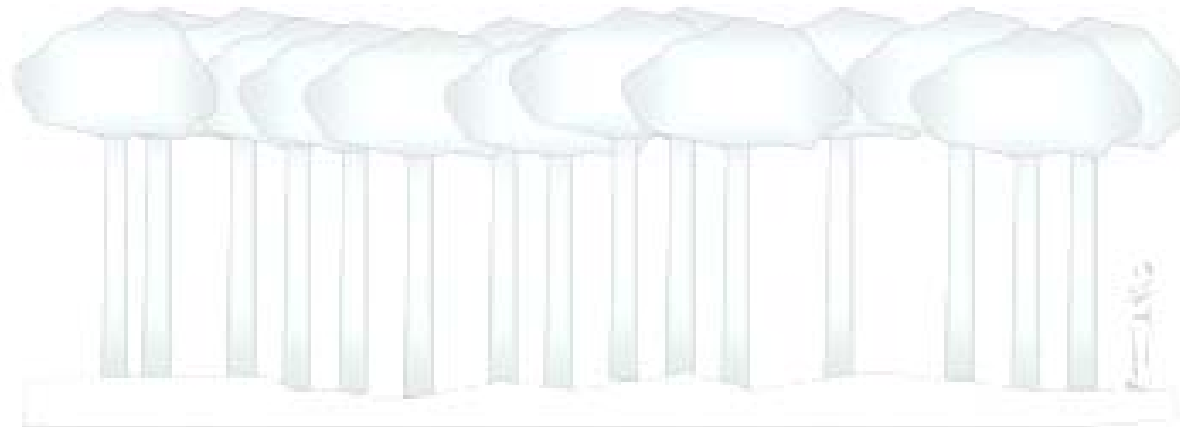




TEMA N° 17: CUBICACIÓN DE MASAS FORESTALES (I). TARIFAS O TABLAS DE CUBICACIÓN





CUBICACIÓN DE MASAS FORESTALES

Estimación del volumen total que representa la suma de los volúmenes de todos los pies mayores que la componen.

Cubicar uno a uno todos los pies es irrealizable en la práctica, salvo en bosquetes pequeños con objetivos investigadores.

La cubicación de las masas se hará utilizando técnicas estadísticas que aplicaremos a inventarios por muestreo de parcelas o a inventarios pie a pie.

PARA LA CUBICACIÓN DE MASAS FORESTALES, SE UTILIZAN DISTINTOS TIPOS DE PROCEDIMIENTOS, SIENDO LOS HABITUALES EL USO DE "TABLAS O TARIFAS DE CUBICACIÓN"

Podemos señalar los siguientes procedimientos:

A) Tablas de Cubicación utilizando parámetros individuales el árbol

1.- Tarifas o Tablas de Cubicación de una entrada $V = f(dn)$

2.- Tarifas o Tablas de Cubicación de dos entradas $V = f(dn, h)$

3.- Tarifas o Tablas de Cubicación de más de dos entradas

$$V = f(dn, h, d4m, dff, dc, hv, \dots)$$

B) Tablas de Cubicación utilizando parámetros de masa

Tablas de Masa $V = f(G, Hg, \dots)$

C) Inventarios "pie a pie" midiendo el "dn" de todos los árboles de la masa

Método de cubicación por "árboles tipo" o valores modulares.

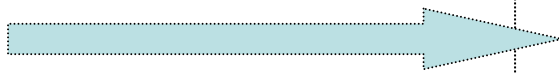
Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada



Son funciones estadísticas obtenidas por ajuste de regresión, que nos proporcionan el volumen del árbol (generalmente el útil), en función de su diámetro normal.

$$V = f(dn)$$

Que se puede concretar en Tablas de una entrada.



Y que se utilizan para la cubicación de masas forestales.

Nos proporcionan los volúmenes medios unitarios que en una determinada masa o área cabe esperar con mayor probabilidad para los árboles de las distintas Clases diamétricas inventariadas en el conteo diamétrico.

dn (cm.)	V (dm ³ .)
20	188
21	227
22	268
23	311
24	355
25	402
26	450
27	501
.....



Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

Función estadística obtenida por ajuste de regresión, que nos proporciona el volumen del árbol (generalmente el útil), en función de su diámetro normal

$$V = f(dn)$$

- Supone: árboles de igual diámetro normal tienen el mismo volumen medio
- Se construyen para una especie arborea y un área determinada
- Garantizan una cubicación precisa de las masas o conjuntos de árboles para las cuales se construyen.



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

- 1º Se debe de tomar una muestra representativa de Volúmenes y dn de árboles en la masa o área a cubicar (V_i, dn_i).
- 2º Proceder al ajuste de regresión y obtener la mejor relación

$$V = f(dn)$$

Tamaño de la muestra

Depende fundamentalmente de:

- La Dimensión (superficie), del área de aplicación de la Tarifa.
- La Morfología de la especie, (las frondosas mayor variedad morfológica que las frondosas).
- La Precisión buscada.



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

$$V = f(dn)$$

Tamaño de la muestra

Referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón
(Dendrometrie. 1988)

Zona de validez de la Tarifa	Superficie	Muestra de árboles para su construcción
Masa homogénea	1- 2 Has.	30 pies



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

$$V = f(dn)$$

Tamaño de la muestra

Referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón
(Dendrometrie. 1988)

Zona de validez de la Tarifa	Superficie	Muestra de árboles para su construcción
Masa homogénea	1- 2 Has.	30 pies
Masa Forestal	30 Has.	100 pies



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

Tamaño de la muestra

$$V = f(dn)$$

Referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón
(Dendrometrie. 1988)

Zona de validez de la Tarifa	Superficie	Muestra de árboles para su construcción
Masa homogénea	1- 2 Has.	30 pies
Masa Forestal	30 Has.	100 pies
Masa Forestal	1.000 Has.	400 pies



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

Tamaño de la muestra

$$V = f(dn)$$

Referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón
(Dendrometrie. 1988)

Zona de validez de la Tarifa	Superficie	Muestra de árboles para su construcción
Masa homogénea	1- 2 Has.	30 pies
Masa Forestal	30 Has.	100 pies
Masa Forestal	1.000 Has.	400 pies
Región natural de una especie	indeterminada	1000 pies



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

$$V = f(dn)$$

Tamaño de la muestra

Referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón
(Dendrometrie. 1988)

Zona de validez de la Tarifa	Superficie	Muestra de árboles para su construcción
Masa homogénea	1- 2 Has.	30 pies
Masa Forestal	30 Has.	100 pies
Masa Forestal	1.000 Has.	400 pies
Región natural de una especie	indeterminada	1000 pies
Totalidad área presencia de una especie	indeterminada	3000 pies



Tamaño de la muestra

Referencia basada en J. Rondeux. "La mesures des arbres et des peuplements forestiers. 1993". Define la superficie a inventariar desde un punto de vista cualitativo

Tipo de superficie forestal	Muestra de árboles para su construcción
Bosquete	De 30 a 100 árboles



Tamaño de la muestra

Referencia basada en J. Rondeux. "La mesures des arbres et des peuplements forestiers. 1993". Define la superficie a inventariar desde un punto de vista cualitativo

Tipo de superficie forestal	Muestra de árboles para su construcción
Bosquete	De 30 a 100 árboles
Bosque	400 pies



Tamaño de la muestra

Referencia basada en J. Rondeux. "La mesures des arbres et des peuplements forestiers. 1993". Define la superficie a inventariar desde un punto de vista cualitativo

Tipo de superficie forestal	Muestra de árboles para su construcción
Bosquete	De 30 a 100 árboles
Bosque	400 pies
Región	1000 pies



Tamaño de la muestra

Referencia basada en J. Rondeux. "La mesures des arbres et des peuplements forestiers. 1993". Define la superficie a inventariar desde un punto de vista cualitativo

Tipo de superficie forestal	Muestra de árboles para su construcción
Bosquete	De 30 a 100 árboles
Bosque	400 pies
Región	1000 pies
Pais	2000 pies



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada

$$V = f(dn)$$

Manera de seleccionar la muestra

Decidido el número de árboles a medir, hemos de procurar que la muestra este distribuida por toda el área de la superficie forestal para la cual queremos realizar la Tabla.

Hemos también de procurar que esté representada en la muestra de árboles seleccionados toda la variabilidad dimensional: pequeños, medianos, grandes..., pero también dar una mayor presencia a los que más abundan. Fijamos para ello distintas categorías diamétricas. P.e de 15-25 cm., 25-35, 35-45,.....

Una forma de conseguir este objetivo es repartiendo el número de pies N a muestrear de manera proporcional al Área Basimétrica de la Categoría Diamétrica a la que pertenecen.

En el caso de diferentes calidades en la zona de aplicación de la Tarifa repartiremos el número de árboles a muestrear proporcionalmente a las superficies que ocupan las distintas calidades de masa existentes.

