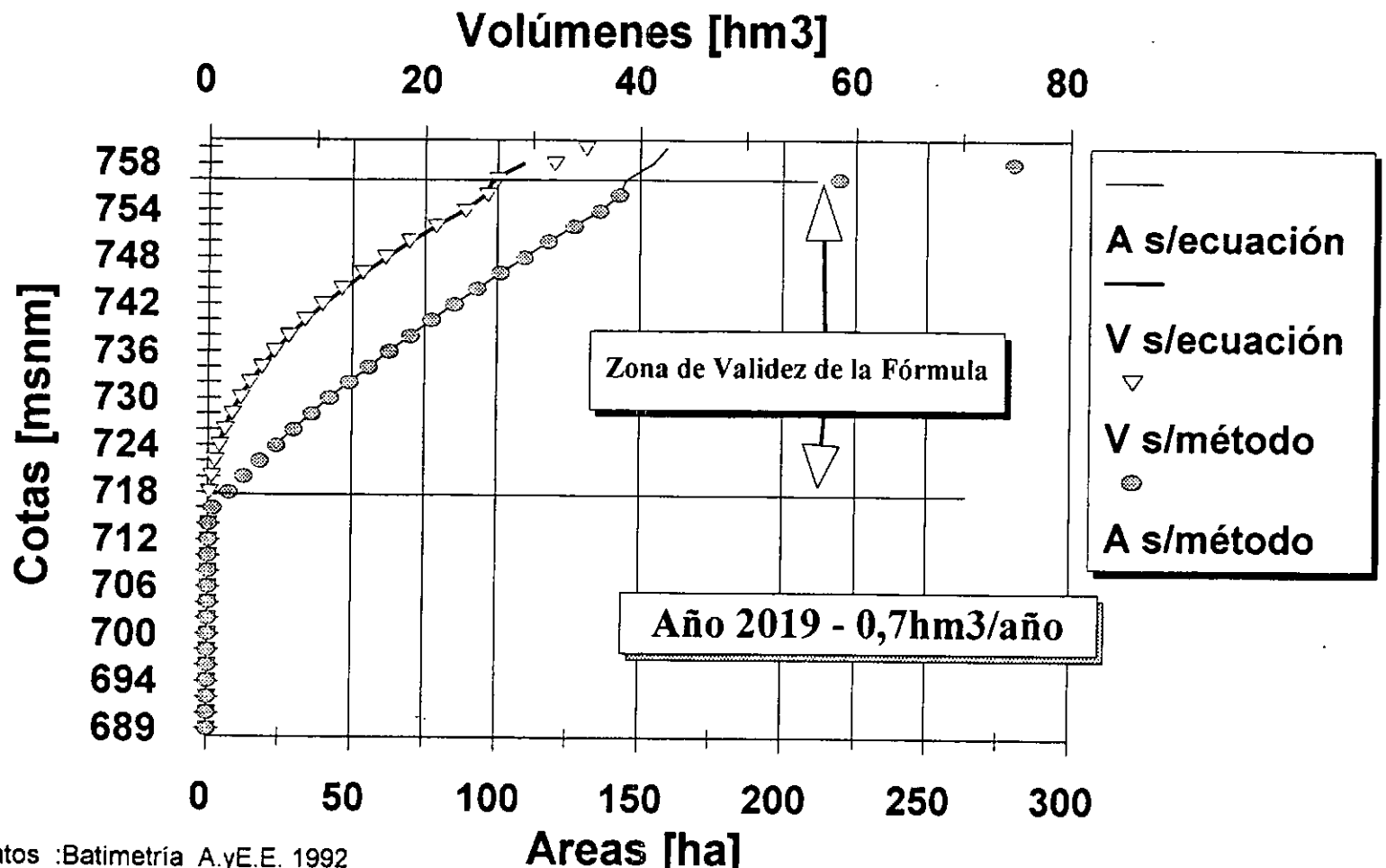


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 39

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación

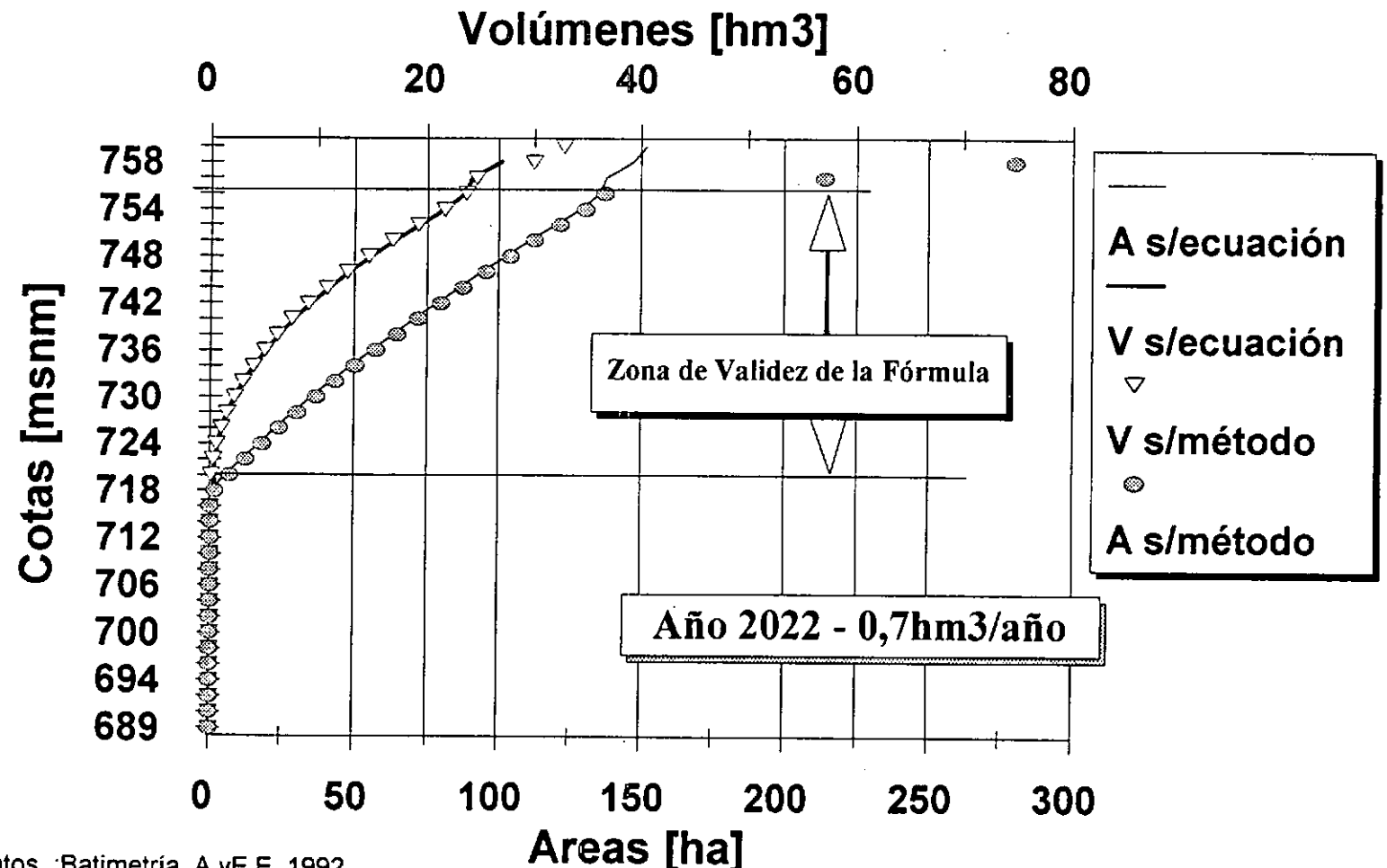


Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 40

Comparación Curvas Características

Según método de Generación y Ecuación



Fte Datos :Batimetría A.yE.E. 1992
Preparación : Ing. Leandro R.DIAZ
Presentación: S/Contr.N° S416/94-Ing.A.A.ROLDAN

Gráfico N° 41

desviación estandard de la serie, de la muestra y las correspondientes varianzas las que se indican al pie de cada columna.

El mismo procedimiento se lleva cabo empleando los valores y ecuaciones que corresponden a una Tasa de Sedimentación de 0,7 [hm3/año] lo que se indicado en la **TABLA Nº 15. LAMINA Nº V.57.-** .

7.- CONCLUSIONES.

7.1.- "Pirquitas".

El resultado del trabajo se presenta en una serie de curvas, con sus correspondientes ecuaciones , que permiten su introducción como dato en una simulación matemática del proceso de funcionamiento del embalse "Pirquitas".

Se puede entonces, tener en cuenta el fenómeno de atarquinamiento progresivo en el tiempo y poder observar así con mayor certeza los parámetros indicativos de eficiencia del embalse.

Se cuenta con una planilla de cálculo muy simple, para el recálculo de estas curvas, sustentada en la metodología explicada., permitiendo que medida que se obtengan datos producidos por los relevamientos batimétricos, se puedan corregir los desvíos de la tasa anual de sedimentación prevista , y se

TABLA N° 14

Errores de la ecuaciones respectos a los datos determinados según Método- -CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS

CALCULADA mediante Ecuaciones polinómicas de segundo grado para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 1,0 Hm3/Año

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
	Año	1992	Año	1995	Año	1998	Año	2001	Año	2004	Año	2007
	VTS =	20.40	VTS =	23.40	VTS =	26.40	VTS =	29.40	VTS =	32.40	VTS =	35.40
	NCC =	707.00	NCC =	707.25	NCC =	707.51	NCC =	707.76	NCC =	708.26	NCC =	711.35
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	0.13	-0.43	0.06	-0.45	0.14	-0.46	0.11	-0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
710	0.19	-0.21	0.12	-0.23	0.20	-0.24	0.17	-0.26	0.22	-0.39	0.00	0.00
712	-0.06	-0.04	-0.13	-0.06	-0.06	-0.07	-0.08	-0.08	-0.04	-0.19	-0.01	-0.31
