

O
H. 1225
C 18
I

33676



(eJ.2) FAMILIA DE FUNCIONES DE VOLUMEN DE LENGA
(Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl.) Krasser).

PROVINCIA DEL CHUBUT.

Ing. Fta! Luis M. CHAUCHARD.

INFORME PARCIAL.
PROYECTO: DESARROLLO FORESTAL DEL AREA CORDILLERANA.
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES.
PROVINCIA DEL CHUBUT.

A Ñ O 1 9 9 0

O
H. 1225
C 18
I e/2

1. Introducción.

Durante varios años la Provincia del Chubut a través de la Dirección de Bosques y Parques ha realizado inventarios forestales en extensas áreas de bosques naturales. Algunos de ellos no se han procesado y además todavía no se han confeccionado las tablas de volúmenes de las especies involucradas, para la estimación más rápida y precisa de los volúmenes individuales.

Por lo expuesto se ha iniciado el presente estudio, que tiene los siguientes objetivos:

- Elaborar un conjunto de tablas de volúmenes de la especie Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), que en forma precisa y a un menor costo permita estimar volúmenes individuales, de ejemplares provenientes de distintas regiones.

- Aproximar un método de estimación de volúmenes netos o útiles en árboles de Lenga.

2. Materiales y métodos.

2.1. Materiales.

Al comienzo del estudio se contaba con una gran cantidad de datos de árboles muestras de Lenga (106 individuos), recolectados en bosques cercanos al Arroyo El Greda, localizado al oeste de la ruta que une las localidades de Trevelin y Corcovado. Los datos se tomaron de árboles apeados en una explotación forestal y las planillas respectivas presentaban la información de diámetro a la altura del pecho (dap), altura total, de cada troza se midió diámetros en cruz con y sin corteza, largo y estado sanitario de la misma. Por ser una explotación forestal el largo de cada troza fue variable, dependiendo de su aptitud industrial.

Por otro lado en bosques de la zona del Cerro La Parva, cercano a la localidad de Cholila, se midieron 59 árboles, apeados para la evaluación del rendimiento de esos bosques y la confección de las tablas de volúmenes. En este caso también los largos de las trozas fueron variables.

Las distribuciones de los dap de los árboles apeados se muestran en los Gráficos 1;2 y 3 (Apendice). Puede apreciarse que el rango de distribución de las muestras de la zona de Cholila, abarca desde la fase juvenil hasta un dap máximo de 83 cm, mientras que el rango de distribución de las otras muestras comienza con un dap mínimo de 30 cm hasta un máximo de 105 cm.

2.2. Metodología.

A los 59 individuos apeados en el Cerro La Parva, se les midió antes del volteo el dap y a algunos de ellos la altura total. Una vez apeados, en los que se pudo, se midió la altura total y luego se trozaron según la aptitud y a cada troza se le tomaron los diámetros en cruz con corteza, espesor de la corteza, largo y calidad. La calidad se establece en base a la forma y estado sanitario.

La determinación de los volúmenes con y sin corteza (en el conjunto total de datos), se realizó con la fórmula de Smalian. Debido a que el trozado se circunscribió exclusivamente a la porción del árbol con aptitud industrial, el porcentaje de corteza, que es la relación entre el volumen sin y con corteza, estaría representando a dicha porción medida.

Los volúmenes obtenidos fueron clasificados por dimensiones y utilidad de las trozas, tal como aparecen en el Anexo I, conformando de esta manera la base de datos para el ajuste y evaluación de distintos modelos matemáticos.

Se ensayaron dos grandes grupos de funciones: locales o de una variable predictora y estandarizadas o de dos variables predictoras. Todos los ajustes se realizaron en base a técnicas de regresión lineal (Mínimos cuadrados), simple y múltiple.

Para la evaluación de la precisión y bondad de los ajustes se utilizaron los siguientes estadísticos, coeficiente de determinación, R^2 ; la prueba de F (cocientes entre los cuadrados medios del error y de la regresión); el error estándar de la estimación (ESE), absoluto y relativo; análisis de los residuales (ANARE), originales y normalizados y la prueba de t (Student) para los coeficientes de ajuste. El coeficiente de determinación mide la reducción que se obtiene en la variación de la variable de respuesta cuando se asocia con un conjunto de variables independientes. Para el caso particular de la regresión múltiple, se utilizó un R^2 ajustado por un factor que tiende a equilibrar el incremento automático que se produce en dicho coeficiente, al aumentar el número de variables independientes. Además se acompañó estos análisis con una apreciación visual del ajuste, es decir como se distribuyen los datos observados con respecto a los calculados por la regresión.

En el análisis comparativo de los modelos, se le ha dado mucha importancia a la aptitud de los mismos, y no se le ha dado a ningún estadístico importancia preponderante. La aptitud es evaluada por intermedio del ANARE y la evaluación visual de la línea de regresión contra los datos observados plotados. Debe tenerse presente que cuando se trabaja con funciones con y sin transformaciones, los estadísticos comunmente usados ya no

son comparables.

Inicialmente se comienza con la evaluación del R^2 y la prueba de F, esta última me confirma o no la hipótesis nula, que se plantea como $H_0 = A=B=etc.=0$, donde A,B,etc. son los coeficientes del modelo, esto significa que si esto se confirma, no existe regresión entre las variables. La hipótesis alternativa es que por lo menos uno de los coeficientes es distinto de cero. Con estos solos evaluadores uno puede llegar a afirmar un buen ajuste matemático, por lo que ahora quedaría por evaluar la aptitud.

En primera instancia se ajustaron modelos locales para cada zona, es decir se correlacionaron los volúmenes brutos con los dap. Una vez seleccionados se realizaron una serie de pruebas para determinar si entre ambos conjuntos de datos existían diferencias significativas. Se utilizó la prueba de t para datos apareados, primero entre las dos ecuaciones seleccionadas y luego entre datos observados tomados al azar de una zona y la función seleccionada de la otra. El nivel de significación fue del 5%.

El objetivo era determinar si existían diferencias significativas entre los ejemplares de una y otra región como para considerarlos de distintas poblaciones. Si no existieran diferencias desde el punto de vista estadístico, significaría que podría utilizarse cualquiera de las funciones ajustadas para ambas regiones, o es más, podrían juntarse todos los datos y ajustar una sola función local para dichas regiones. Esto es independiente de la construcción de una tabla estandar, ya que esta tiene un objetivo de uso extensivo, es decir que previa convalidación pueda utilizarse en cualquier bosque de Lengua dentro de límites razonables en la Provincia.

Para la transformación del volumen con corteza al que están referidos todos los modelos, en volumen sin corteza, se ajustó una función entre el dap y el porcentaje de corteza obtenido en volumen con individuos de las dos zonas estudiadas.

2.2.1. Estimación del volumen neto.

La estimación de los volúmenes netos o útiles representa uno de los estudios más importantes desde el punto de vista del manejo forestal. También es más costoso que el de elaboración de tablas de volúmenes brutos o totales, la razón es la enorme variación que muestran los rendimientos individuales. La gran dispersión se origina, por un lado, por la variabilidad del estado sanitario de un individuo a otro, y por el otro, la variabilidad dada por la forma o porte de los árboles.

Lamentablemente para el presente se dispone de una cantidad limitada de datos, por un problema exclusivamente de tiempo, pero la tarea no pretende concluirse aquí, sino por el contrario solamente comenzarla.

Para la determinación de volúmenes útiles, se han ensayado dos procedimientos, uno se apoya en un ajuste gráfico de los porcentajes de volúmenes netos por clases diámetricas, y el otro en un ajuste por mínimos cuadrados entre las variables volumen neto/dap. Cabría la posibilidad en el primer método, también ajustar una función, tal como lo propone Cailliez (1980), pero en este caso se considera más apropiada la aproximación gráfica por la irregularidad de la tendencia.

2.2.2. Modelos ensayados.

Se probaron 10 modelos para las tablas de volúmenes brutos locales, 6 para la tabla de volumen neto y 10 para la tabla de volumen estandar.

Para las tablas de volúmenes brutos locales se ensayaron las siguientes ecuaciones:

VB : volumen bruto con corteza.
 VN : volumen neto con corteza.
 D : diámetro a la altura del pecho (dap).
 H : altura total.

a-Modelos aritmeticos.

$VB = a + bD + cD^2$
 $VB = a + bD^2 + cD^3$
 $VB = a + bD + cD^2 + dD^3$
 $VB = a + bD^2$
 $VB = D (a + bD)$
 $VB = bD + cD^2$

b-Modelos logarítmicos.

$VB = a D^b$
 $VB = D (a D^b)$
 $\log VB = a + b \log D + cD^2$
 $\log VB = a + b \log D + c1/D^2$

Para el ajuste local de los volúmenes netos se ensayaron los siguientes modelos:

a-Modelos aritmeticos.

$$VN = a + bD + cD^2$$

$$VN = bD + cD^2$$

$$VN = a + bD + cD^2 + dD^3$$

b-Modelos logarítmicos.

$$\log VN = a + b \log D$$

$$\log VN = a + b \log D + cD^2$$

$$\log VN = a + b \log D + cD$$

Para la confección de la tabla de volumen estandar, se probaron los siguientes modelos:

a-Modelos aritmeticos.

$VB = a + bDH$	(Spurr)
$VB = a + bD^2H$	(S. modificada)
$VB = D^2 (a + bH)$	(Ogaya)
$VB = D (a + bDH)$	(modificada)
$VB = a + bD^2 + cD^2H + dH$	(Stoate)
$VB = bD^2 + cD^2H + dDH^2 + eH^2$	(Naslund)
$VB = a + bD + cD^2 + dDH + eD^2H$	(Meyer)
$VB = a + bD + cD^2 + dDH + eH^2 + fH$	(M.modificada)

b-Modelos logarítmicos.

$\log VB = a + b \log D + c \log H$	(Schumacher-Hall)
$\log VB = a + b \log (D^2H)$	(Spurr)

Para el procesamiento de los datos se utilizó una computadora compatible con IBM, de 512 Kb y periféricos y otra, IBM PS/2 de 1Mb y periféricos. Los ajustes de las funciones se realizó con el software Statgraphics v 2.6.



3. Resultados y discusión.

Los resultados se consideran satisfactorios, en general se ha tratado de seleccionar modelos simples, en lo que se refiere a cantidad de términos o parámetros. A continuación se muestran los estadísticos obtenidos para cada modelo.

Zona del Cerro La Parva, modelos locales de volumen bruto.