Se pretende realizar una Tabla de Cubicación de dos entradas, para la cubicación de arbolado en un área poblada por Pinus pinaster, en donde se distinguen claramente dos tipos de masas en función de su calidad. Parte de la superficie donde se pretende que sea aplicable la tarifa, 3600 Has., está poblada por masas de calidad I, y el resto, 920 Has. está poblada por masas de calidad II.

Al objeto de realizar la Tarifa de Cubicación, se ha decidido tomar datos de volumen maderable, diámetro normal y altura total de 600 árboles. **¿Que número de árboles tomaremos para realizar las Tablas de Cubicación de las distintas dimensiones en las distintas calidades de masa existentes. ?** Teniendo en cuenta que para determinarlo nos apoyamos en un muestreo aleatorio de 30 parcelas de 15 metros de radio en las masas de calidad I y otras tantas en las masas de calidad II , en los que hemos obtenido las siguientes Funciones de Distribución diámetrica en la parcela media para las dos calidades de Estación existentes.

CALIDAD I			CALIDAD II	
C.D.	N/Ha.		C.D.	N/Ha.
10-20	125		10-20	156
20-30	49		20-30	289
30 - 40	227		30-40	47
40-50	70			
	471			492



Solución: Ejercicio estereometría nº 17



Toma de datos en campo

Decidido el nº total (N) de árboles a los que vamos a medir su dn y su Volumen y como los vamos a distribuir por categorías diamétricas.

$$N = N_{CD1} + N_{CD2} + N_{CD3} + N_{CD4} + \dots$$

Vamos a ver como lo hacemos esto en la práctica en el monte.



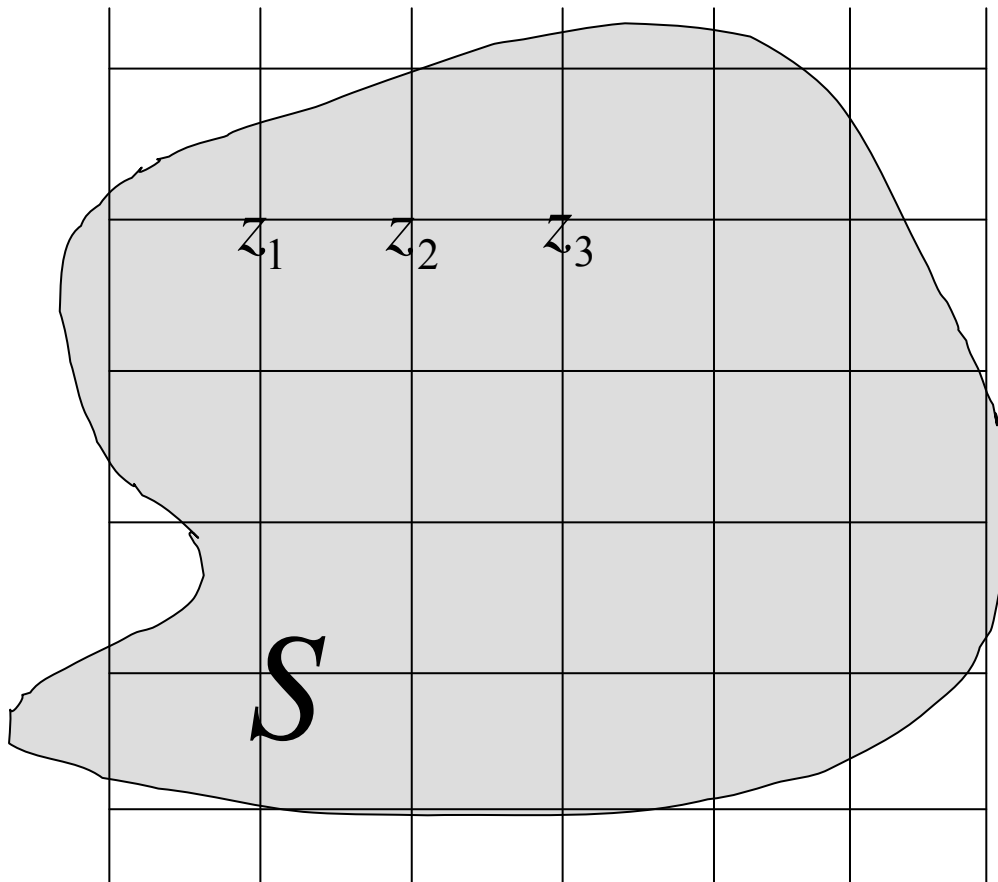
Toma de datos en campo

$S =$ Superficie área aplicación Tarifa

$$V = f(dn)$$

$z_i =$ zona de muestreo

$n_z = n^\circ$ zonas de muestreo



Si las distribuyo sistemáticamente, cada punto de una malla de longitud l , será el punto de referencia de zona de muestreo

$$l = \sqrt{\frac{S}{n_z}}$$

En cada zona de muestreo el n° de árboles a medir será:

$$z_i = N/n_z$$



Ejemplo.

Superficie área aplicación Tarifa 200 Has.

$N = 400$ árboles;

Si los reparto en 10 zonas $n = 40$ árboles en cada zona

Cada zona de muestreo en vértice malla de lado

$$l = \sqrt{\frac{2000000 \text{ m}^2}{10}} = 447 \text{ m.}$$

$$N = 0,1 \cdot N_{cd15} + 0,3 \cdot N_{cd25} + 0,4 \cdot N_{cd35} + 0,2 \cdot N_{cd45}$$

En cada zona $n_i = 4 (d_{15}) + 12 (d_{25}) + 16 (d_{35}) + 8 (d_{45}) = 40$ árboles



¿Como elegir y medir los árboles en las distintas zonas de muestreo?

En cada zona $n_i = 4 (cd_{15}) + 12 (cd_{25}) + 16 (cd_{35}) + 8 (cd_{45}) = 40$ árboles

La muestra bien repartida \Rightarrow ya lo hemos hecho.

La muestra bien proporcionada en cuanto a los árboles a coger de cada CD \Rightarrow ya lo hemos hecho.

¿Como la toma de datos en cada zona?: A voluntad del técnico

P.e.:

1º - Prepararse para cada zona un estadillo con celdas adecuado al número de árboles a muestrear de cada CD.



Estadillo para toma de datos de campo en una zona en el ejemplo considerado:

CD 10-20			
Arbol nº	dn (cmtrs.)	h (mtrs)	V(dm ³)
1			
2			
3			
4			

CD 20-30			
Arbol nº	dn (cmtrs.)	h (mtrs)	V(dm ³)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

CD 30-40			
Arbol nº	dn (cmtrs.)	h (mtrs)	V(dm ³)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

CD 40-50			
Arbol nº	dn (cmtrs.)	h (mtrs)	V(dm ³)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			



Como realizamos la toma de datos en cada zona:... A voluntad del técnico

1º - Prepararse para cada zona un estadillo con celdas adecuado al número de árboles a muestrear de cada CD

2º - Tomar los puntos de intersección de la malla como referencia de la zona:

Se puede hacer un itinerario con un rumbo e ir seleccionando todos los árboles que aparezcan a derecha e izquierda de dicho itinerario no anormales.

O se puede considerar ese punto como centro en los que seleccionaríamos los 40 árboles más próximos que cumplieran lo previsto.

u otro criterio similar. En todos los árboles seleccionados medimos su d_n y V .



modelos de ajuste

$$V = f(dn)$$

Con los datos de los N árboles de V (dm^3) y dn (cm.), ensayamos modelos de ajuste y elegimos el mejor.

Posible modelos a ensayar:

$$V = f(dn)$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot d_n^2$$

$$V = a_0 \cdot d_n^{a_1}$$

$$\log V = a_0 + a_1 \cdot \log dn$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot dn + a_2 \cdot d_n^2$$

$$\log V = a_0 + a_1 \cdot \log dn + a_2 \cdot \frac{1}{dn}$$

Se eligirá el modelo que proporcione mejor coeficiente de determinación (ρ^2) y con la menor desviación típica residual.

En caso de valores similares de bondades de ajuste, tener en cuenta simplicidad del modelo.



*Ejemplo de ajuste para la obtención de
una tarifa de una entrada con excel*

$$V = f(dn)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	nº	dn (cm)	V(dm3)									
3	1	14,5	39,91									
4	2	22	139,38									
5	3	22,2	183,32									
6	4	21	189,11									
7	5	26,5	292,32									
8	6	25	201,80									
9	7	25,5	243,10									
10	8	24,5	215,60									
11	9	25	261,80									
12	10	25,5	260,46									
13	11	31,5	403,68									
14	12	32	377,46									
15	13	29	272,43									
16	14	38,5	836,64									
17	15	29	280,94									
18	16	32,4	451,16									
19	17	31	374,37									
20	18	31	426,36									
21	19	31,7	422,54									
22	20	28,5	331,30									
23	21	29	374,59									
24	22	35,5	671,52									
25	23	27	274,83									

	A	B	C
1			
2	nº	dn (cm)	V(dm3)
3	1	14,5	39,91
4	2	22	139,38
5	3	22,2	183,32
6	4	21	189,11
7	5	26,5	292,32
8	6	25	201,80
9	7	25,5	243,10
10	8	24,5	215,60
11	9	25	261,80
12	10	25,5	260,46
13	11	31,5	403,68
14	12	32	377,46
15	13	29	272,43
16	14	38,5	836,64
17	15	29	280,94
18	16	32,4	451,16
19	17	31	374,37
20	18	31	426,36
21	19	31,7	422,54
22	20	28,5	331,30
23	21	29	374,59
24	22	35,5	671,52
25	23	27	274,83

Asistente para gráficos - paso 1 de 4: tipo de gráfico

Tipos estándar Tipos personalizados

Tipo de gráfico:

- Columnas
- Barras
- Líneas
- Circular
- XY (Dispersión)
- Áreas
- Anillos
- Radial
- Superficie
- Burbujas

Subtipo de gráfico:

Dispersión. Compara pares de valores.