714	0.16	0.08	0.10	0.07	0.17	0.06	0.14	0.04	0.18	-0.03	0.19	-0.13
716	-0.52	0.17	-0.59	0.15	-0.52	0.14	-0.54	0.13	-0.52	0.07	-0.51	0.00
718	0.07	0.21	0.00	0.20	0.08	0.19	0.05	0.17	0.07	0.14	0.06	0.10
720	0.05	0.24	-0.02	0.22	0.05	0.22	0.03	0.20	0.05	0.19	0.02	0.16
722	0.11	0.24	0.04	0.22	0.11	0.21	0.09	0.20	0.10	0.20	0.07	0.20
724	0.05	0.21	-0.02	0.20	0.06	0.19	0.03	0.17	0.04	0.20	0.00	0.20
726	0.08	0.17	0.01	0.16	0.09	0.15	0.06	0.14	0.07	0.17	0.02	0.19
728	0.09	0.12	0.02	0.11	0.09	0.10	0.07	0.08	0.08	0.13	0.02	0.16
730	0.08	0.06	0.02	0.05	0.09	0.04	0.06	0.02	0.07	0.07	0.01	0.12
732	0.06	-0.01	-0.01	-0.02	0.07	-0.03	0.04	-0.04	0.05	0.02	-0.02	0.07
734	0.02	-0.07	-0.05	-0.09	0.03	-0.10	0.00	-0.11	0.00	-0.05	-0.06	0.01
736	0.07	-0.13	-0.00	-0.15	0.07	-0.16	0.05	-0.17	0.05	-0.10	-0.02	-0.04
738	-0.00	-0.19	-0.08	-0.20	0.00	-0.21	-0.03	-0.22	-0.02	-0.16	-0.09	-0.09
740	0.01	-0.23	-0.06	-0.24	0.01	-0.25	-0.01	-0.26	-0.01	-0.20	-0.08	-0.14
742	0.00	-0.25	-0.07	-0.26	0.01	-0.27	-0.02	-0.29	-0.02	-0.23	-0.08	-0.17
744	0.08	-0.25	0.01	-0.26	0.08	-0.27	0.06	-0.29	0.06	-0.23	-0.00	-0.18
746	0.04	-0.22	-0.03	-0.23	0.04	-0.25	0.02	-0.26	0.03	-0.21	-0.04	-0.17
748	0.09	-0.16	0.02	-0.18	0.09	-0.19	0.06	-0.20	0.07	-0.17	0.02	-0.13
750	0.01	-0.07	-0.06	-0.08	0.02	-0.10	-0.01	-0.11	0.00	-0.09	-0.05	-0.06
752	0.02	0.06	-0.05	0.05	0.03	0.04	0.00	0.02	0.02	0.03	-0.03	0.04
754	0.02	0.23	-0.05	0.22	0.02	0.21	-0.00	0.19	0.02	0.19	-0.02	0.18
755.5	0.02	0.40	-0.05	0.38	0.03	0.37	0.00	0.35	0.02	0.34	-0.00	0.32
756	74.10	0.64	74.03	0.63	74.10	0.62	74.08	0.60	74.10	0.67	74.07	0.55
758	84.66	2.50	90.96	2.62	97.16	2.73	103.26	2.83	109.73	3.02	116.28	3.01
759	89.86	3.53	96.16	3.63	102.36	3.88	108.46	4.05	114.93	4.19	121.49	4.33
Media	0.03492	-0.003148	-0.03512	-0.016772	0.03992	-0.026292	0.01492	-0.042144	0.024125	-0.0122	-0.02475	0.014704
std	0.126351	0.204968	0.126358	0.204953	0.126351	0.204915	0.12635123	0.204943	0.124301	0.176822	0.11497035	0.151837
stdmod	0.130066	0.193023	0.130072	0.193038	0.130066	0.193158	0.13006609	0.192566	0.129499	0.184333	0.1197581B	0.158272
var	0.015396	0.040396	0.015398	0.0404	0.01541	0.040401	0.01535884	0.040452	0.014876	0.030069	0.01273067	0.022175
var mod	0.016012	0.042012	0.01601386	0.042016	0.016026	0.042017	0.0159732	0.04207	0.015471	0.031271	0.0132399	0.023062