Modelo	R^2	F	ESE
$VB=a+bd+cd^2$	95.5%	601**	0.423
$VB=a+bd+cd^2+dd^3$	95.3%	394**	0.427
$VB=a+bd^2$	95.0%	1097**	0.442
$VB=bd+cd^2$	97.4%	1094**	0.423
$VB=a \cdot D^b$	95.0%	1076**	0.374
$\log VB=\log a+b\log D+cd^2$	94.8%	534**	0.375
$\log VB=\log a+b\log D+c \cdot 1/D^2$	94.8%	529**	0.377
$\log VB=\log a+b\log D+cd$	94.8%	533**	0.376
$VB=a+b\log D+cd^2$	95.3%	595**	0.425

Zona del Cerro La Parva, modelos locales de volumen neto con corteza.

Modelo	R^2	F	ESE
$VN=a+bd+cd^2$	49.1%	13**	0.571
$VN=bd+cd^2$	88.7%	94**	0.560
$Vn=a+bd+cd^2+dd^3$	47.0%	8**	0.583
$\log VN=\log a+b\log D$	63.1%	42**	0.361
$\log VN=\log a+b\log D+cd^2$	62.6%	21**	0.363
$\log VN=\log a+b\log D+cd$	62.9%	21**	0.362

Zona del arroyo El Greda, modelo local de volumen bruto con corteza.

Modelo	R^2	F	ESE
$VB=a+bd+cd^2$	86.4%	333**	0.773
$VB=a+bd^2+cd^3$	86.3%	331**	0.778
$VB=a+bd+cd^2+dd^3$	87.1%	237**	0.754
$\log VB=\log a+b\log D+cd^2$	86.5%	338**	0.182
$\log VB=\log a+b\log D+cd^2$	86.5%	337**	0.182
$\log VB=\log a+b\log D$	88.8%	823**	0.166

Modelos ensayados con el conjunto total de datos para la confección de una tabla estandar de volumen bruto con corteza, se muestran en el cuadro siguiente:

Modelo	R ²	F	ESE
Spurr (aritmético)	86.6%	934**	0.900
Spurr modificada	89.7%	1260**	0.789
Ogaya	60.0%	218**	-
modificada	84.5%	784**	0.011
Stoate	92.8%	625**	0.658
Naslund	98.2%	1998**	0.597
Meyer	94.0%	566**	0.603
Meyer modificada	92.7%	367**	0.665
Schumacher-Hall	97.8%	3240**	0.185
Spurr (logarítmica)			

En general los modelos ajustados para los árboles de la zona del Co La Parva, mostraron todos cierto grado de heterocedasticidad en el ANARE, pero en el modelo elegido se considero este grado como aceptable, por lo que no hubo necesidad de entrar a la regresión ponderada.

En cuanto a las pruebas de t para detectar o no diferencias significativas entre los grupos de datos, estas arrojaron, en las 3 pruebas, diferencias significativas al nivel del 5%; esta situación establece que no es indistinto el uso de una u otra ecuación local de volumen bruto en cualquiera de las zonas estudiadas. Si se observa detenidamente el cuadro N 2, que muestra los valores volumen de cada tabla local, se notará el nivel superior de los volúmenes individuales para los árboles provenientes del área del Ao. El Greda. Esto no hace mas que reflejar las diferencias puntuales entre las observaciones y a la vez fortalece la tabla de volumen estandar en cuanto al rango de utilización.

Los modelos seleccionados y sus evaluadores son los siguientes:

A - Estimación del volumen bruto a través de modelos locales.

A1 - Zona del Cerro La Parva.

$$VB = 0.218412 - 0.031932 D + 0.001519 D^2.$$

$$R^2 = 95.4\%$$

$$F(2,56) = 601**$$

$$ESE = 0.423 \text{ m}^3$$

$$ta = 0.9251 \text{ ns}$$

$$tb = -2.4749 *$$

$$tc = 10.0550 **$$

Intervalos de confianza:(al 95% de prob.)

coeficiente límite sup. límite inf.

a -0.25465 0.69147

b -0.05778 -0.00608

c 0.00122 0.00182

El rango de utilización del modelo va desde un dap de 10 cm hasta uno de 80 cm. A pesar de que el test acerca del coeficiente "a" no arroja significación, la aptitud del modelo es buena a partir de los 10 cm; por otro lado se prefirió no trabajar con regresión condicionada por la dificultad de evaluarla estadísticamente, como se sabe al trabajar con sumas de cuadrados no corregidas, en estos modelos se produce un R^2 inflado, que distorsiona la evaluación.

Los modelos polinómicos, como es el caso del seleccionado, presentan multicolinealidad, pero serían los únicos casos en que dicho efecto es beneficioso (LEMA T, 1989).

El ANARE muestra cierta heterocedasticidad (Gráfico N 8). Ningún residual normalizado ($\text{errori}/\text{ESerrori}$), superó el rango de ± 3 desviaciones estandar, factor que permite inferir que todos los datos pertenecen a la misma población.

En los gráficos N 9 y 5, pueden observarse la línea de regresión y los intervalos de confianza respectivamente.

A2 - Zona del arroyo El Greda.

$$VB = 0.0004758 * D^{2.22078}$$

$R^2_{aj.}$: 88.9%	ta: -24.153**
F(1,103): 823**	tb: 28.681**
ESE : 0.166	

Intervalos de confianza:(al 95% de prob.)

coeficiente	límite sup.	límite inf.
a	antilog-8.27868	antilog-7.02205
b	2.06718	2.37438

El rango de utilización va desde un dap de 30 cm hasta uno de 100 cm. Las pruebas de t para ambos coeficientes dieron altamente significativos. El análisis de los residuales muestra una buena dispersión de estos y ningún residual normalizado supera el rango de ± 3 desviaciones estandar.

Es importante recalcar que el valor de ESE presentado se refiere a las variables transformadas, de tal manera que no es válido compararlo con el del modelo anterior (sin transformación); su utilización se restringe a la comparación con otros modelos de similar transformación de sus variables.

b - Estimación del volumen bruto a través de un modelo estandar.

$$VB = -10.134164 + 2.218725 \log D + 0.786149 \log H$$

$$\begin{array}{ll} R^2 &= 97.8\% \\ F(2,143) &= 3240^{**} \\ ESE &= 0.185 \end{array} \quad \begin{array}{ll} t_a &= -69.66^{**} \\ t_b &= 38.84^{**} \\ t_c &= 9.79^{**} \end{array}$$

Intervalos de confianza:(al 95% de prob.)		
coeficiente	límite sup.	límite inf.
a	-10.4218	-9.84651
b	2.10579	2.33166
c	0.62746	0.94484

La confección de la tabla de volumen de doble entrada es la que presenta menos complicaciones. Al estimar a partir de dos variables independientes ofrece una gran flexibilidad, pues estaría representando numerosas curvas de la tercera variable (altura total) sobre un par de ejes coordenados que contiene a las restantes (dap y volumen bruto). Otro factor favorable el apropiado número de datos con el que se ha trabajado (n=143), y el aumento del rango de aplicación de la misma.

En los gráficos N 12 y 13, pueden observarse el buen ajuste del modelo a los datos observados, sobre todo si los comparamos con la aptitud de los modelos locales.

c - Estimación del volumen neto.

$$VN = -0.551207 + 0.02516 D + 0.000185 D^2.$$

$$\begin{array}{ll} R^2 &= 49.1\% \\ F(2,22) &= 13^{**} \\ ESE &= 0.326 \text{ m}^3 \end{array} \quad \begin{array}{ll} t_a &= -0.298\text{ns} \\ t_b &= 0.383\text{ns} \\ t_c &= 0.326\text{ns} \end{array}$$

Intervalos de confianza:(al 95% de prob.)		
coeficiente	límite sup.	límite inf.
a	-4.38711	3.28469
b	-0.11104	0.16136
c	-0.00099	0.00136

Este modelo se escogió exclusivamente por su aptitud, más que por los estadísticos que presenta. Ya se citó que es difícil conseguir buenos ajustes para un fenómeno de tanta variabilidad.

Las observaciones de volúmenes netos guardan una fuerte relación con los volúmenes aptos para aserrado mayor. Para el presente estudio se escogió utilizar el volumen neto, que es levemente inferior, por el descuento implícito por sanidad que trae. La razón es que el modelo ajustado va a ser aplicado exclusivamente en la zona donde

se extrajeron las muestras. En el futuro lo apropiado sería que las tablas de volumen neto o útiles se elaboren con la información de volumen potencial utilizable y los descuentos se realicen posteriormente con la información de los estados individuales dados por el inventario forestal.

En los gráficos N 4 y 15, se observan los datos observados con la línea de regresión y los intervalos de confianza, tal lo expuesto la variación que muestran es grande, aunque la precisión es aceptable.

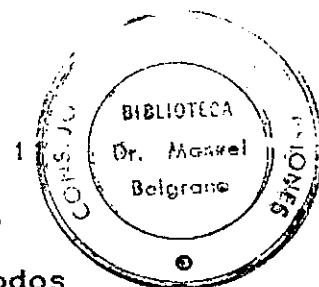
A pesar de lo expuesto precedentemente, la forma de estimar volúmenes útiles, estableciendo porcentajes de rendimiento por clases diamétricas, da una aproximación mejor que el método anterior. Esto es debido a que considera, para establecer el porcentaje útil, los individuos que no aportan volumen maderable, ya sea por sanidad o porte. Es decir que su resultado expresa los factores locales del sitio, que afectan el rendimiento.

Como conclusión, en el método de estimar volúmenes netos a través de una regresión, necesita como complemento la información acerca del estado sanitario y forestal de los árboles a evaluar, para luego realizar el descuento correspondiente. Esto se torna más importante cuando la base de datos para la regresión se compone de volúmenes maderables potenciales. Ello hace que la utilización del modelo o tabla sea menos local.

Como contrapartida el utilizar porcentajes de volúmenes útiles, no necesitaría de la información de los estados individuales y su información tiene uso local. La exactitud de este método no se mide a nivel individual, sino a nivel de masa.

CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE AMBOS METODOS.

CLASE DAP (cm)	n	VN/VB OBS. (%)	VN/VB CALC. (%)	VN CLASE METODO 1 (m ³)	VN CLASE METODO 2 (m ³)
30-35	2	0.18	0.20	0.462	0.161
35-40	-	-	-	0.652	0.359
40-45	2	0.38	0.41	0.852	0.658
45-50	4	0.49	0.49	1.061	1.043
50-55	7	0.43	0.43	1.280	1.160
55-60	3	0.36	0.37	1.507	1.277
60-65	1	0.37	0.36	1.744	1.496
65-70	3	0.29	0.35	1.990	1.744
70-75	2	0.40	0.34	2.245	2.031
75-80	1	0.39	0.34	2.510	2.335
80-85	1	0.33	0.34	2.784	2.694
sumas	26			37.851	33.580



Metodo 1: en base al modelo de regresión.
Metodo 2: en base al rendimiento porcentual.

La diferencia porcentual entre ambos metodos es del 12.5% y si no es mayor es debido a que para la regresión* se utilizó el volumen útil y no el neto potencial.

3.1.Determinación del porcentaje de corteza.