Presionar para ver muestra

Cancelar < Atrás Siguiente > Finalizar

	A	B	C
2	nº	dn (cm)	V(dm³)
3	1	14,5	39,91
4	2	22	139,38
5	3	22,2	183,32
6	4	21	189,11
7	5	26,5	292,32
8	6	25	201,80
9	7	25,5	243,10
10	8	24,5	215,60
11	9	25	261,80
12	10	25,5	260,46
13	11	31,5	403,68
14	12	32	377,46
15	13	29	272,43
16	14	38,5	836,64
17	15	29	280,94
18	16	32,4	451,16
19	17	31	374,37
20	18	31	426,36
21	19	31,7	422,54
22	20	28,5	331,30
23	21	29	374,59
24	22	35,5	671,52
25	23	27	274,83
26	24	36,5	645,02

Asistente para gráficos - paso 2 de 4: datos de origen

Rango de datos: Serie

Rango de datos:

Series en:

- Filas
- Columnas

Cancelar < Atrás Siguiente > Finalizar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	nº	dn (cm)	V(dm3)									
3	1	14,5	39,91									
4	2	22	139,38									
5	3	22,2	183,32									
6	4	21	189,11									
7	5	26,5	292,32									
8	6	25	201,80									
9	7	25,5	243,10									
10	8	24,5	215,60									
11	9	25	261,80									
12	10	25,5	260,46									
13	11	31,5	403,68									
14	12	32	377,46									
15	13	29	272,43									
16	14	38,5	836,64									
17	15	29	280,94									
18	16	32,4	451,16									
19	17	31	374,37									
20	18	31	426,36									
21	19	31,7	422,54									
22	20	28,5	331,30									
23	21	29	374,59									
24	22	35,5	671,52									
25	23	27	274,83									
26	24	36,5	645,02									

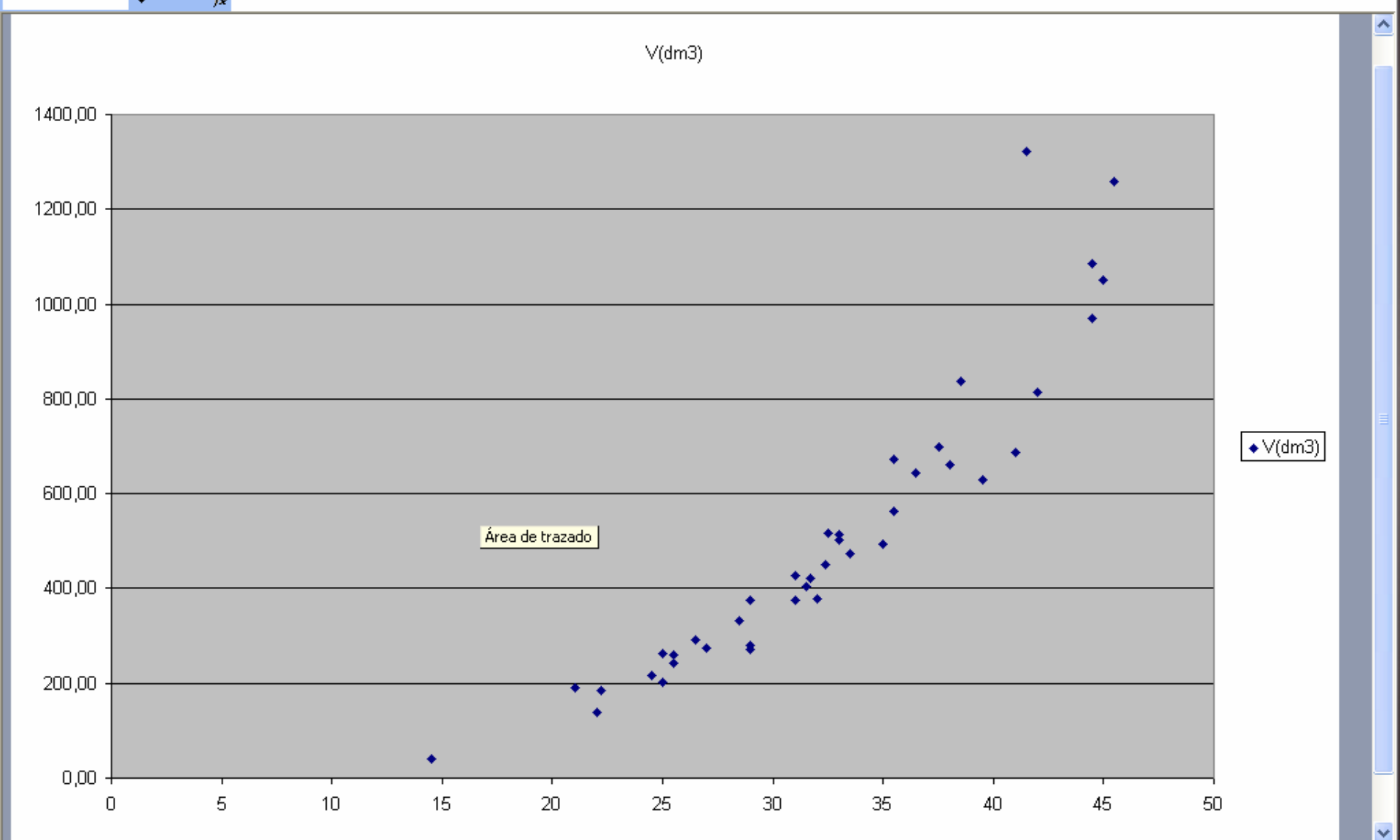
Asistente para gráficos - paso 4 de 4: ubicación del gráfico

Colocar gráfico:

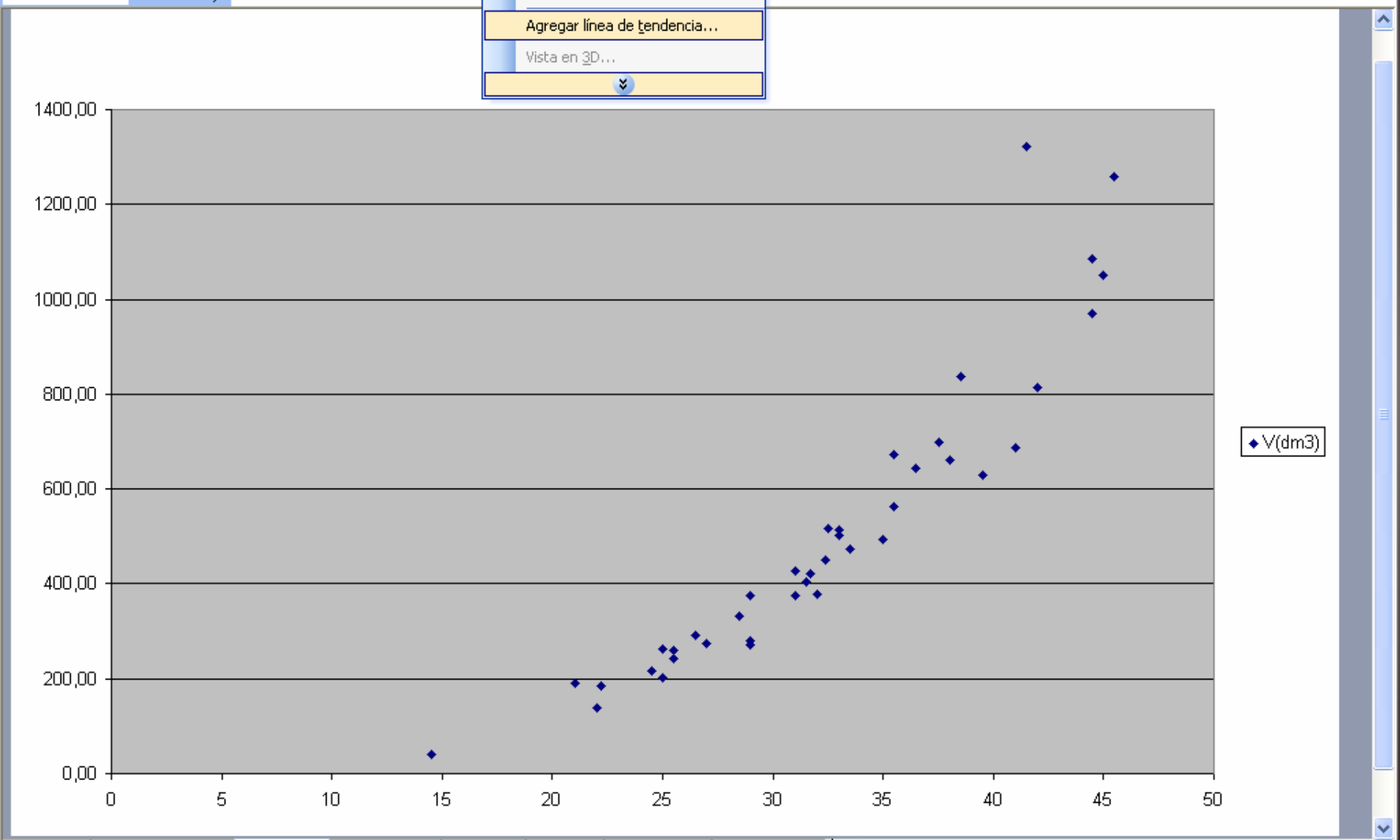
En una hoja nueva: Gráfico2

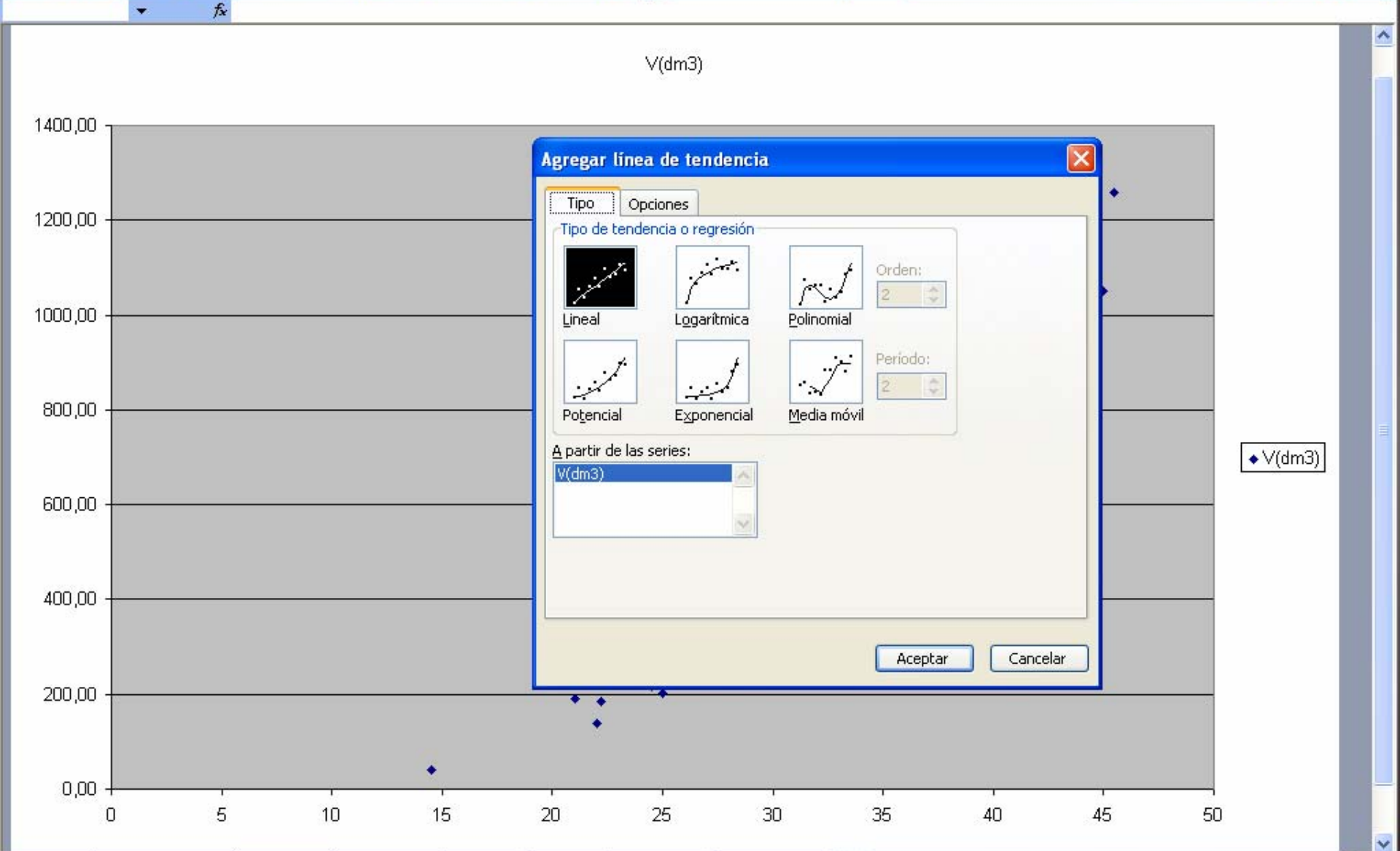
Como objeto en: dn m y Vpb

Cancelar < Atrás Siguiente > Finalizar



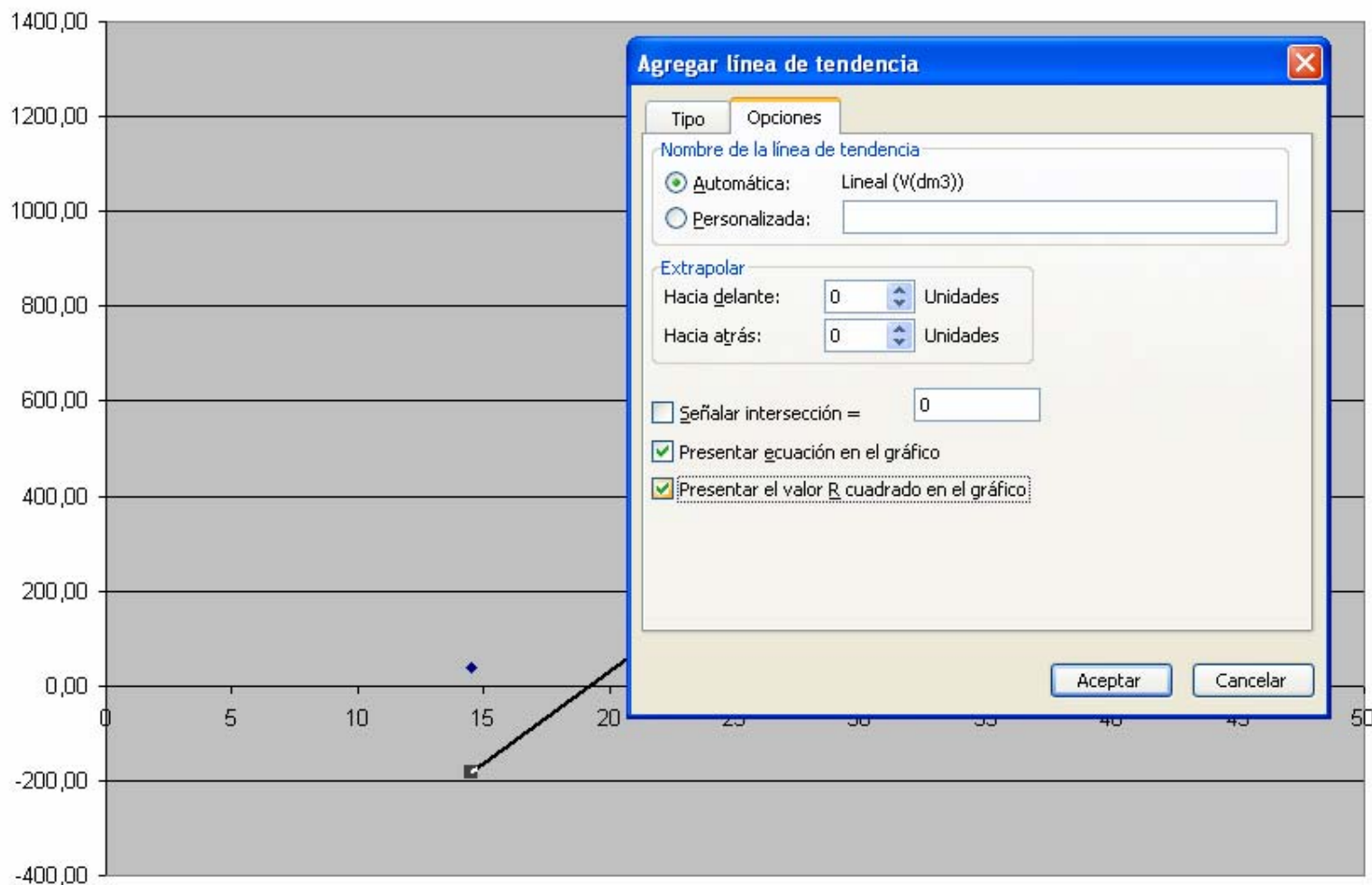
- Tipo de gráfico...
- Opciones de gráfico...
- Agregar línea de tendencia...
- Vista en 3D...