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. N° S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina N° V - 56 (01/02)

TABLA N° 14 (Continuación)

Errores de la ecuaciones respectos a los datos determinados según Método- -CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS

CALCULADA mediante Ecuaciones polinómicas de segundo grado para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 1,0 Hm3/Año

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
	Año	2010	Año	2013	Año	2016	Año	2019	Año	2022
	VTS =	38.40	VTS =	41.40	VTS =	44.40	VTS =	47.40	VTS =	50.40
	NCC =	714.36	NCC =	717.45	NCC =	720.49	NCC =	723.65	NCC =	727.40
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
710	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
714	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
716	-0.34	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
718	0.22	-0.06	-0.02	-0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
720	0.16	0.04	-0.04	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
722	0.19	0.12	0.02	0.01	0.02	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
724	0.11	0.16	-0.03	0.07	-0.02	-0.07	-0.02	-0.12	0.00	0.00
726	0.11	0.18	0.00	0.11	0.01	0.00	0.01	-0.03	0.00	0.00
728	0.11	0.17	0.01	0.12	0.03	0.04	0.03	0.03	0.08	-0.09
730	0.08	0.15	0.01	0.11	0.03	0.06	0.03	0.06	0.09	-0.03
732	0.05	0.12	-0.01	0.09	0.02	0.06	0.01	0.07	0.08	0.01
734	-0.00	0.08	-0.04	0.05	-0.02	0.05	-0.02	0.07	0.05	0.03
736	0.04	0.03	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.05	0.10	0.04
738	-0.04	-0.01	-0.06	-0.03	-0.04	-0.01	-0.04	0.03	0.03	0.03
740	-0.03	-0.06	-0.05	-0.07	-0.02	-0.05	-0.03	-0.00	0.05	0.01
742	-0.03	-0.09	-0.05	-0.10	-0.02	-0.08	-0.03	-0.03	0.04	-0.02
744	0.06	-0.11	0.03	-0.13	0.06	-0.10	0.05	-0.06	0.13	-0.04
746	0.03	-0.11	-0.01	-0.13	0.02	-0.12	0.01	-0.07	0.09	-0.06
748	0.09	-0.09	0.04	-0.12	0.06	-0.11	0.06	-0.08	0.13	-0.07
750	0.03	-0.04	-0.03	-0.08	-0.01	-0.09	-0.01	-0.06	0.06	-0.06
752	0.06	0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.05	0.00	-0.02	0.07	-0.04
754	0.08	0.15	-0.02	0.09	-0.00	0.03	-0.01	0.04	0.06	0.01
755.5	0.11	0.26	-0.02	0.18	0.00	0.11	-0.00	0.11	0.06	0.05
756	74.19	0.48	74.06	0.38	74.07	0.31	74.07	0.33	74.14	0.25
758	123.44	3.04	130.85	3.07	139.08	3.14	148.06	3.32	159.43	3.43
759	128.65	4.42	136.05	4.54	144.28	4.65	153.26	4.89	164.63	5.13
Media	0.0517143	0.034819	-0.0085714	-0.00336	0.0046857	-0.013577	0.00208571	-0.000909	0.0616667	-0.012611
std	0.1024984	0.1109656	0.02572236	0.0931524	0.0235713	0.0649902	0.02307019	0.0521156	0.0423594	0.0338367
stdmod	0.1064614	0.1155221	0.02689555	0.097113	0.0245351	0.0676361	0.02404431	0.0543336	0.0431401	0.0352242
var	0.0101716	0.0118714	0.00064152	0.0083444	0.0005358	0.0040746	0.00051208	0.0026116	0.0017982	0.0011039
var mod	0.0105785	0.0123463	0.00066718	0.0086782	0.0005573	0.0042376	0.00053256	0.0027161	0.0018701	0.0011481

Fuente Datos Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetria 1992
Elaboración : Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ

TABLA Nº 15

Errores de la ecuaciones respectos a los datos determinados según Método- -CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS

CALCULADA mediante Ecuaciones polinómicas de segundo grado para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 Hm3/Año