La función ajustada entre el porcentaje de corteza y el dap, sigue las tendencias generales de estos tipos de variables, que es descendente del tipo exponencial negativo. La misma es la siguiente:

$$PC = \exp(a + bDAP^2)$$

donde:

PC : porcentaje de corteza.
DAP: diámetro a la altura del pecho c/c.

Los estadísticos obtenidos son los siguientes:

R^2 : 13.3%
 $F(1,115)$: 17.6**
ESE : 0.176

El ANARE muestra una buena distribución de los residuales (Gráfico N 17). Es difícil que por la dispersión de los puntos (Gráfico N 16), se obtenga un R^2 superior, lo importante es que la prueba de F revela la existencia de una relación entre las variables y el ANARE una buena aptitud. Una forma de elevar el valor obtenido del R^2 , sin que exista cambios notables en los resultados, sería trabajar con valores promedios por clases diamétricas, pues eso reduciría los desvíos en forma drástica.

CUADRO N 1: Estimados del porcentaje de corteza por clases diamétricas.

Clase dap (cm)	% Corteza
10	10.5
20	10.4
30	10.2
40	10.0
50	9.6
60	9.2
70	8.8
80	8.3
90	7.8
100	7.2

4. Bibliografía.

- ALDER, D.; Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. FAO, Vol 22/2: Predicción del rendimiento. Roma-Italia, 1981.
- CAILLIEZ, F.; Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. FAO, Vol 22/1: Estimación del volumen. Roma-Italia, 1981.
- CAPPELLETTI, Carlos A.; Elementos de Estadística. 2da. Edición. Ed Cesarini Hnos. Buenos Aires, 1983.
- CRONICA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE. Vol III, N 1 y 2. Medellín-Colombia, 1988.
- GLADE, Jorge y otro; Ecuaciones de volumen para Eucalyptus grandis Hill ex Maiden, en el noreste de Entre Ríos. Actas del VI Congreso Forestal Arg. Santiago del Estero, 1988. Pag. 416-420.
- KENNEDY, John y otro; Estadística para Ciencias e Ingeniería. Ed. Harla. 2da. Edición. México, 1982.
- LEMA T., A. Apuntes del Curso de Dasometría e Inventarios Forestales. Curso de Post-grado. Inedito. Medellín-Colombia, 1989.
- MARIOT, V.; Tabla de Cubicación de madera en pie en montes implantados, ventajas y desventajas en el uso de las variables: dap, alturas y coeficientes de forma. Actas del VI Congreso Ftal Arg Santiago del Estero, 1988. Pag. 444-448.
- MARIOT, V. y otro; Tabla Local de Volumen para uso comercial de Pinos Resinosos implantados en la Provincia de Tucumán. Actas del VI Congreso Forestal Arg. Santiago del Estero, 1988. Pag. 438-443

CUADRO N 2: TABLAS DE VOLUMEN LOCALES

Modelo 1: Tabla de volumen bruto - Zona Cerro La Parva.
 Modelo 2: Tabla de volumen neto - Zona Cerro La Parva.
 Modelo 3: Tabla de volumen bruto - Zona A. El Greda.

dap (cm)	1	2	3
10	0.051	-	-
12	0.054	-	-
14	0.069	-	-
16	0.096	-	-
18	0.136	-	-
20	0.187	-	-
22	0.251	-	-
24	0.327	-	-
26	0.415	-	-
28	0.515	-	-
30	0.628	0.370	0.908
32	0.752	0.443	1.047
34	0.889	0.518	1.198
36	1.037	0.594	1.360
38	1.198	0.672	1.534
40	1.372	0.751	1.719
42	1.557	0.832	1.916
44	1.754	0.914	2.124
46	1.964	0.998	2.345
48	2.185	1.083	2.577
50	2.419	1.169	2.822
52	2.665	1.257	3.079
54	2.923	1.347	3.348
56	3.194	1.438	3.629
58	3.476	1.530	3.923
60	3.771	1.624	4.230
62	4.078	1.720	4.550
64	4.397	1.817	4.882
66	4.728	1.915	5.227
68	5.071	2.015	5.586
70	5.426	2.116	5.957
72	5.794	2.219	6.342
74	6.173	2.324	6.740
76	6.565	2.430	7.151
78	6.969	2.537	7.576
80	7.385	2.646	8.014
82	-	-	8.465
84	-	-	8.931
86	-	-	9.410
88	-	-	9.903
90	-	-	10.409

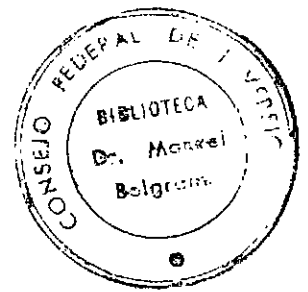


GRAFICO N° 1

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
ZONA: CHOLILA TABLA: VOLUMEN BRUTO

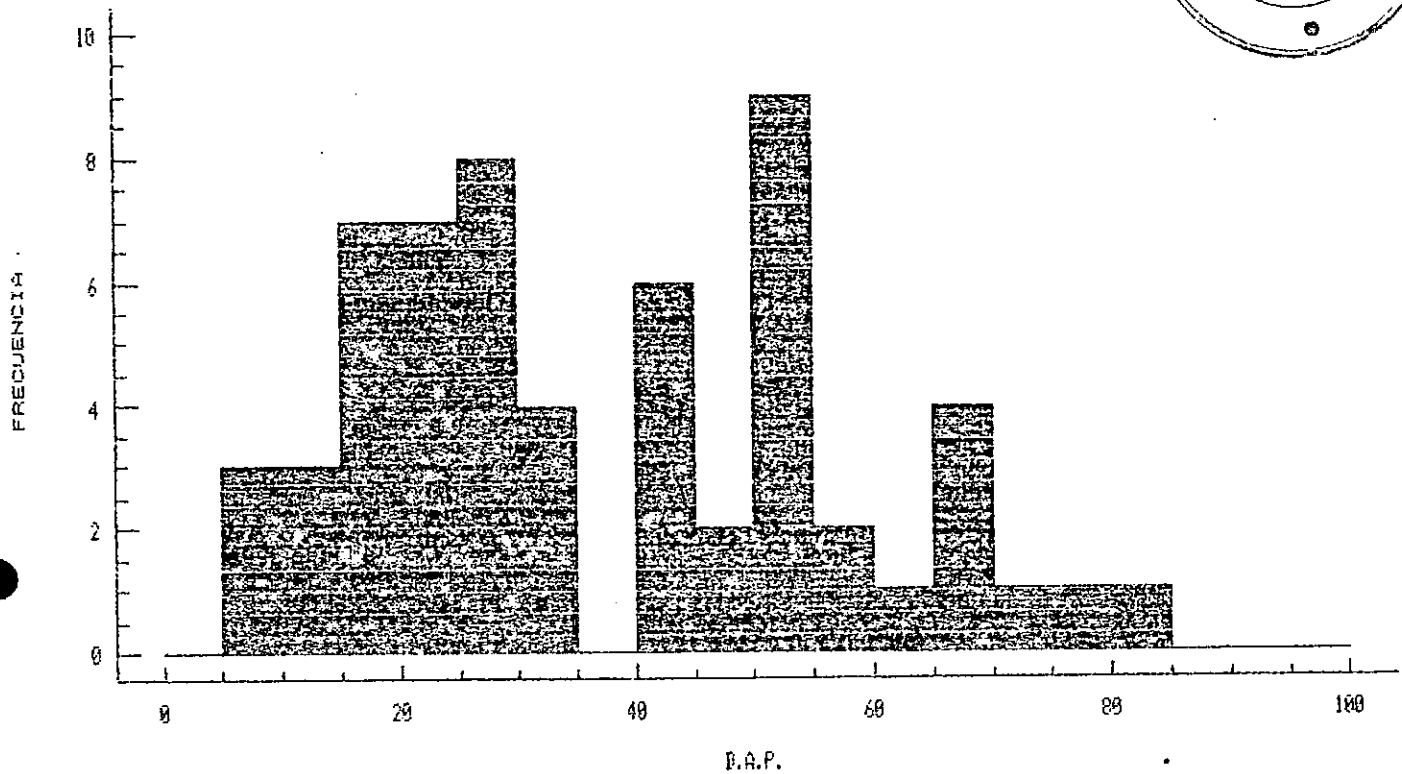


GRAFICO N° 2

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
ZONA: A. EL GREDA TABLA: VOLUMEN BRUTO

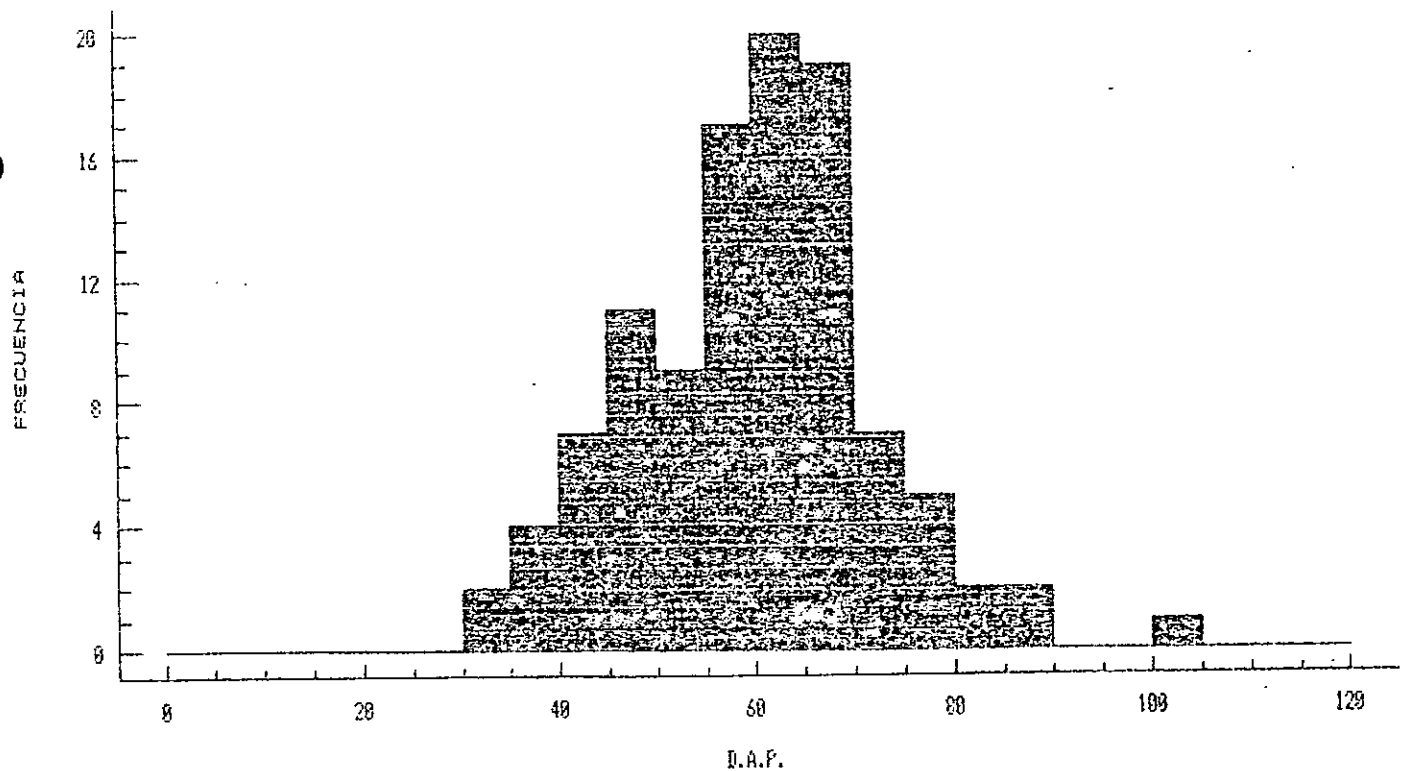


GRAFICO N° 3

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA
ZONA: CHOLILA TABLA: VOLUMEN NETO