"V(dm3)" Líne...

Título del gráfico



Agregar línea de tendencia

Tipo Opciones

Nombre de la línea de tendencia

Automática: Lineal (V(dm3))

Personalizada:

Extrapolar

Hacia delante: 0 Unidades

Hacia atrás: 0 Unidades

Señalar intersección = 0

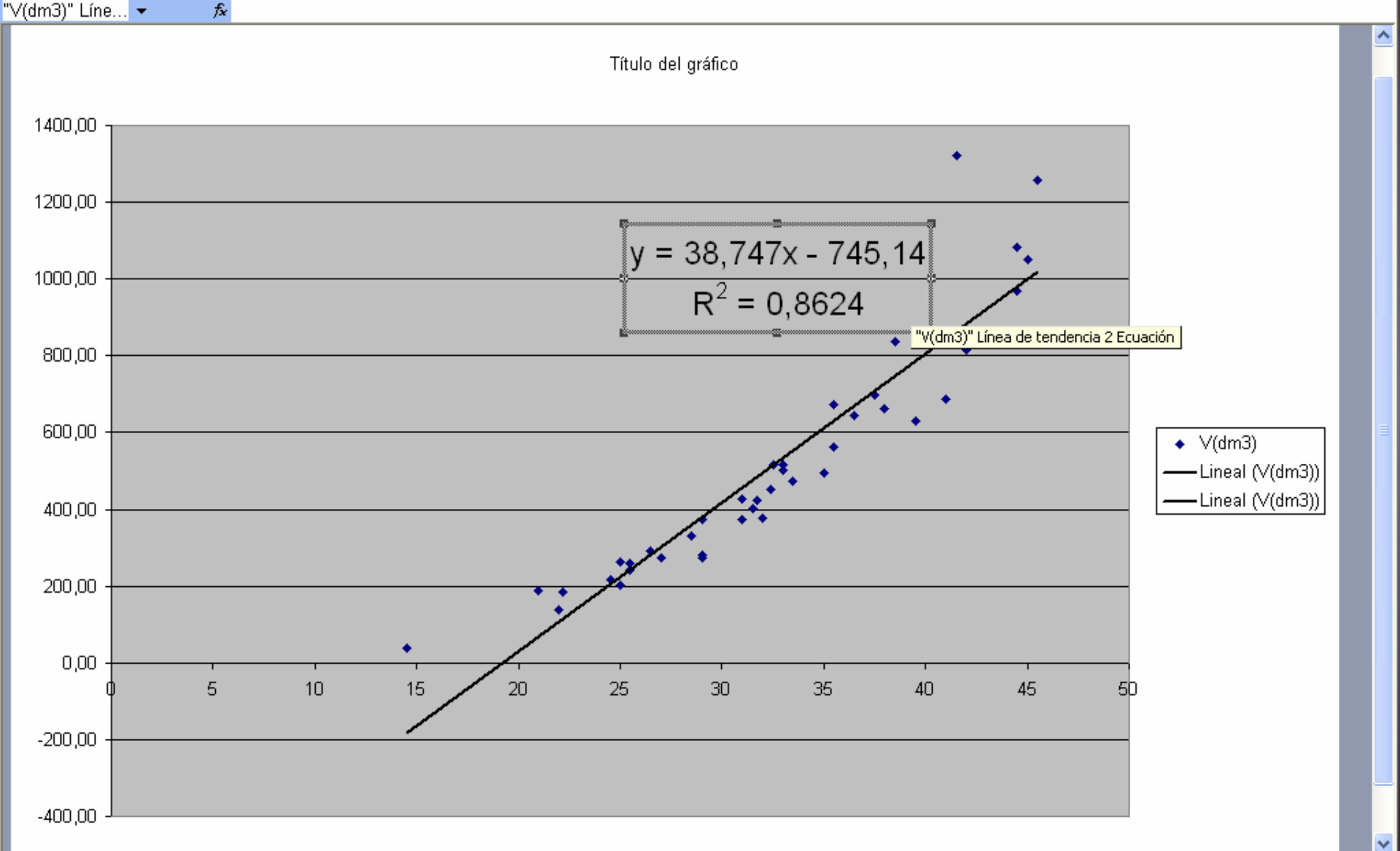
Presentar ecuación en el gráfico

Presentar el valor R cuadrado en el gráfico

Aceptar Cancelar

◆ V(dm3)

— Lineal (V(dm3))



"V(dm3)" Líne...

Título del gráfico

1400,00

Agregar línea de tendencia

Tipo Opciones

Tipo de tendencia o regresión

Lineal Logarítmica Polinomial Orden: 2

Potencial Exponencial Media móvil Período: 2

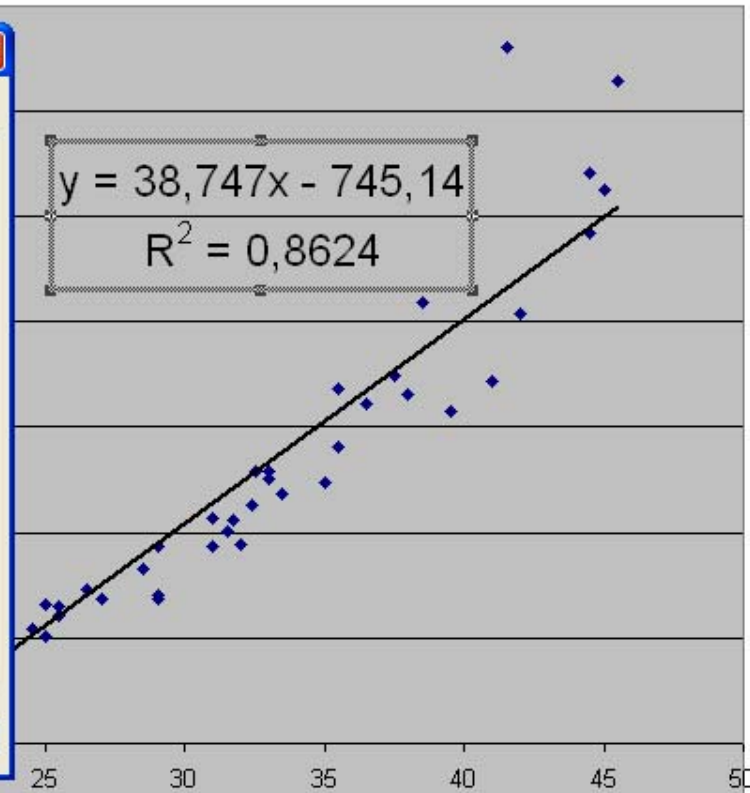
A partir de las series:

V(dm3)