Cotas	Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
m.s.n.m.	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
	Año	1992	Año	1995	Año	1998	Año	2001	Año	2004	Año	2007
	VTS =	20.40	VTS =	23.40	VTS =	26.40	VTS =	29.40	VTS =	32.40	VTS =	35.40
	NCC =	707.00	NCC =	707.25	NCC =	707.51	NCC =	707.76	NCC =	708.26	NCC =	711.35
689	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
692	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
694	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
696	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
706	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
708	0.13	-0.43	0.07	-0.42	0.16	-0.46	0.10	-0.46	7.11	-0.02	2.45	-0.01
710	0.19	-0.21	0.13	-0.20	0.22	-0.24	0.16	-0.24	0.20	-0.26	6.75	0.08
712	-0.06	-0.04	-0.13	-0.03	-0.04	-0.07	-0.09	-0.07	-0.06	-0.09	-0.11	0.50
714	0.16	0.08	0.10	0.10	0.19	0.06	0.14	0.06	0.17	0.04	0.12	0.63
716	-0.52	0.17	-0.59	0.18	-0.50	0.14	-0.55	0.14	-0.52	0.12	-0.57	0.72
718	0.07	0.21	0.00	0.23	0.09	0.19	0.04	0.19	0.08	0.17	0.02	0.77
720	0.05	0.24	-0.02	0.25	0.07	0.21	0.02	0.21	0.05	0.19	-0.00	0.80
722	0.11	0.24	0.04	0.25	0.13	0.21	0.08	0.21	0.11	0.19	0.06	0.80
724	0.05	0.21	-0.01	0.23	0.08	0.19	0.02	0.19	0.06	0.17	0.00	0.78
726	0.08	0.17	0.02	0.19	0.11	0.15	0.05	0.15	0.09	0.13	0.03	0.74
728	0.09	0.12	0.03	0.13	0.12	0.10	0.06	0.10	0.09	0.08	0.04	0.70
730	0.08	0.06	0.02	0.07	0.11	0.03	0.05	0.04	0.09	0.02	0.04	0.64
732	0.06	-0.01	-0.00	0.01	0.09	-0.03	0.03	-0.03	0.07	-0.05	0.01	0.58
734	0.02	-0.07	-0.04	-0.06	0.05	-0.10	-0.01	-0.10	0.03	-0.11	-0.03	0.51
736	0.07	-0.13	0.00	-0.12	0.09	-0.16	0.04	-0.16	0.07	-0.18	0.02	0.45
738	-0.00	-0.19	-0.07	-0.17	0.02	-0.21	-0.03	-0.21	0.00	-0.23	-0.05	0.41
740	0.01	-0.23	-0.06	-0.21	0.03	-0.25	-0.02	-0.25	0.01	-0.27	-0.04	0.37
742	0.00	-0.25	-0.06	-0.23	0.03	-0.27	-0.03	-0.27	0.01	-0.29	-0.05	0.35
744	0.08	-0.25	0.01	-0.23	0.10	-0.27	0.05	-0.27	0.08	-0.29	0.03	0.35
746	0.04	-0.22	-0.03	-0.21	0.06	-0.25	0.01	-0.24	0.05	-0.27	-0.01	0.38
748	0.09	-0.16	0.02	-0.15	0.11	-0.19	0.05	-0.19	0.09	-0.21	0.03	0.44
750	0.01	-0.07	-0.05	-0.06	0.04	-0.10	-0.02	-0.10	0.02	-0.12	-0.04	0.54
752	0.02	0.06	-0.04	0.07	0.05	0.03	-0.01	0.03	0.03	0.01	-0.03	0.67
754	0.02	0.23	-0.05	0.25	0.04	0.21	-0.01	0.21	0.02	0.19	-0.03	0.85
755.5	0.02	0.40	-0.04	0.41	0.05	0.37	-0.01	0.37	0.03	0.35	-0.03	1.01
756	74.10	0.64	74.03	0.66	74.12	0.61	74.07	0.62	74.10	0.59	74.05	1.26
758	84.66	2.50	88.76	2.60	93.26	2.65	97.86	2.74	102.06	2.80	106.66	3.57
759	89.86	3.53	93.96	3.67	98.46	3.76	103.06	4.02	107.26	4.01	111.86	4.94
Media	0.03492	-0.003148	-0.03008	0.010428	0.05992	-0.028676	0.00488	-0.02756	0.0358333	-0.029283	0.256125	0.587025
std	0.1263512	0.2049682	0.1263512	0.2049548	0.1263512	0.2049456	0.126358322	0.2049242	1.3908744	0.1846607	1.399801795	0.2345187
stdmod	0.1300661	0.193023	0.1300661	0.1929188	0.1300661	0.193151	0.130072214	0.1925972	0.1300661	0.1925164	1.388861946	0.211374
var	0.0153957	0.0403965	0.0153841	0.0403948	0.0154834	0.0404176	0.015353213	0.0404069	1.8638804	0.0328192	1.888455072	0.0646044
var mod	0.0160115	0.0420123	0.015999434	0.0420106	0.0161027	0.0420343	0.015967342	0.0420231	1.9384356	0.0341319	1.963993275	0.0671886

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetría 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

Lámina Ñ° V - 57 (01/02)

TABLA Nº 15 (Continuación)

Errores de la ecuaciones respectos a los datos determinados según Método- -CURVAS COTAS-VOLUMENES COTAS -AREAS

CALCULADA mediante Ecuaciones polinómicas de segundo grado para distintos Volumenes de Sedimentación Previendo una Tasa de 0,7 Hm3/Año

Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos		Nuevos	
Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes	Areas	Volumenes
[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]	[ha]	[hm3]
Año	**2010**	**Año**	**2013**	**Año**	**2016**	**Año**	**2019**	**Año**	**2022**
VTS =	**38.40**	**VTS =**	**41.40**	**VTS =**	**44.40**	**VTS =**	**47.40**	**VTS =**	**50.40**
NCC =	**714.36**	**NCC =**	717.45	**NCC =**	**720.49**	**NCC =**	723.65	**NCC =**	**727.40**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
0.00	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
-0.39	**-0.37**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
-0.56	**-0.17**	0.00	-0.32	**0.00**	**0.00**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
-0.26	**-0.02**	0.21	-0.14	**-0.74**	**-0.29**	0.00	0.00	**0.00**	**0.00**
-0.88	**0.09**	-0.50	-0.01	**-1.45**	**-0.13**	-0.42	-0.29	**0.00**	**0.00**
-0.22	**0.16**	0.08	0.09	**-0.87**	**-0.02**	0.13	-0.15	**1.25**	**-0.44**
-0.19	**0.20**	0.04	0.15	**-0.91**	**0.07**	0.08	-0.04	**1.21**	**-0.30**
-0.07	**0.22**	0.09	0.18	**-0.86**	**0.12**	0.11	0.03	**1.26**	**-0.20**
-0.09	**0.21**	0.02	0.19	**-0.93**	**0.15**	0.03	0.07	**1.21**	**-0.13**
-0.02	**0.18**	0.03	0.18	**-0.92**	**0.15**	0.03	0.09	**1.24**	**-0.09**
0.02	**0.14**	0.04	0.15	**-0.91**	**0.13**	0.02	0.09	**1.26**	**-0.08**
0.04	**0.09**	0.02	0.11	**-0.93**	**0.10**	-0.00	0.07	**1.26**	**-0.08**
0.04	**0.03**	-0.00	0.06	**-0.95**	**0.06**	-0.04	0.03	**1.26**	**-0.10**
0.02	**-0.03**	-0.05	0.00	**-1.00**	**0.01**	-0.09	-0.01	**1.25**	**-0.13**
0.07	**-0.09**	-0.01	-0.05	**-0.96**	**-0.04**	-0.05	-0.06	**1.32**	**-0.16**
-0.00	**-0.14**	-0.08	-0.11	**-1.03**	**-0.09**	-0.12	-0.10	**1.28**	**-0.20**
0.00	**-0.19**	-0.07	-0.15	**-1.02**	**-0.14**	-0.11	-0.15	**1.33**	**-0.23**
-0.02	**-0.21**	-0.07	-0.18	**-1.02**	**-0.17**	-0.11	-0.18	**1.37**	**-0.26**
0.04	**-0.22**	0.01	-0.19	**-0.94**	**-0.18**	-0.03	-0.20	**1.50**	**-0.28**
-0.02	**-0.20**	-0.02	-0.18	**-0.97**	**-0.18**	-0.06	-0.20	**1.51**	**-0.28**
-0.01	**-0.15**	0.03	-0.14	**-0.92**	**-0.15**	0.00	-0.18	**1.62**	**-0.25**
-0.11	**-0.07**	-0.03	-0.07	**-0.98**	**-0.09**	-0.05	-0.13	**1.61**	**-0.21**
-0.15	**0.04**	-0.01	0.03	**-0.96**	**-0.00**	-0.02	-0.06	**1.69**	**-0.14**
-0.20	**0.20**	-0.00	0.17	**-0.95**	**0.12**	-0.00	0.06	**1.76**	**-0.03**
-0.24	**0.35**	0.01	0.31	**-0.94**	**0.24**	0.02	0.17	**1.82**	**0.07**
73.82	0.58	74.09	0.54	73.14	0.47	74.10	0.37	75.92	0.30
110.65	2.94	115.58	2.98	119.49	2.98	125.54	2.97	132.79	3.00
115.81	4.24	120.79	4.30	124.70	4.35	130.75	4.39	138.04	4.43
-0.093976	**0.0283333**	**-0.0078**	**0.0026743**	**-0.604171**	**-0.009817**	**-0.01937143**	**-0.032729**	**1.4185**	**-0.162026**
0.2143726	**0.1769205**	**0.114809379**	**0.1516804**	**0.3327569**	**0.1296043**	**0.101422806**	**0.1119327**	**0.193516**	**0.1095321**
0.2218431	**0.1844522**	**0.119674491**	**0.1581358**	**0.296569**	**0.1350902**	**0.105582957**	**0.1162898**	**0.1985432**	**0.1123775**
0.0447902	**0.030097**	**0.012678635**	**0.0221226**	**0.1329272**	**0.0161582**	**0.009918148**	**0.0121247**	**0.0374484**	**0.0119973**
0.0465818	**0.0313009**	**0.01318578**	**0.0230075**	**0.1382443**	**0.0168045**	**0.010314874**	**0.0126097**	**0.3915207**	**0.0152989**

Fuente Datos Topograficos : A.y E.E. - Batimetria 1992
Elaboración : Ing. Leandro R. DIAZ
Presentación : s/Contr. Nº S416/94- Ing. A.A.ROLDAN

pueda por lo tanto, verificar la validez de las curvas calculadas para cada año y/o efectuar los desvíos encontrados.

Para el cálculo de valores por encima de la cota del labio de vertedero, en el estudio de crecientes se deberá tener en cuenta la curva correspondiente a los valores originales del embalse.

Asimismo se ha advierte que se ha trabajado con escenarios de sedimentación de alta probabilidad de ocurrencia por lo que es posible analizar, con los elementos presentados, una gran diversidad de situaciones aumentando la confiabilidad del proceso total de simulación.

Del análisis de las **TABLAS** y **CURVAS** presentadas se deduce que la disminución del volumen de embalse que se produce es importante. Como valores destacables se tienen que con una Tasa de Sedimentación de 1,0 hm3/año, aproximadamente en el año 2008 la toma estaría "totalmente cubierta de sedimentos" mientras que a partir del 2001 el volumen de Embalse se encontraría reducido al 50%. Con una tasa de 0,7 hm3/año estas situaciones se verían retardadas entre 6 y 7 años solamente.

La gravedad de la situación exige que el problema se ataque procurando la reducción de los sólidos generados en la Cuenca de aporte por una

parte, y por otra evitar que estos lleguen al embalse usando como alternativa el incremento de la capacidad del embalse ya sea mediante una obra auxiliar destinada a aumentar la capacidad de manejo de volúmenes embalsados como con obras adicionales destinadas a retener los sólidos antes de que estos ingresen al embalse.

Se debe tener en cuenta que algunas de estas acciones son más efectivas que otras y que sus efectos son dispares en el tiempo. Asimismo su instrumentación normal requiere un proceso de estudio e investigación de campo, proyecto, gestión y ejecución que lleva un lapso de tiempo que puede llegar a ser mayor que el de efectividad de la medida una vez implementada.

7.2.- Complejo "Pirquitas - Isla Larga" VER ANEXO I.

7.2.1.-Embalse "Isla Larga"

Para el estudio del proceso de sedimentación que se producirá en el embalse desde la fecha de cierre de la potencial presa "Isla Larga", se ha tomado el criterio que el proceso de deposición de sólidos dentro del vaso producirá, al igual que en "Pirquitas", las disminuciones del área del vaso iguales para cada cota del mismo.