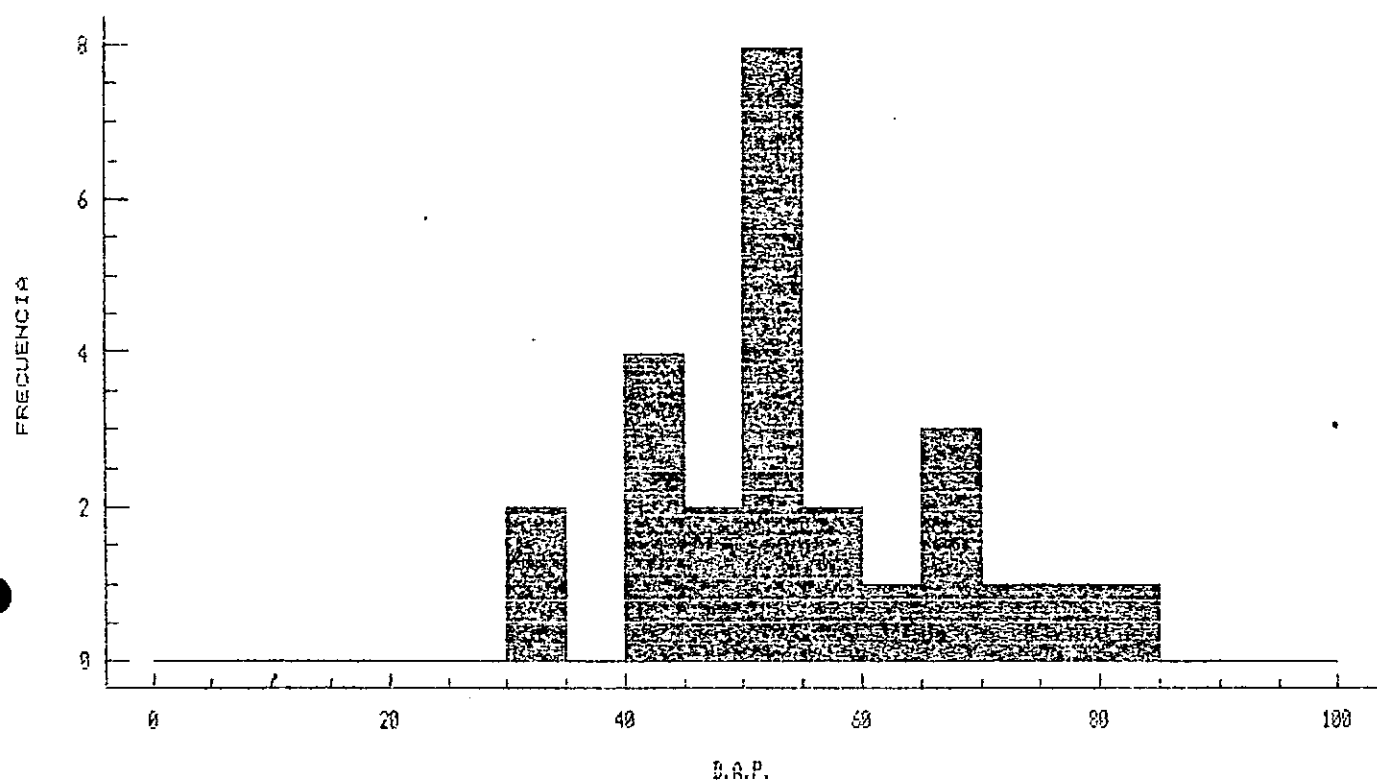


GRAFICO N° 4

LINEA DE REGRESION DE LA FUNCION DE VOLUMEN NETO

ZONA DEL CERRO LA PARVA

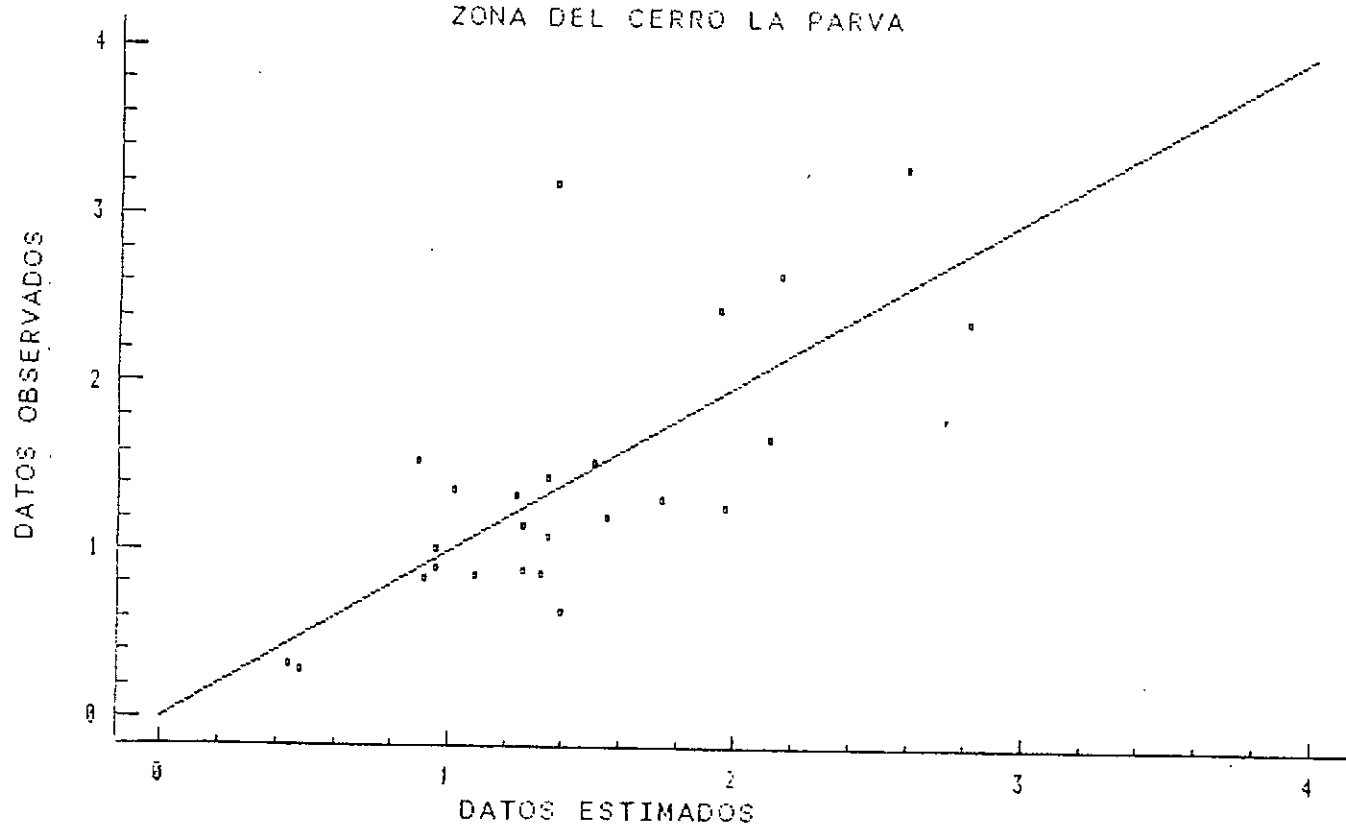


GRAFICO Nº 5

INTERVALOS DE CONFIANZA
AL 95% DE PROBABILIDAD
VOLUMEN BRUTO CON CORTEZA
ZONA DEL CERRO LA PARVA

— Intervalo
• Observación

DATOS OBSERVADOS

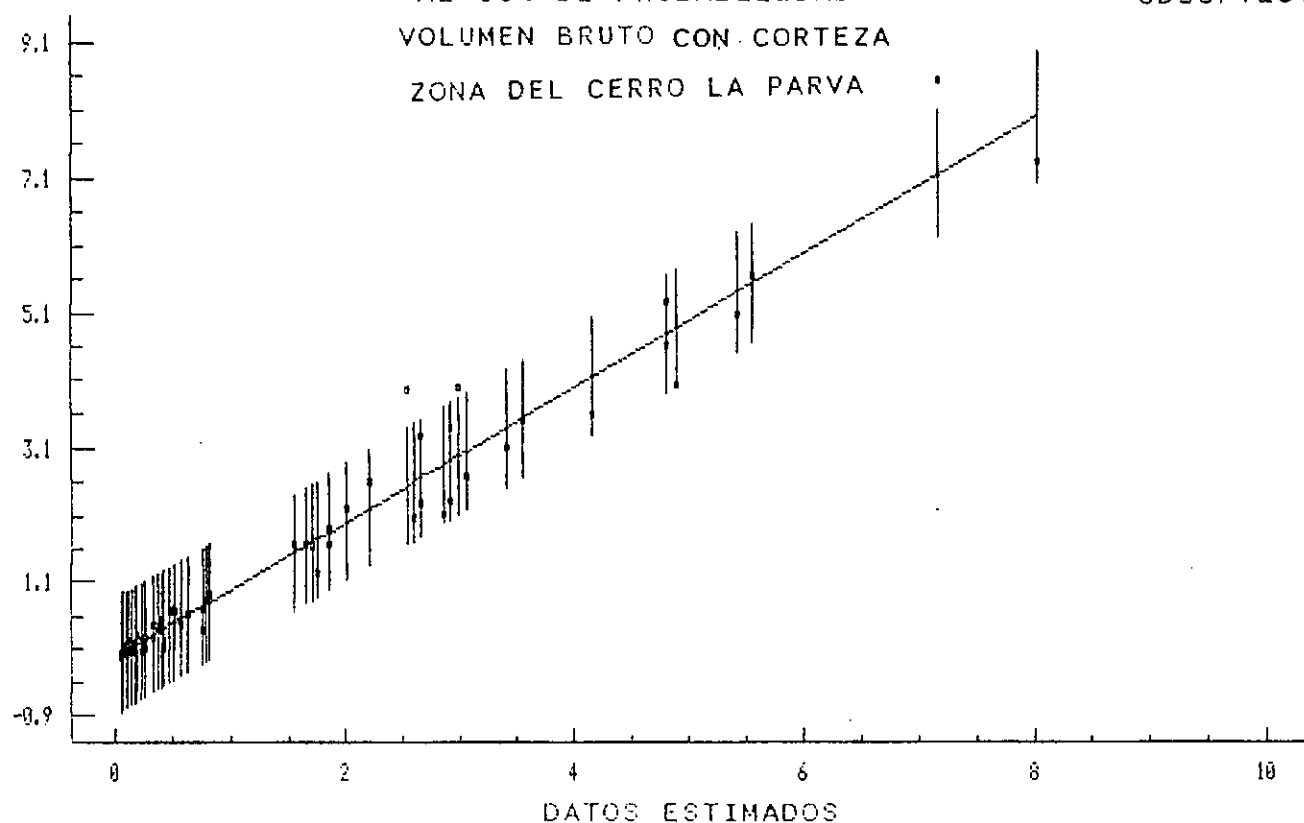