Aceptar Cancelar

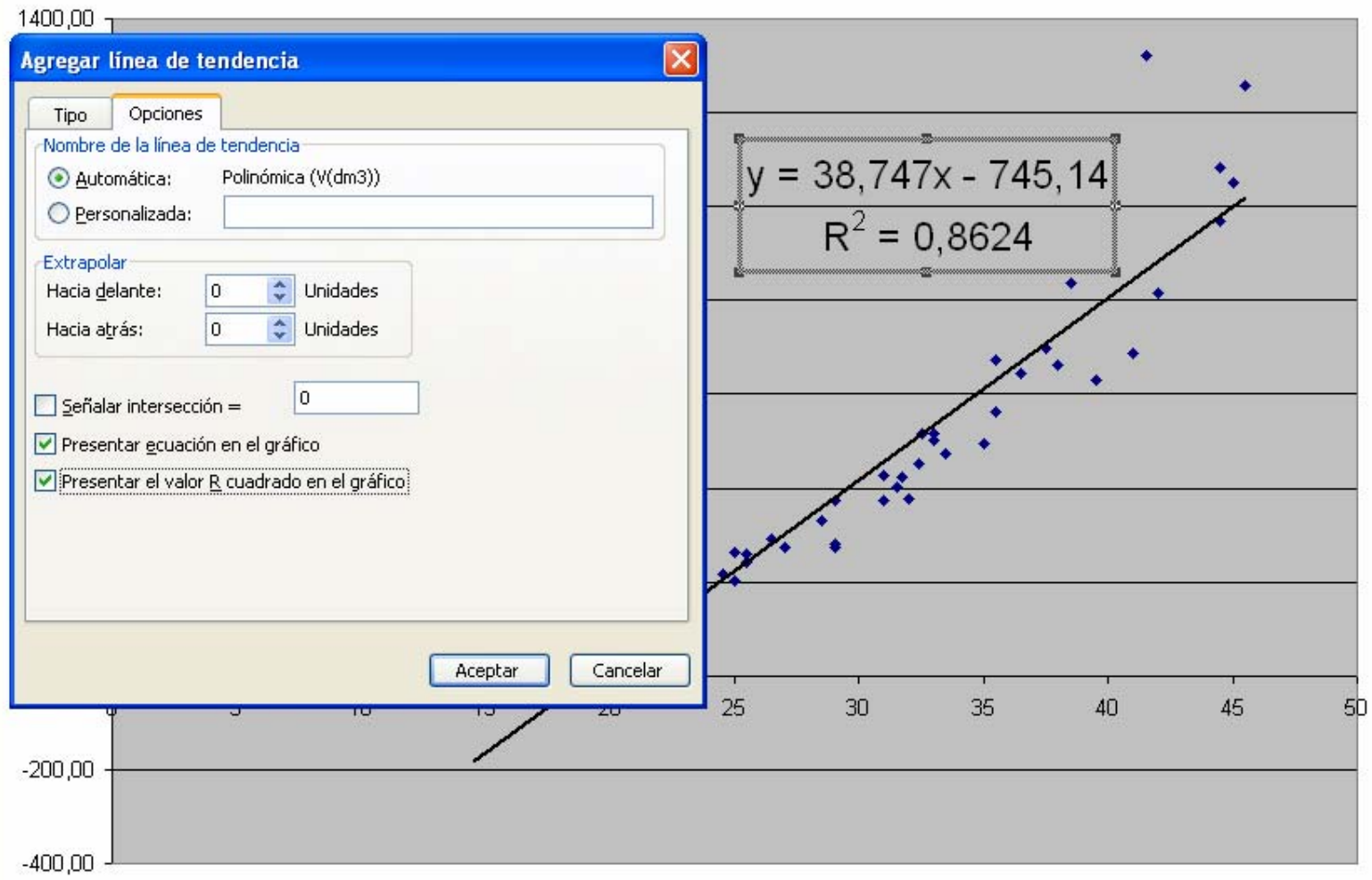
$$y = 38,747x - 745,14$$

$$R^2 = 0,8624$$



- ◆ V(dm3)
- Lineal (V(dm3))
- Lineal (V(dm3))

Título del gráfico



Agregar línea de tendencia

Tipo Opciones

Nombre de la línea de tendencia

Automática: Polinómica (V(dm3))

Personalizada:

Extrapolar

Hacia delante: 0 Unidades

Hacia atrás: 0 Unidades

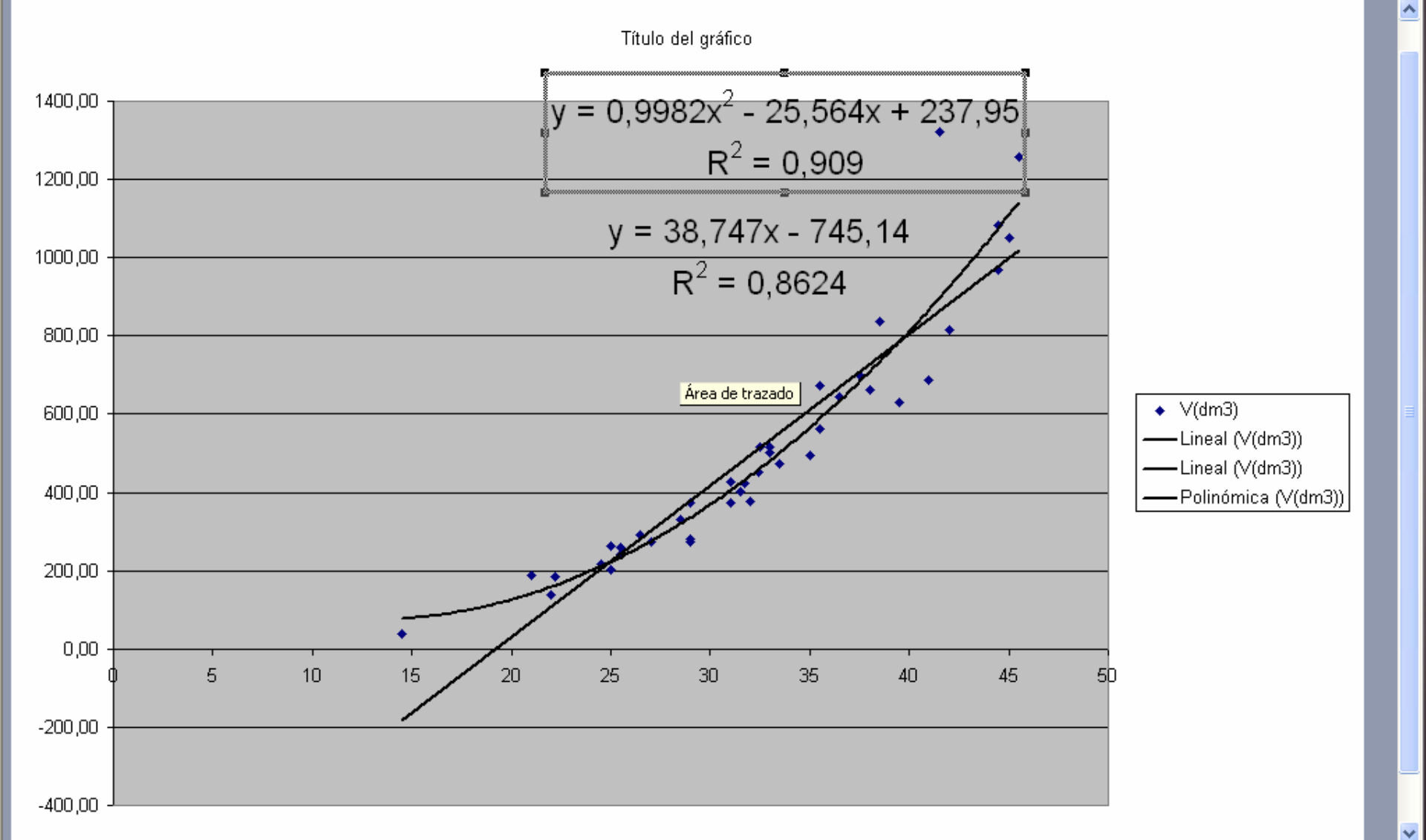
Señalar intersección = 0

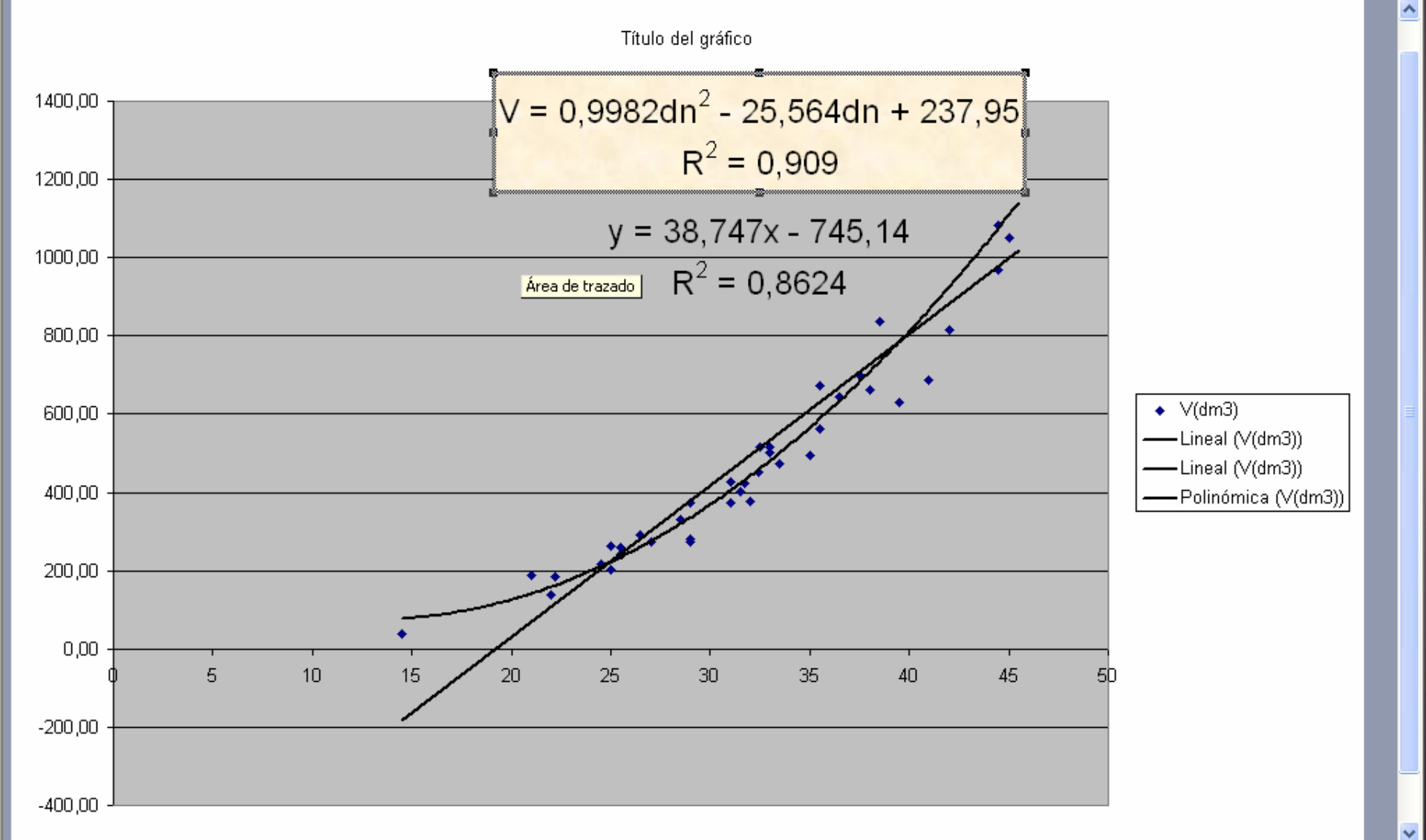
Presentar ecuación en el gráfico

Presentar el valor R cuadrado en el gráfico

Aceptar Cancelar

- ◆ V(dm3)
- Lineal (V(dm3))
- Lineal (V(dm3))