Es posible observar que las características del vaso, hasta la cota 825 msnm son similares a las de Pirquitas. En la **TABLA Nº 16 - LAMINA Nº V.58.-** se han volcado los datos obtenidos de las restituciones fotogramétricas proporcionadas por la Secretaría de Ciencia y Tecnonica de la Provincia de Catamarca consistente en perfiles transversales cada 100 metros. Con estos se han calculado las areas medias para cada Cota (Considerando Cotas cada 10 metros a partir de la Cota 760 msnm) y se a procedido a cubicar el vaso .

Estos datos se han comparado con los obtenidos de evaluar la superficie encerrada por curvas de nivel cada 5 metros en configuración gráfica para AUTOCAD versión 10 proporcionados posteriormente para las Cotas entre la 760 m.s.n.m. y 835 m.s.n.m.. De la comparación surgieron diferencias por lo que se adoptaron estos últimos valores debido a la mayor exactitud metodológica del procedimiento adoptado, como a la existencia de discrepancias entre los perfiles impresos con los proporcionados en base magnética. Todos estos datos se han volcado en la tabla mencionada.

Los datos de las Curvas característica COTAS-AREAS COTAS-VOLUMENES se han graficado en el **GRAFICO Nº 42 - LAMINA Nº V.59.-** y en el **GRAFICO Nº 43 LAMINA Nº V.60.-** .Se observa que el vaso de "Isla Larga", al Igual que Pirquitas, es del TIPO III según la calificación de Moody por lo que es

esperable un comportaniento similar en la forma que se producirá la sedimentacion de sólidos.

7.2.2.-Consideraciones sobre la tasa de sedimentación

Tal como se analizara en los estudios referidos a Pirquitas, la tasa de sedimentación anual a considerar para este estudio será de 1,0 hectómetros Cúbicos anuales de sólidos a depositar dentro de los vasos correspondientes a Isla Larga y a Pirquitas entre las cotas de fondo de los mismos y las cotas del labio vertedero.

También ya se mencionó que la tasa de sedimentación depende de múltiples factores como ser las acciones que se desarrollen en la cuenca incluyendo la regulación y disminución de la erosión de origen antrópico, mediante la modificación de metodologías agrícolas y de desarrollo de la Infraestructura.

También dependerá de la ejecución, o no, de obras destinadas, a retener los sólidos en el cauce, y a evitar el ingreso de los mismos en el embalse, por un lado, y por otra parte a crear, ondiciones que disminuyan la generación de sólidos arrastrados en la cuenca.

Ante esta situación y considerando la adopción de la tasa de sedimentación ya mencionada, la existencia de dos embalses plantea varias líneas de comportamiento de los sólidos sedimentables

Es así que la forma de distribuir estos sedimentos entre "Pirquitas" e "Isla Larga" depende de factores dentro de los cuales tiene gran importancia el nivel máximo normal adptado para el lago que condiciona el volumen embalsado.

Dependerá también de las características de los dispositivos de descarga y más concretamente de los parámetros de diseño y de las cotas de las respectivas tomas. **VER CAPITULO VI.**

Ligado a este último concepto se tendrá que tener en cuenta, especialmente, la **OPERACION** conjunta de los dos embalses lo que posibilitará, para igual equipamiento, disímiles condiciones de sedimentación en ambos y por lo tanto disímiles comportamientos de la regulación del Complejo "Pirquitas - Isla Larga".

A los efectos de la aplicación del Modelo Matemático se considerarán dos modalidades de sedimentación vinculadas a la tasa de sedimentación a saber:

PRIMERO:

Se considerará que "Isla Larga" solo retendrá el 30 % de los sólidos que llegan al Complejo, quedando el resto depositado en "Pirquitas".

Para esta situación se considera una Cota de Umbral de Vertedero de "Isla Larga" de 785; 805 y 815 msnm .

SEGUNDO:

Se considerará que Isla Larga retendrà el 100 % de los sólidos que arriban al sistema . Para esta situación se considera una Cota de Umbral de Vertedero de "Isla Larga" de 825 msnm .

A partir de esas consideraciones se calcularán las curvas características a afectos de poder insertarlas en el modelo .

7.2.3.- Procedimiento

El comienzo de la simulación del fenómeno de Repleción del embalse "Isla Larga" se inicia en el año 2001 , año que se puede considerar la fecha más temprana de puesta en funcionamiento, partiendo como dato básico

con las curvas Cotas -Areas y Cotas - Volúmenes medidas de las curvas de nivel para Cotas directrices (desde 760 msnm a 835 msnm) proporcionadas en archivos CAD 10 procedentes de la restitución del año 1995 proporcionada por la Secretaría de Ciencia y Técnica con interpolación lineal para los valores intermedios y cuyos valores transcendentes para el presente estudio se han volcado en la **TABLA Nº 17 LAMINA Nº V.61.-** - como columnas 1-2-3-4-5 .

Esta **TABLA** contiene además,como las **TABLAS Nº 3 y 7,** el Procedimiento para el cálculo de las nuevas curvas Cotas-Areas y Cotas-Volúmenes para distintos volúmenes sedimentados mediante el método Area-Incremento empleando para ello, una Planilla electrónica de cálculo QPRO P/Windows 1.0 .

Esta permite introducir los valores de Sedimentación Total (VTS- a partir del año 2001) y distribuye los mismos bajo el concepto que los mismos se depositan de forma tal que reducen el área del embalse , a todos los niveles, un mismo valor del área permitiendo construir una nueva curva Cotas - Areas a partir de la cual por cubicación se calculan los valores de Volúmenes para el cálculo de la curva Cotas -Volúmenes.

El proceso de funcionamiento es similar al explicado en el caso de Pirquitas con la salvedad que se permite introducir el valor "Cota Labio Vertedero

". , ubicada sobre la columna N° 3 para determinar hasta que cota se realizará la distribución de los sólidos sedimentados

En cuanto al lapso de tiempo para observar la variación de las curvas características del embalse se desechó la idea de realizarlo cada año , adoptando un paso de tiempo de 9 años compatible con los tres años adoptados en Pirquitas . Para el caso de Cota 785 msnm y dado el escaso Volumen disponible se han realizado las curvas intermedias para los años 2004, y 2007 y 2013 al solo efecto ilustrativo.