GRAFICO Nº 6

DISPERSION DE LOS RESIDUALES

VOLUMEN NETO CON CORTEZA
ZONA DEL CERRO LA PARVA

RESIDUALES

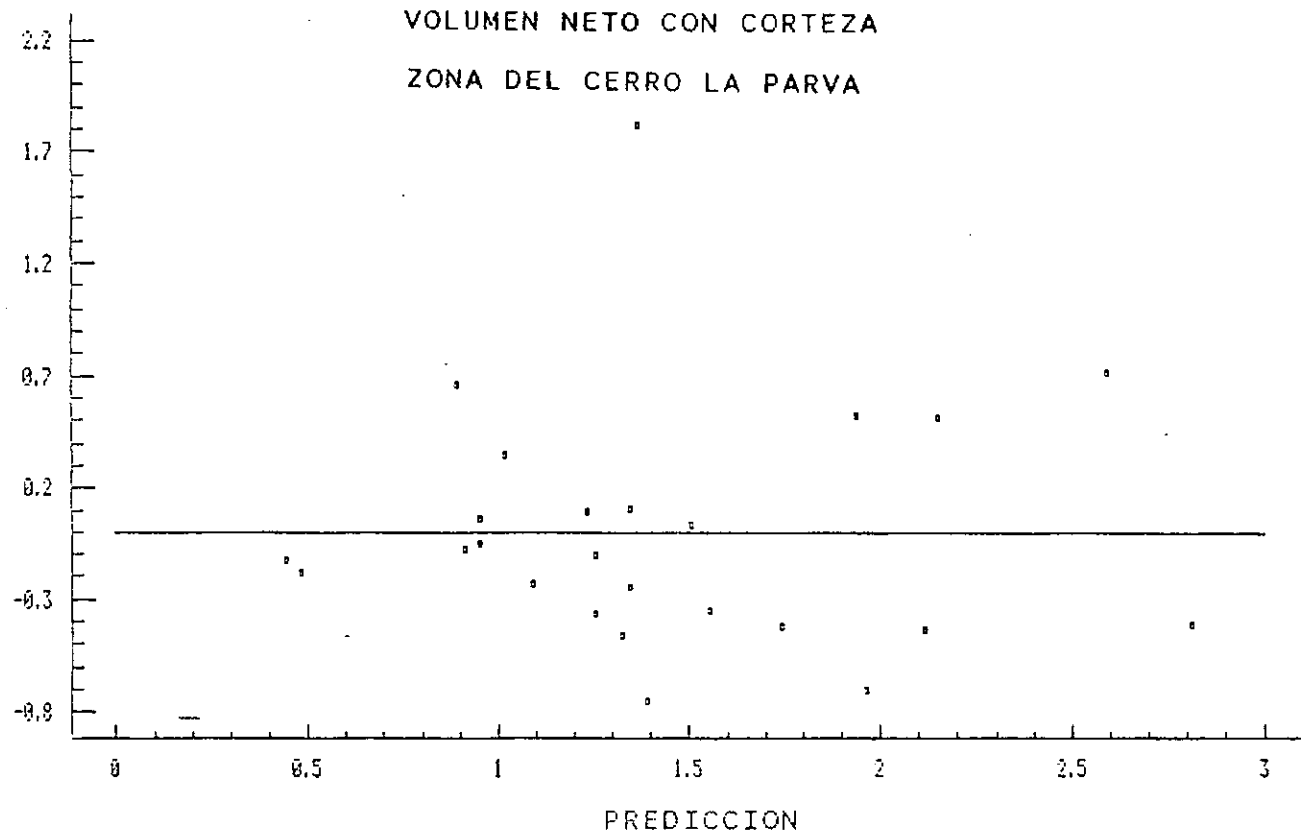


GRAFICO Nº 7 . ESTIMACION DEL VOLUMEN BRUTO Y NETO
ZONA DEL CERRO LA PARVA

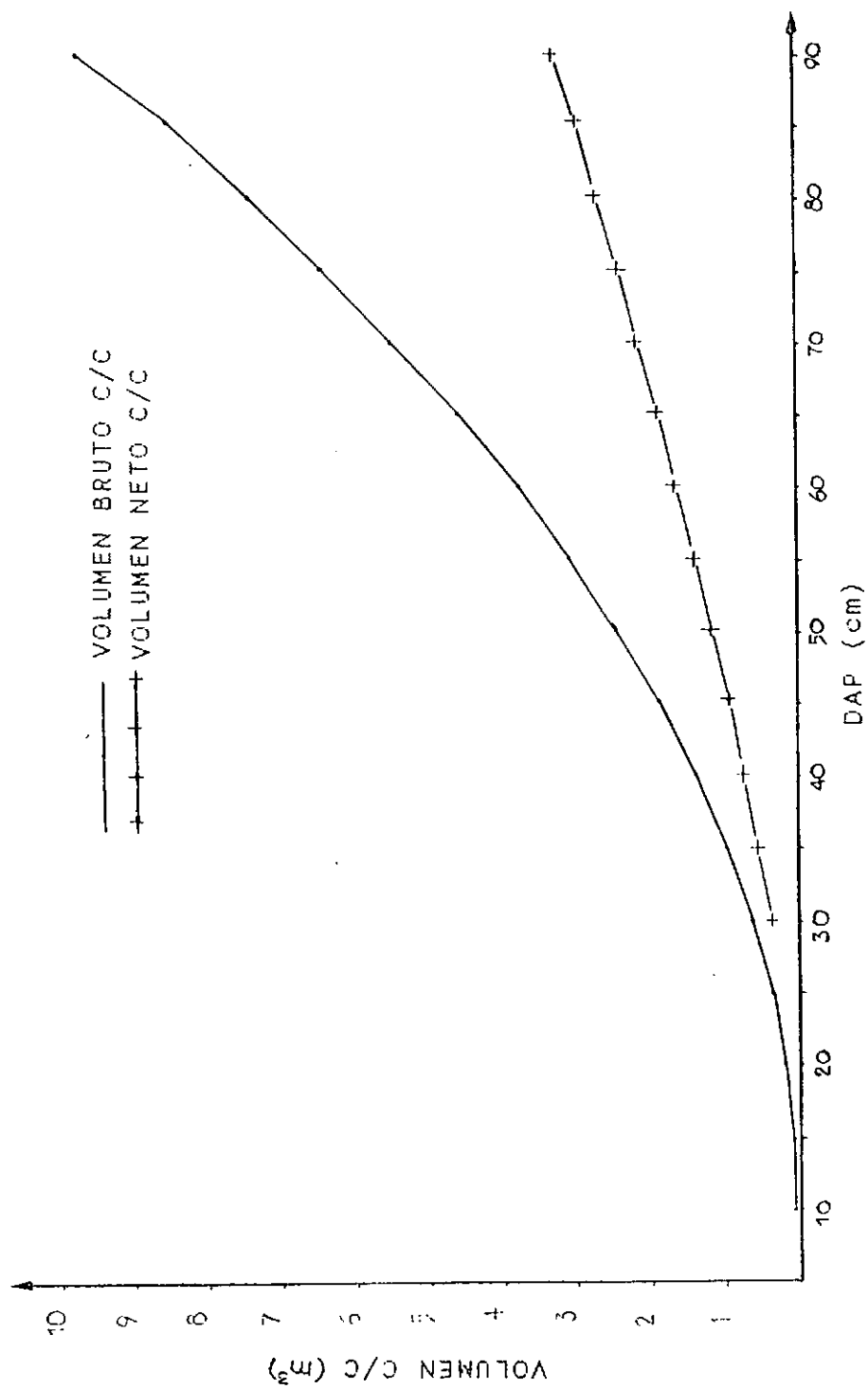


GRAFICO Nº 8

DISPERSION DE LOS RESIDUALES

ZONA DEL CERRO LA PARVA

VOLUMEN BRUTO CON CORTEZA