Modo de aplicación de las Tarifas o Tablas de una entrada

$$V = f(dn), \text{ para la cubicación de masas forestales}$$



POLITÉCNICA

EJERCICIO

Para la estimación de las existencias de una plantación de chopos *Populus x Euramericana* "Campeador", en la Meseta Central, se dispone de la siguiente Tarifa de Cubicación de una entrada:

$$V = 435,3 - 49,93 \cdot dn + 1,81 \cdot dn^2 \quad \begin{array}{l} V \text{ (volumen maderable en dm}^3\text{)}, \\ dn \text{ (diámetro normal en cmtrs.)} \end{array}$$

La toma de datos en la plantación, se ha realizado en 32 parcelas de muestreo de 13 metros de radio, la distribución diamétrica media por parcela ha resultado ser:

C.D. (cmtrs.)	27	28	29	30	31
Nº pies/parcela	1,6	2,1	7,3	2,5	2

Determinar el volumen total de la plantación considerada, que tiene una superficie de 36,5 Has.



Solución: Ejercicio estereometría nº 18



Las Tarifas o Tablas de cubicación de una entrada $V = f(dn)$

Tienen el inconveniente, fundamentalmente en las masas regulares, de que las debemos construir en el momento de la cubicación para garantizar su fiabilidad, debido al cambio que se produce en la relación entre h/dn y por tanto de V/dn en este tipo de masas según avanza su edad.

La precisión de los resultados obtenidos en la cubicación de las masas mejora utilizando "Tablas de cubicación de dos entradas", en las cuales además del dn , consideramos la altura total. $V=f(dn,h)$

Esto es debido a la utilización de dos variables estrechamente relacionadas con el volumen, como son el dn y la h ., en lugar de una única variable predictora.

Además este tipo de Tablas una vez construidas las podemos aplicar en cualquier momento de la vida de la masa.



Tarifas o Tablas de cubicación de dos entradas $V = f(dn, h)$

Función estadística obtenida por ajuste de regresión, que nos proporciona el volumen del árbol (generalmente el maderable), en función de su "dn" y de su altura total (h). $V = f(dn, h)$

Que se puede concretar en Tablas de dos entradas

Que se utilizan para la cubicación de masas forestales.

h \ dn	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h _{5...}
d ₁	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅
d ₂	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V ₂₅
d ₃	V ₃₁	V ₃₂	V ₃₃	V ₃₄	V ₃₅
d ₄	V ₄₁	V ₄₂	V ₄₃	V ₄₄	V ₄₅
d _{5..}	V ₅₁	V ₅₂	V ₅₃	V ₅₄	V ₅₅

Nos proporcionan los volúmenes medios unitarios que en una determinada masa o área cabe esperar con mayor probabilidad para los árboles de las distintas Clases diamétricas inventariadas en el conteo diamétrico.



En las Tarifas o Tablas de cubicación de dos entradas

$$V = f(dn, h)$$

Consideramos que árboles de igual "dn" y de la misma "h" tienen el mismo volumen medio.

Para su utilización debemos conocer:

1. La función que relaciona el V con el dn y la h y en que unidades.
2. La especie para la que sirve.
3. Su ámbito de aplicación.



Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de dos entradas

1. Debemos tomar una muestra suficientemente representativa de volúmenes, dn y h , de árboles de la masa o área a cubicar (v_i, dn_i, h_i).
2. Proceder a diversos ajustes de regresión utilizando como variable dependiente el volumen y elegir la relación de ajuste de las ensayadas que mejor explique la evolución de la variable volumen en función del dn , y la altura con suficiente fiabilidad estadística.

$$V = f(dn, h)$$



Tamaño de la muestra de árboles a medir

Dependerá fundamentalmente de:

- La dimensión del área de aplicación de la Tarifa (país, región, masa forestal grande, bosque pequeño, ...).
- Morfología de la especie.
- Precisión buscada.

Se tratará de una decisión basada en experiencias previas.

Una referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón (Dendrometrie- 1988), señalan los valores ya dados aumentados en un 50%

Construcción de Tarifas o Tablas de cubicación de dos entradas

$$V = f(dn, h)$$

Tamaño de la muestra

Referencia basada en cifras dadas por J. Pardé y J. Bouchón (Dendrometrie-1988)

Zona de validez de la Tarifa	Superficie	Muestra de árboles para su construcción
Masa homogénea	1- 2 Has.	45 pies
Masa Forestal	30 Has.	150 pies
Masa Forestal	1.000 Has.	600 pies
Región natural de una especie	indeterminada	1500 pies
Totalidad del área de presencia de una especie arbórea	indeterminada	4500 pies



Modelos de ajuste

Con los datos de los N árboles de V (dm^3), dn (cm.) y h (m.), ensayamos distintos modelos de ajuste y elegimos el mejor.

Podemos distinguir dos tipos de ajuste:

1. Modelos de variable combinada: $(dn^2 \cdot h)$, se considera como una única variable.

$$V = a_0 + a_1 \cdot dn^2 \cdot h$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot dn^2 \cdot h + a_2 \cdot (dn^2 \cdot h)^2$$

$$V = a_0 \cdot (dn^2 \cdot h)^{a_1}$$

*Se puede
con excel*

2. Otros modelos:

Fórmula Australiana: $V = a_0 + a_1 \cdot dn^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot dn^2 \cdot h$

Fórmula de Schumacher $V = a_0 \cdot dn^{a_1} \cdot h^{a_2}$



Con la hoja de cálculo "excel" podemos hacer los tres modelos de ajuste de variable combinada propuestos:

Microsoft Excel - datos ajus clase 16ª

Dasometría / Celedonio López Peña

Escriba una pregunta

POLITÉCNICA

	A	B	C	D	E	F
1	dn (cm.)	h (m.)	vol7.5(dm3)			
2	19,50	15,10	218,31		Nos creamos la variable combinada dn2·h	
3	20,60	12,70	188,62			
4	15,10	14,30	131,56			
5	14,90	10,00	78,1			
6	24,40	17,90	387,42			
7	16,50	15,20	133,46			
8	17,10	10,10	104,72			
9	23,60	13,20	214,53			
10	16,80	11,90	104,03			
11	17,90	11,40	125,29			
12	19,00	15,60	210,28			
13	27,50	11,60	319,76			
14	27,75	21,10	569,42			
15	14,00	8,90	64,61			
16	21,00	17,40	310,33			
17	16,30	10,90	111,7			

DATOS MUESTRA \ DATOS MUESTRA (2) / Hoja2 / Hoja3

Listo NUM 14:28

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	dn (cm.)	h (m.)	vol7.5(dm3)	dn2·h								
2	19,50	15,10	218,31	=A2*A2*B2								
3	20,60	12,70	188,62									
4	15,10	14,30	131,56									
5	14,90	10,00	78,1									
6	24,40	17,90	387,42									
7	16,50	15,20	133,46									
8	17,10	10,10	104,72									
9	23,60	13,20	214,53									
10	16,80	11,90	104,03									
11	17,90	11,40	125,29									
12	19,00	15,60	210,28									
13	27,50	11,60	319,76									
14	27,75	21,10	569,42									
15	14,00	8,90	64,61									
16	21,00	17,40	310,33									
17	16,30	10,90	111,7									
18	24,25	19,00	444,74									
19	19,55	11,10	158,77									
20	12,65	10,60	63,25									
21	37,20	23,10	1079,81									
22	27,10	18,60	498,28									
23	42,75	22,40	1356,06									
24	10,40	6,50	19,44									
25	12,70	9,00	51,46									
26	14,25	7,30	48,65									
27	7,75	7,20	7,03									
28	11,25	8,30	31,98									
29	15,50	9,90	71,26									
30	36,95	24,00	887,16									
31	9,00	7,20	12,35									
32	32,50	20,50	718,06									
33	20,45	16,90	226,01									
34	38,35	22,10	1092,7									
35	37,35	22,20	1136,14									