Se pasó entonces a confeccionar las **TABLAS N° 18, 19, 20 y 21 - LAMINAS N° V.62., V.63., V.64.** y **V.65.**- para las Cotas 785 msnm, 805 msnm , 815 msnm, 825 msnm respectivamente en las cuales se han aplicado tasas de sedimentación de 0,3 hm3/año y 1,0 hm3/año (para Cota 825 msnm) para los años 2001, 2010, , 2019, 2028 y 2037 Como encabezamiento se indica el volumen total sedimentado a la fecha (VTS) la nueva cota cero (NCC) en las mismas se tiene explicitado el valor del área y del volumen correspondiente a la cota del labio Vertedero como límite del Volumen "Util" (entendiendo en este caso como tal , al Volumen contenido entre el nivel del labio del vertedero y la nueva cota cero (NCC) del embalse) y cuyo valor se ha colocado al final de las columnas correspondientes a volúmenes .

Es de notar que los volúmenes sedimentados se distribuyen hasta cota de labio vertedero. Estas tablas se han graficado colocando las curvas de Cotas - Areas para los distintos años simulados como **GRAFICO Nº 44 - LAMINA Nº V.66.-** y en el **GRAFICO Nº 45 - LAMINA Nº V.67.-** se han indicado las curvas Cotas Volúmenes para los distintos años para Cota 785 msnm . de la misma forma se han realizado los **GRAFICOS Nº 46 y 47 - LAMINAS Nº 68 y 69-** para Cota 805, **GRAFICOS Nº 48 y 49 - LAMINAS Nº V.70.- y Nº 71-** para Cota 815 msnm y **GRAFICOS 50 y 51 - LAMINAS Nº V.72. y Nº V.73. -** para Cota 825 msnm.

Una vez que se tienen las tablas con los valores para cada nivel de las áreas y de los volúmenes se realiza la determinación de una expresión matemática que permita el tratamiento mas agil de los datos y permita interpolar directamente entre los valores no tabulados.

En este caso el compromiso de lograr una adecuada respuesta de las ecuaciones para cada caso , teniendo en cuenta tanto la exactitud , como la simplicidad de las mismas para permitir su ágil , simple y seguro uso , se logra mediante el uso de polinómicas de tercer grado que en estas curvas dan un mejor ajuste que las de segundo utilizadas en Pirquitas. Estas se ajustan adecuadamente si acotamos su rango de validez al limitado por: el nuevo nivel

cero (NCC) , determinado en cada caso, por un lado , y a la cota del labio de vertedero (815 y 825 msnm) por otro.

Estas limitaciones son perfectamente aceptables ya que por debajo de cada NCC no existe vaso por su atarquinamiento y por arriba de la cota correspondiente al labio vertedero el proceso de sedimentación no tiene importancia práctica (aparte de no contar con ningún dato sobre el mismo) por lo que el vaso a partir de esa cota , al igual que en Pirquitas, se puede representar para los estudios de atenuación con la curva original del embalse.

Las ecuaciónes a usar serán :

Area [ha]= as0 + as1 Cota + as2 (Cota)^2 + as3 (Cota)^3

Volum.[hm3]= av0 + av1 Cota + av2 (Cota)^2 + av3 (.Cota.)^3

donde :

El Area se obtiene en : **[ha]**

El Volumen se obtiene en : **[hm^3]**

la Cota se usa en : **[msnm]**

Los valores de los coeficientes **as0** , **as1** , **as2** , **av0** **av1** y **av2** determinados para las curvas características, de Areas y volúmenes respectivamente suponiendo una tasa de 1,0 [hm3/año] total correspondiendole una Tasa de 0,7 [hm3/año] a Pirquitas y 0,3 [hm3/año] a Isla Larga para cotas de

Isla Larga de 785, 805, 815 msnm. Para la Cota de Isla Larga igual 825 msnm se ha considerado una eficiencia de sedimentación del 100% que equivale a 1 hm3/año. Estas condiciones y resultados se encuentran tabulados en las **TABLAS Nº 22, 24 , 26 y 28 - LAMINAS Nº V.74, V.75.,V.76.** y **V.77.-** respectivamente.

Se utilizaron estas ecuaciones para calcular los valores a idénticas cotas que las utilizadas en el método de simulación, a efectos de comparar ambas y de observar su ajuste .

Estos valores se han dispuesto con la misma organización de los valores de la simulación en las **TABLAS Nº 23 ,25 ,27 y 29 LAMINAS Nº V.78, V.79.,V.80.** y **V.81-.** Se indican los resultados obtenidos solo a partir del valor mínimo del rango de aplicación y hasta la correspondiente Cota de vertedero

A los efectos de observar visualmente el ajuste se ha realizado un gráfico por cada año en los que se ha colocado los datos obtenidos por el método , indicando solo el punto obtenido para las Cotas en que se realizaron las determinaciones, y como linea se han graficado los valores calculados aplicando la fórmula . tenemos en los **GRAFICOS Nº 52 a 56 LAMINAS Nº V.82 a V.86.-** los correspondientes a Cota 785 msnm para los años 2001.2004,2007, 2010. y 2013 .A los **GRAFICOS Nº 57 al 61 LAMINA Nº V.87** a **V.91**[1]**-** correspondientes a Cota

805 msnm para los años 2001.2010, 2019, 2028 y 2037. A los **GRAFICOS Nº 62 al 66 - LAMINA Nº V.92 a V.96.-** correspondientes a Cota 815 msnm para los años 2001.2010, 2019, 2028 y 2037. A los **GRAFICOS Nº 67 al 71 - LAMINA Nº V.97. a V.101.-** correspondientes a Cota 825 msnm para los años 2001.2010, 2019, 2028 y 2037.

El Grado de ajuste ,de las ecuaciones a los valores obtenidos directamente aplicando el método se realiza analizando las diferencias entre el valor obtenido por el método con el correspondiente valor obtenido aplicando las ecuaciones. En las **TABLAS Nº 30 a 33 LAMINA Nº V.102. a V.105.-** se llevan a cabo estas comparaciones, para los distintos valores de tasa de sedimentación y Cota de Vertedero de Isla Larga, luego para cada serie de valores de error se calculan : la desviación estándar de la serie , de la muestra , las varianzas y el Coeficiente de Correlación de los datos obtenidos por el método con los calculados por la aplicación de las ecuaciones los que se indican al pie de cada columna.