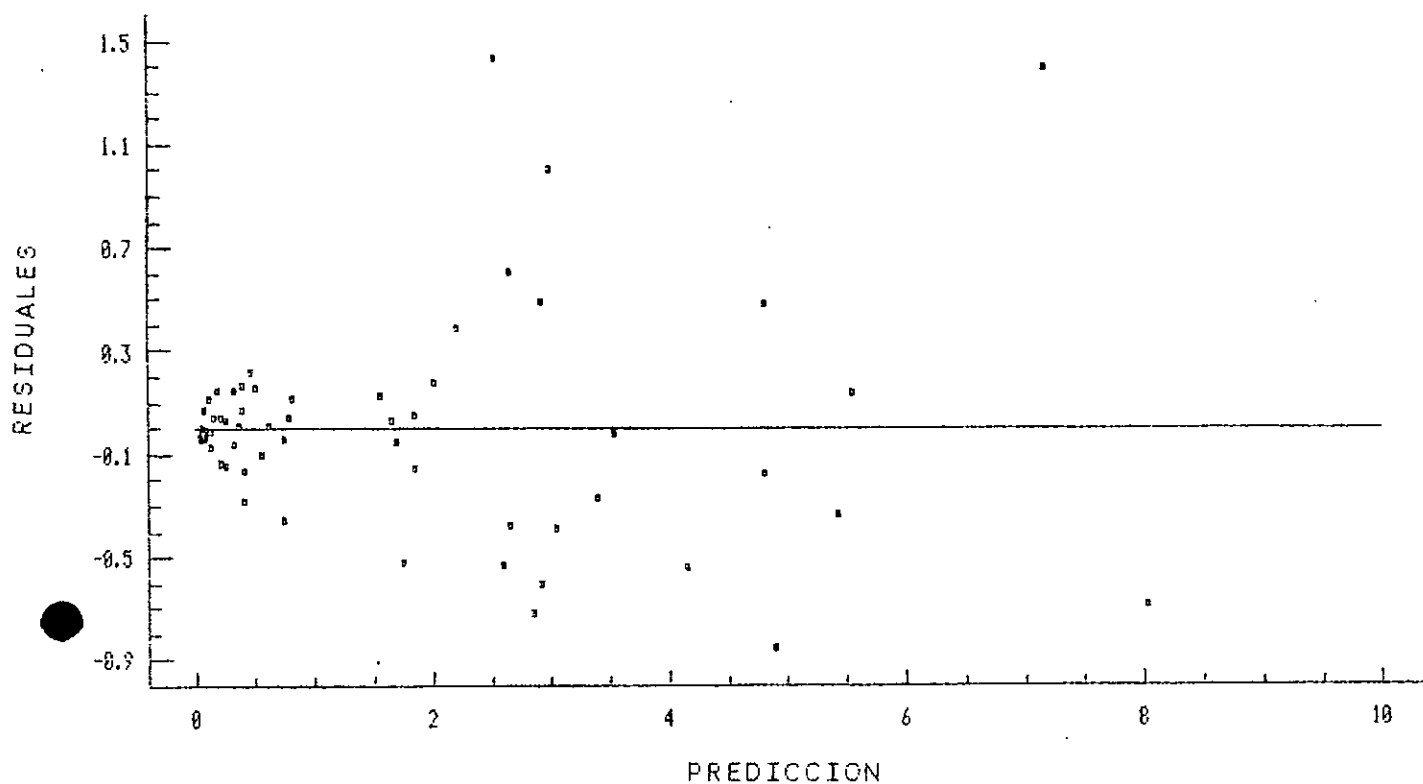


GRAFICO Nº 9

VOLUMEN BRUTO CON CORTEZA

ZONA DEL CERRO LA PARVA

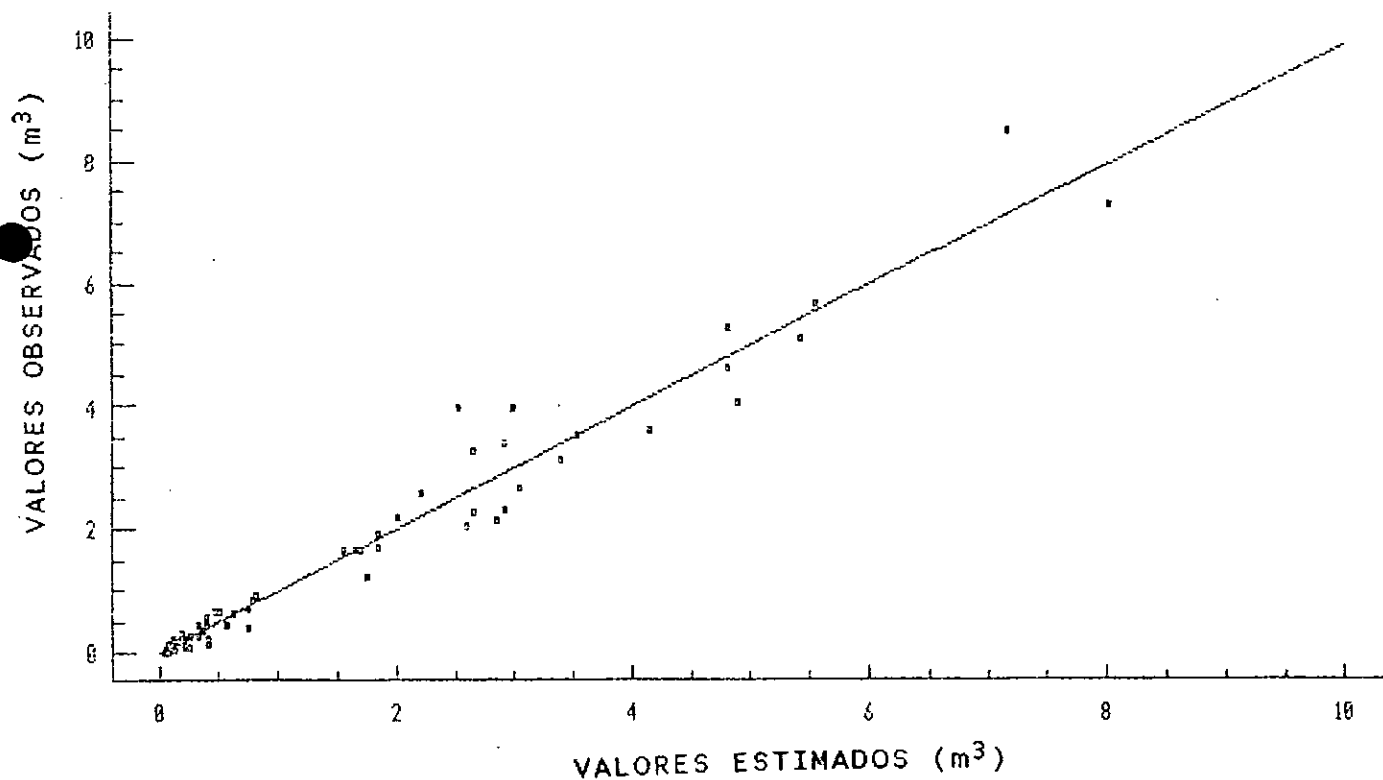


GRAFICO Nº 10

REGRESION ENTRE VOLUMEN BRUTO Y DAP

ZONA DEL A. EL GREDA

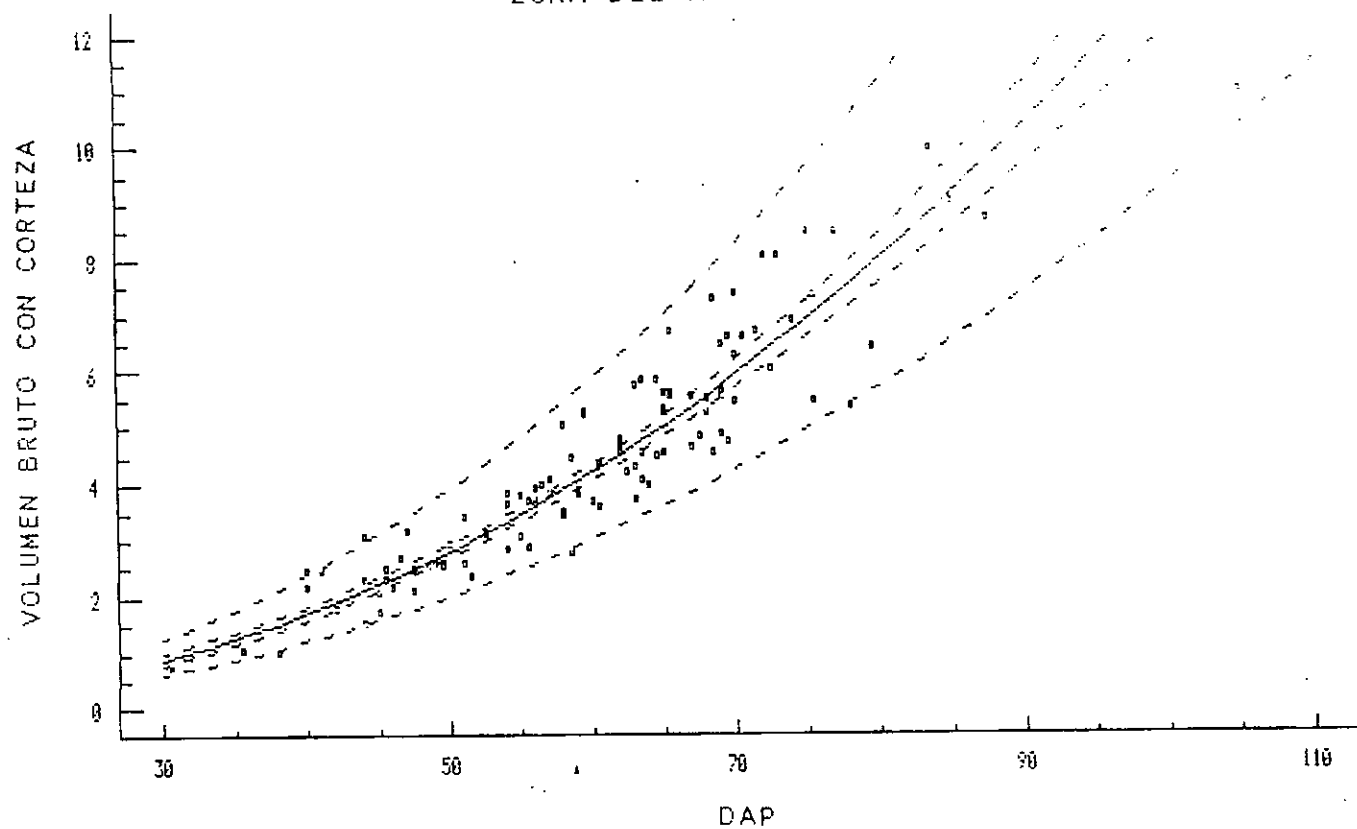


GRAFICO Nº 11 RESIDUALES DE LA FUNCION LOCAL DE VOLUMEN BRUTO
ZONA DEL ARROYO EL GREDA

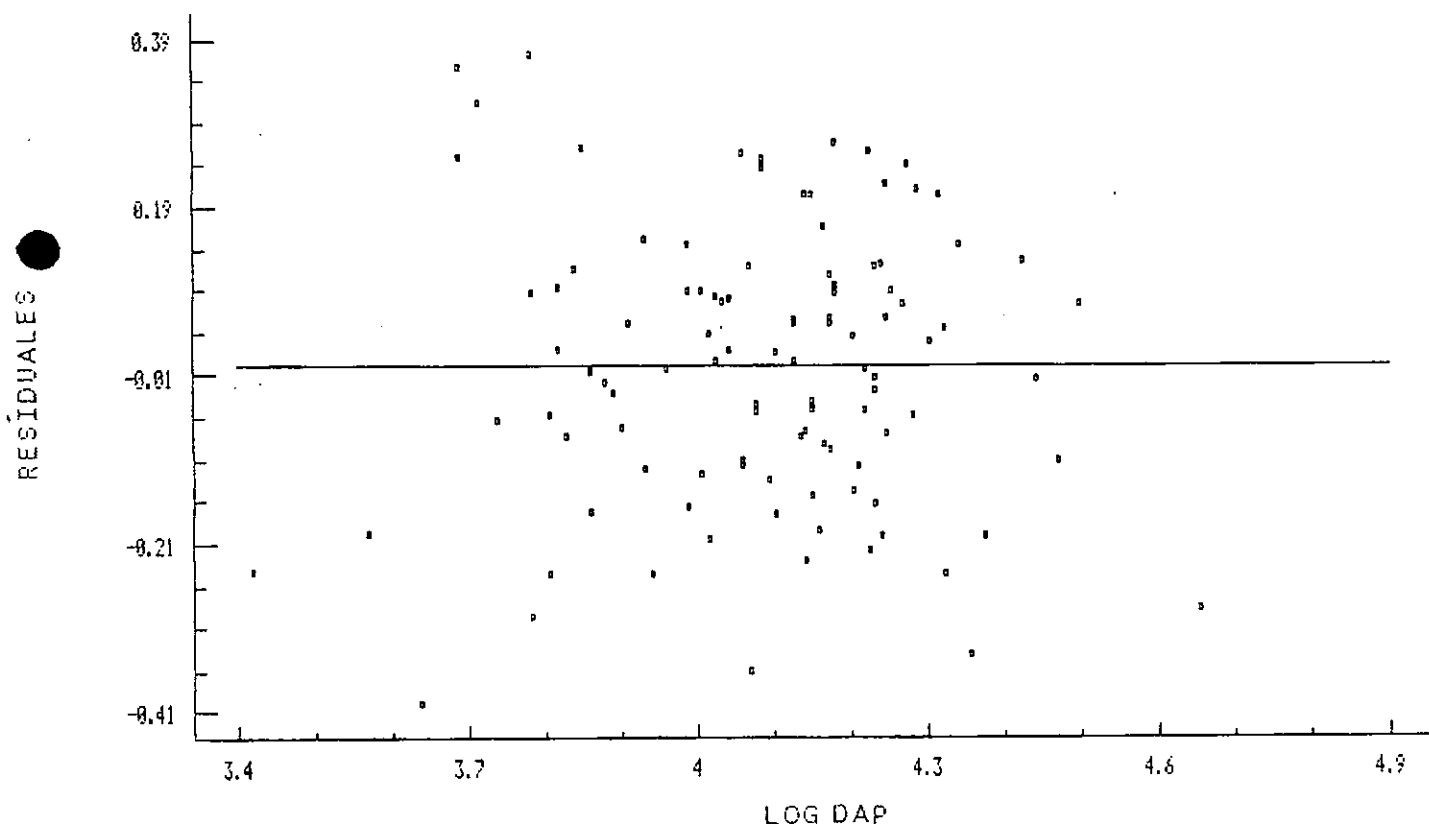


GRAFICO Nº 12. LINEAS DE REGRESION DE LA FUNCION ESTANDART

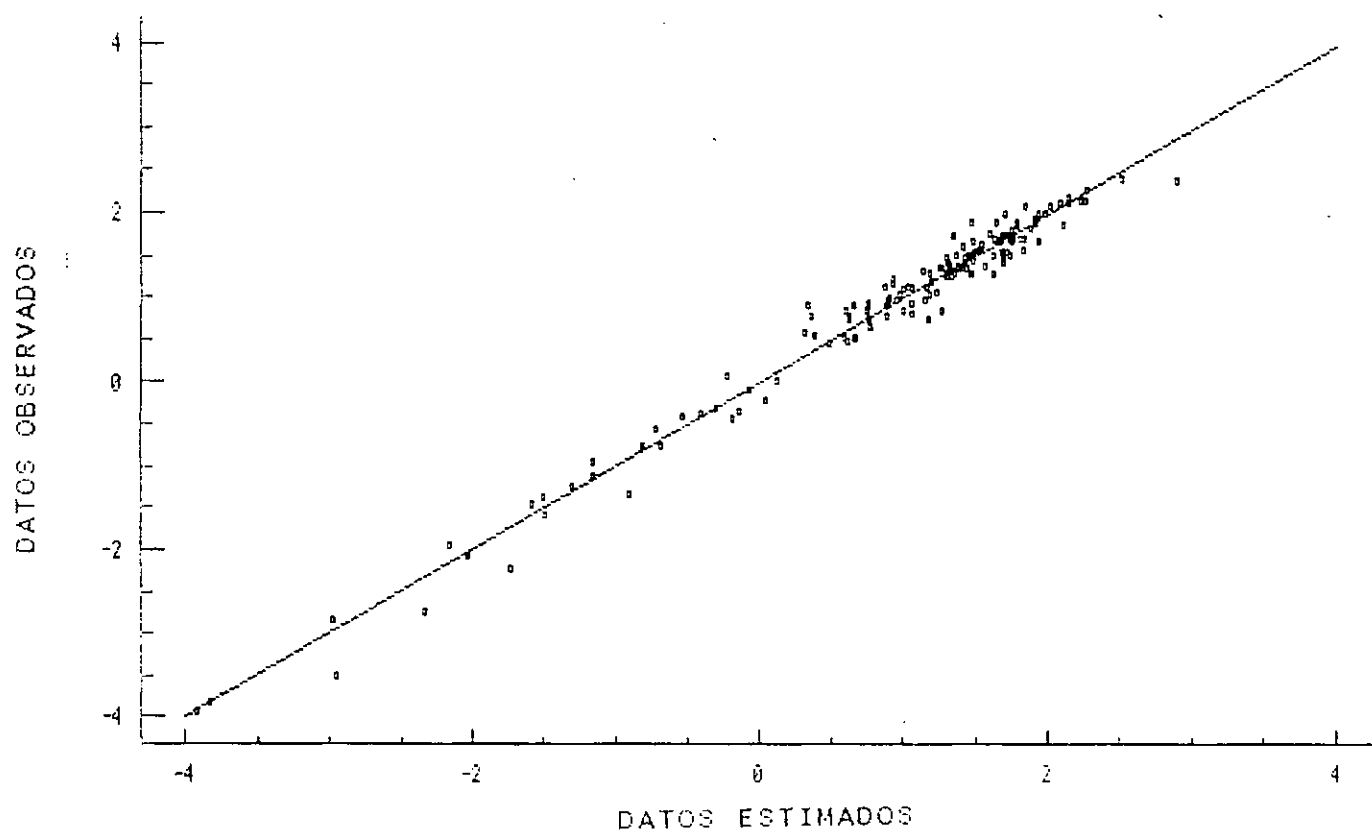


GRAFICO Nº 13 DISPERSION DE LOS RESIDUALES

VOLUMEN BRUTO CON CORTEZA

FUNCION ESTANDART

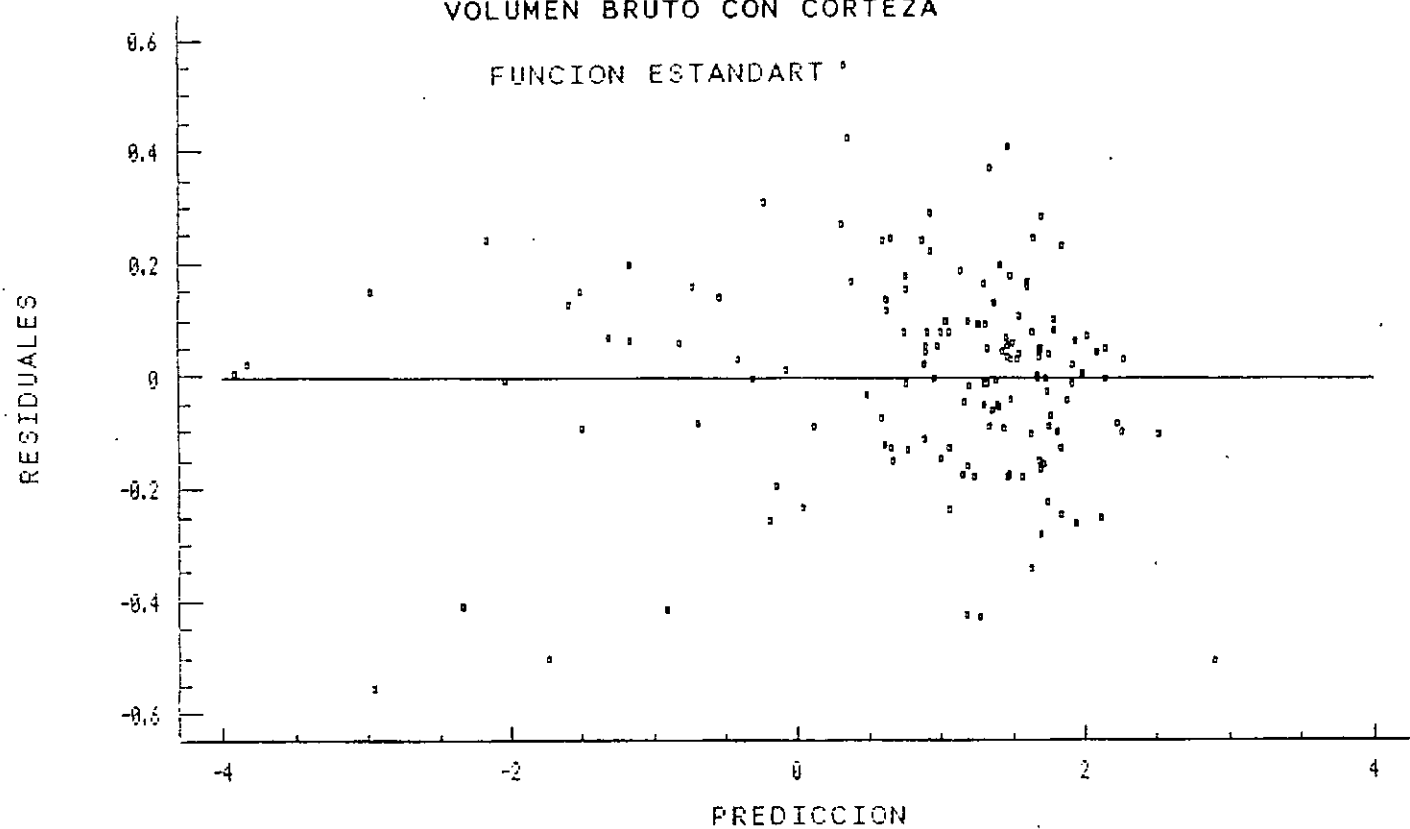


GRAFICO Nº 14

INTERVALOS DE CONFIANZA
AL 95% DE PROBABILIDAD

— Intervalo