7.3.- "Pirquitas"

Para el caso del Sistema Pirquitas - Isla Larga y para el proceso de modelación de los embalse será necesario modificar las Curvas Características

de "Pirquitas" a afectos de tener en cuenta la retención de 0,3 hm3/ año de Isla Larga lo que deja para Pirquitas una Tasa de 0,7 hm3/año.

Para Cota de Isla Larga 785 msnm (Proyecto de AGUA Y ENERGIA - **REFERENCIA Nº V.05**) y considerando un funcionamiento típico de embalse tendremos que practicamente a los 9 años de funsionamiento (supuesto 2010) el mismo se encontrará lleno dejando pasar la totalidad de los sedimentoa a Pirquitas.

Para la Cota 805 msnm y 815 msnm se seguirá produciendo sedimentación hasta el final de la simulación por lo que necesitaremos conocer las ecuaciones de las curvas características para esos casos.

El Procedimiento desarrollado es similar al ya explicado , y se llevó a cabo para :

Cota 785 msnm

Año	VTS[hm3/año]
1992	20,40
2001	29.40
2010	35,70
2019	44,70

2028	53,7.

Cotas 805 y 815 msnm

Año	VTS[hm3/año]
1992	20,4
2001	29.4
2010	35,7
2019	42,0
2028	48,3

Estas se indicaran las **TABLAS Nº 34 y 35 LAMINA Nº V.106. a V.107**.- para el cálculo de las curvas a cada cota para Cota de Isla Larga 785 y 805/815 respectivamente en **TABLAS 36 y 38 LAMINA Nº V.108. y V.109**.- para los coeficientes de las ecuaciones .**TABLAS Nº 37 y 39- LAMINA Nº V.110. y V.111**.-para los valores deducidos de las ecuaciones y **TABLAS Nº 40 y 41- LAMINA Nº V.112. a V.113**.- para el estudio del error .

Se han representado graficamente para Cotas de Isla Larga 785 msnm en **GRAFICO Nº 72 a 76 - LAMINA Nº V.114. a V.118**.- los ajustes de las ecuaciones con los datos obtenidos de método y del **GRAFICO Nº 77 a 81**

LAMINA Nº V.119. a V.123- los correspondientes a Cotas de ISLA LARGA 805/815msnm.

7.4- Conclusiones Complejo "Isla Larga-Pirquitas"

Al igual que lo explicado en los estudios deL Sistema "PIRQUITAS" se cuenta con una serie de curvas , con su correspondientes ecuaciones , que permiten su introducción como dato en una simulación matemática del proceso de funcionamiento del embalse .

Se puede entonces, tener en cuenta el fenómeno de atarquinamiento progresivo en el tiempo y poder observar así con mayor certeza los parámetros indicativos de eficiencia del embalse .

A medida que se obtengan, en el futuro datos productos de relevamientos, se podrán corregir los desvíos de la tasa anual de sedimentación prevista y de la distribución de la misma entre ambos embalses.Se podrá por lo tanto anticipar o retardar la validez de las curvas calculadas para cada año. Para el cálculo de valores por encima de la cota del labio de vertedero en el estudio de crecientes se deberá tener en cuenta la curva correspondiente a los valores originales del embalse.

Asimismo se a trabajado con escenarios de sedimentación que muy posiblemente se presenten permitiéndonos simular una gran diversidad de situaciones aumentando la confiabilidad del proceso total de simulación.

8. COROLARIO

Los estudios de repleción permiten contar con una aproximación sobre lo que será la evolución del volumen del Embalse "Pirquitas" existente, extrapolable al proyectado."Isla Larga"

Sin embargo hay que tener en cuenta que los mismos deben ser periódicamente verificados con datos obtenidos de la realidad mediante estudios batimétricos,cuya realización es necesaria para contar con datos que permitan conocer el funcionamiento de los embalses a los efectos de realizar las correcciones de las Curvas Cotas - Areas -Volúmenes con escaso margen de error.

Se puede observar la evolución de los embalses a través de la documentación preparada. Tal conocimiento permitirá desarrollar en tiempo y forma las medidas correctivas para limitar el atarquinamiento. Los estudios de hidroeconomía en Modelo Matamático ayudarán en la toma de decisiones relacionadas con la justificación de las obras correctivas.

En este sentido es interesante destacar que existen medidas más efectivas para la retención de sedimentos como son las obras de regularización de cauces y corrección de torrentes, ya que estas no solo retienen parte del caudal sólido sino que tienden a lograr condiciones de flujo más estables que reducen el volumen de caudal sólido generado.

A efectos de evaluar estas medidas se deben realizar estudios en escala adecuada que permitan establecer la ubicación de las obras de consolidación en la Cuenca y de retención de sólidos en los cauces.

Para ello serán imprescindibles estudios más profundos en la Cuenca de aporte en general. Las acciones respectivas en este sentido se deben prever en otra etapa del Estudio Integral del Sistema "Pirquitas".

CAPÍTULO V

REFERENCIAS BBLIOGRÁFICAS

Nº V.01.- AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA - Estudios batimétricos del Embalse "Pirquitas" - Años 1987 - 1881. Inédito en la Dirección Provincial del Agua de la Provincia de Catamarca.

Nº V.02.- AGUA Y ENERGIA ELECTRICA - GERENCIA DE INGENIERIA - "Estudio de Colmatación del Embalse "Las Pirquitas" - Año 1992. Inédito en la Subsecretaría de Obras y Servicios Públicos de Catamarca.

NºV.03.- DALLA SALDA, H.L. y DORES, D.E. - "Estudio de la Erosión de la Cuenca del río Los Puestos", Catamarca - Inédito en la Dirección de Hidráulica de Catamarca.

Nº V.04.- CRISTÓFONO, E.A. - "Distribución de los sediementos en los Embalses"

Nº v.05.- SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LOS ESTADOS UNIDOS.

Nº V.06.- ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO - SECTOR FORESTAL -CULTURA HISPANICA - Año 1955.

Nº V.07.- LANE Y KOLTZER - "Ecuación general para determinar el peso específico de los sedimentos depositados en un embalse".

12 DE JUNIO DE 1995.