• Observación

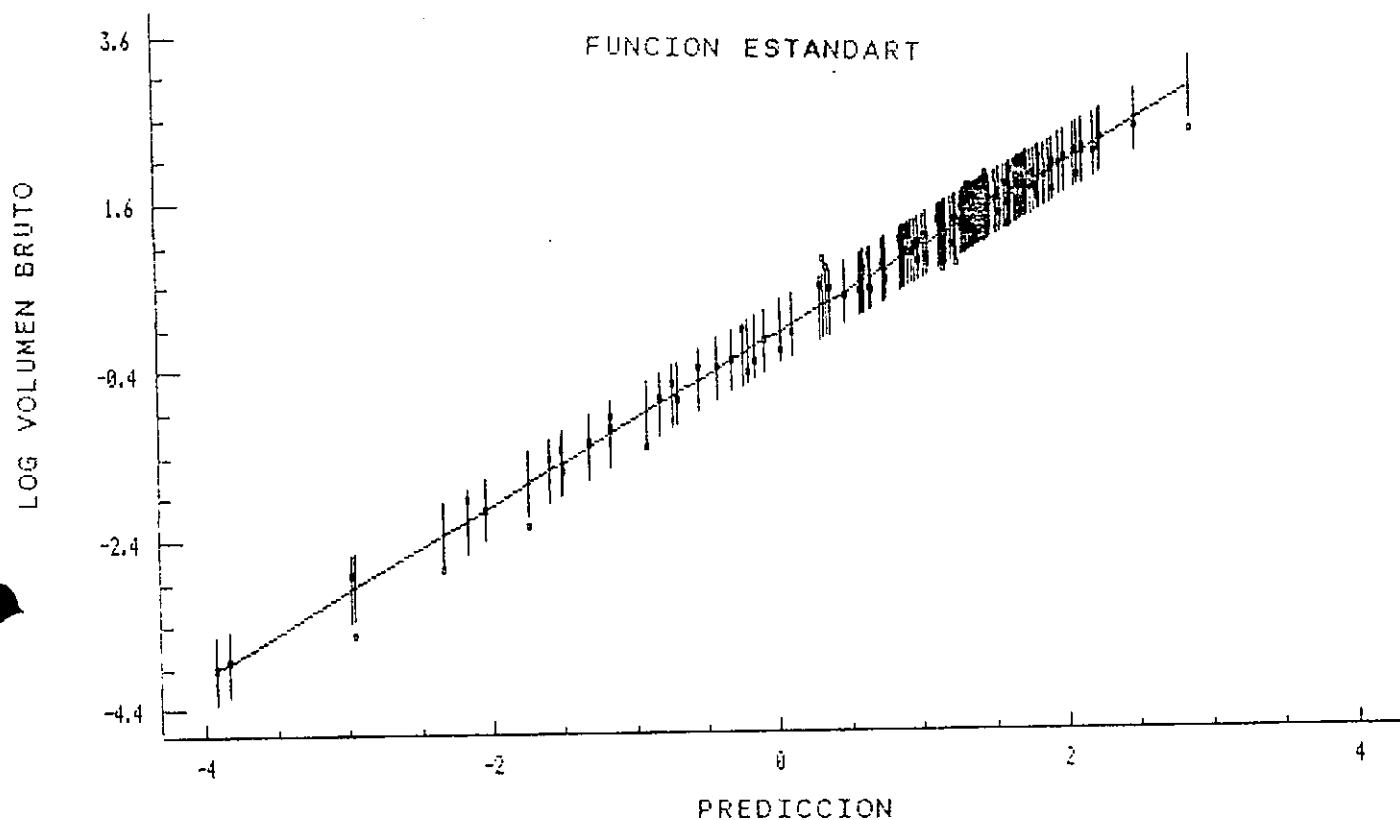


GRAFICO Nº 15

INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% DE PROBABILIDAD

— Intervalo
• Observación

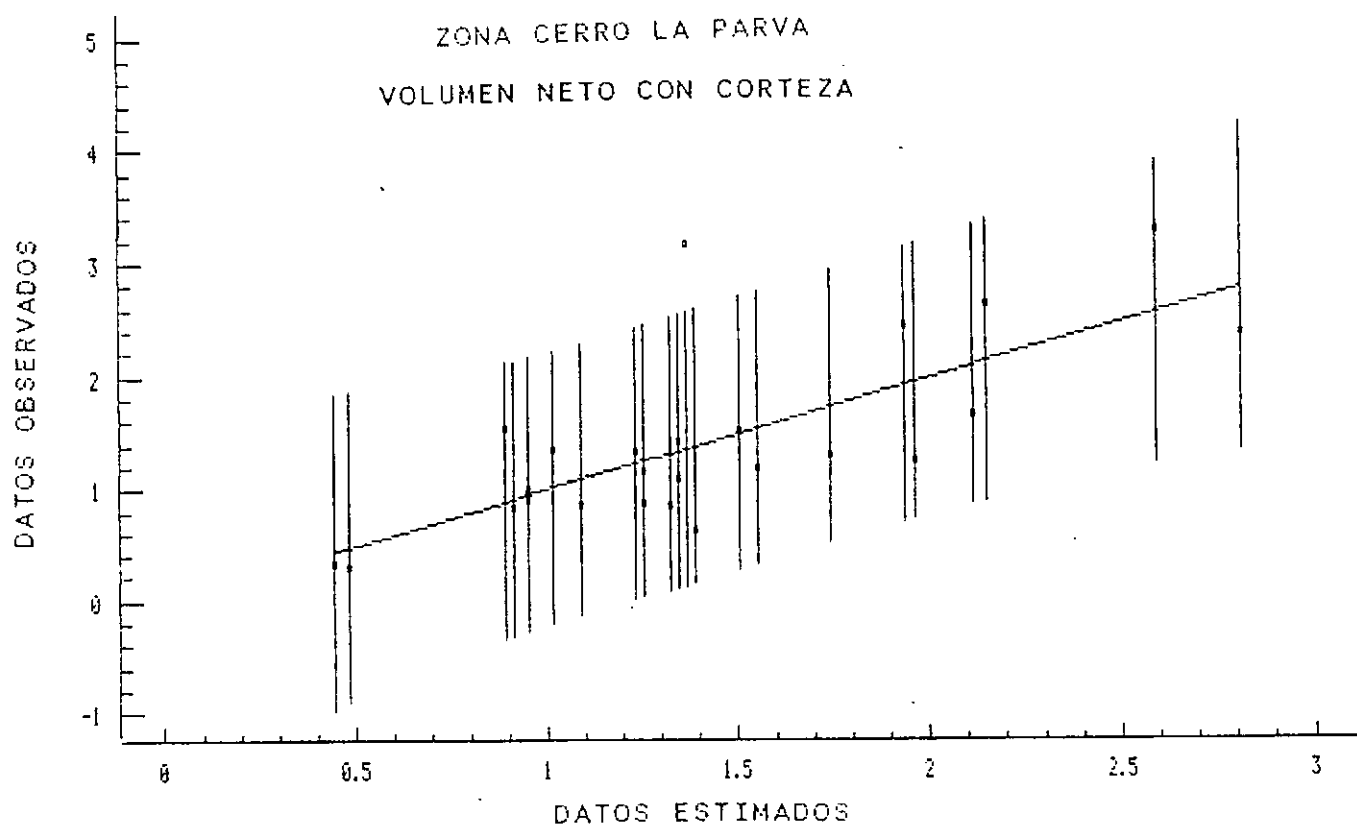


GRAFICO Nº 16 REGRESION ENTRE EL PORC. DE CORTEZA Y D.A.P.²

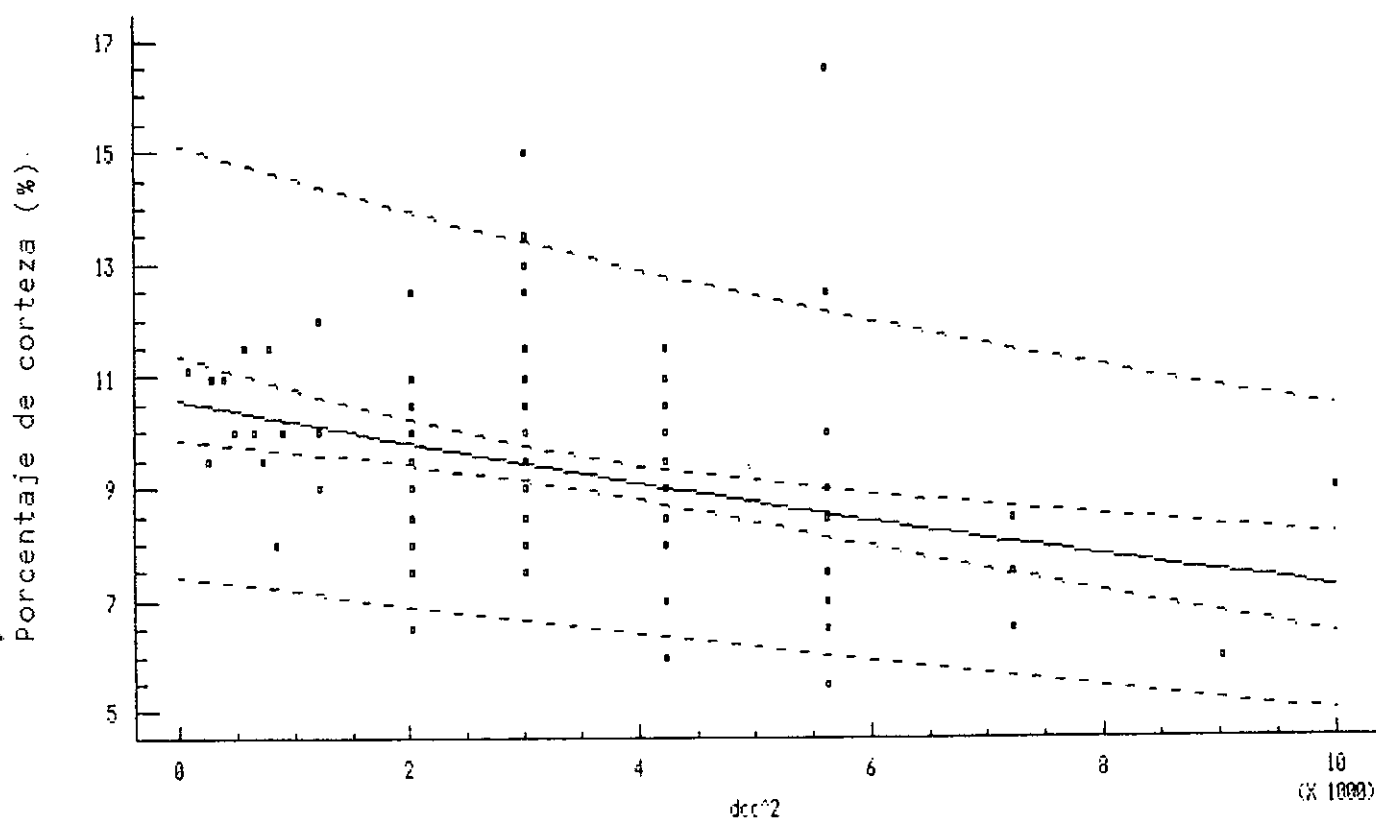


GRAFICO Nº 17 DISPERSION DE LOS RESIDUALES