	A	B	C	D	E	F
1	dn (cm.)	h (m.)	vol7.5(dm3)	dn ² ·h		
2	19,50	15,10	218,31	5741,775		
3	20,60	12,70	188,62	5389,372		
4	15,10	14,30	131,56	3260,543		
5	14,90	10,00	78,1	2220,1		
6	24,40	17,90	387,42	10656,944		
7	16,50	15,20	133,46	4138,2		
8	17,10	10,10	104,72	2953,341		
9	23,60	13,20	214,53	7351,872		
10	16,80	11,90	104,03	3358,656		
11	17,90	11,40	125,29	3652,674		
12	19,00	15,60	210,28	5631,6		
13	27,50	11,60	319,76	8772,5		
14	27,75	21,10	569,42	16248,3188		
15	14,00	8,90	64,61	1744,4		
16	21,00	17,40	310,33	7673,4		
17	16,30	10,90	111,7	2896,021		



	D	E
1	dn2·h	vol7.5(dm3)
2	5741,775	218,31
3	5389,372	188,
4	3260,543	131,
5	2220,1	78
6	10656,944	387,
7	4138,2	133,
8	2953,341	104,
9	7351,872	214,
10	3358,656	104,
11	3652,674	125,
12	5631,6	210,
13	8772,5	319,
14	16248,3188	569,
15	1744,4	64,
16	7673,4	310,
17	2896,021	111,7

Asistente para gráficos - paso 2 de 4: datos de origen

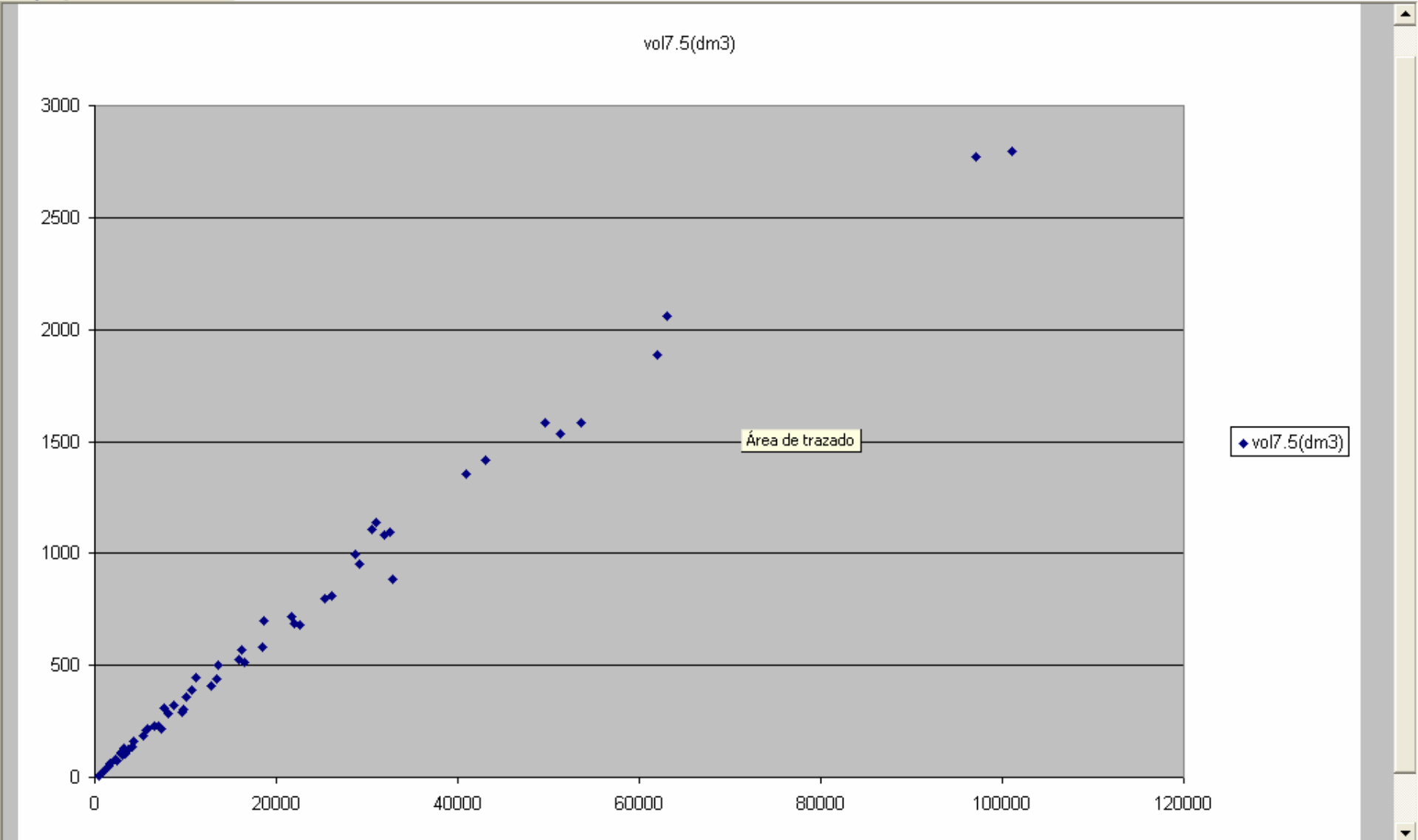
Rango de datos: Serie

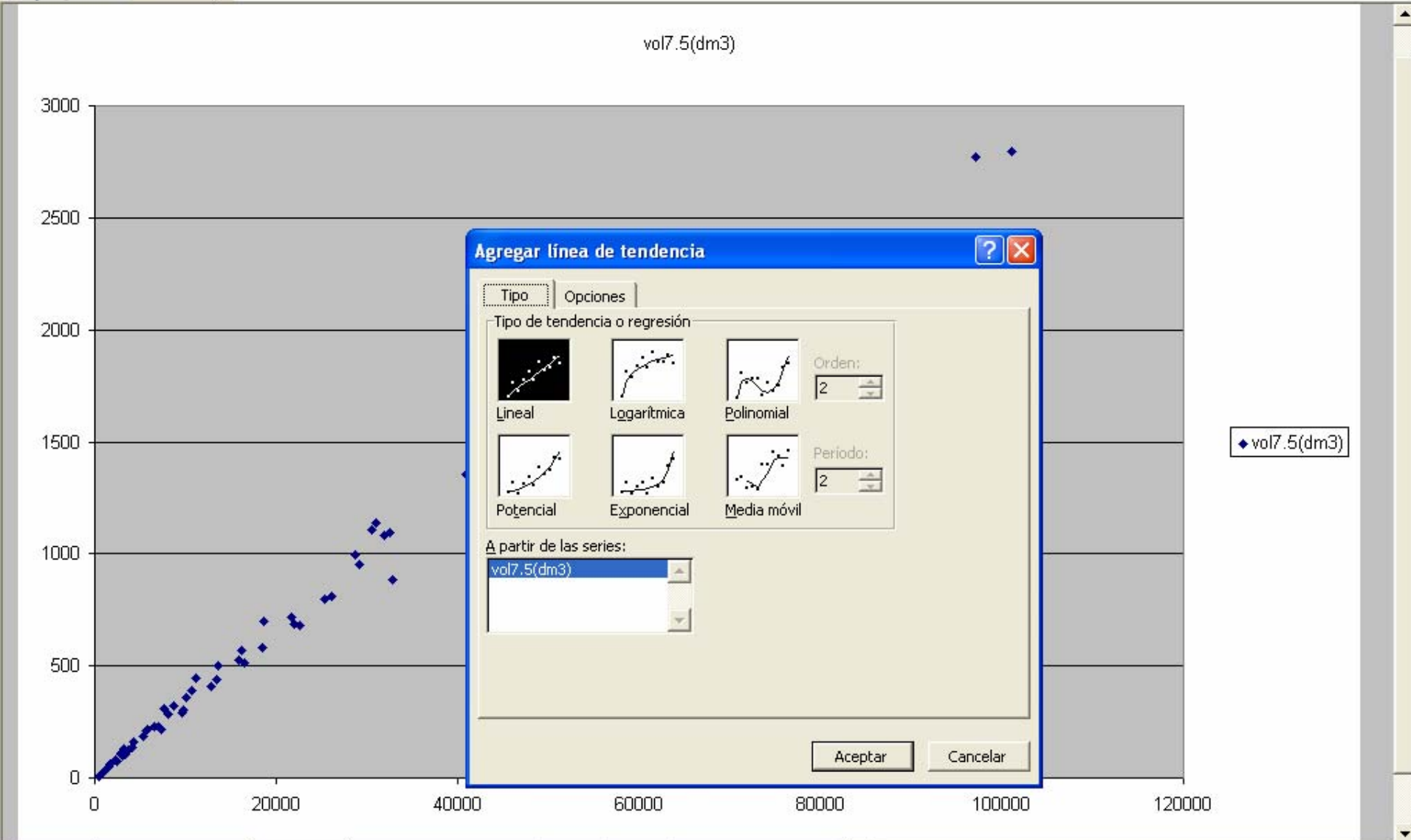
Rango de datos:

Serie en:

- Filas
- Columnas

Buttons: Cancelar, < Atrás, Siguiete >, Finalizar





Agregar línea de tendencia

Tipo | Opciones

Tipo de tendencia o regresión

- Lineal
- Logarítmica
- Polinomial
- Potencial
- Exponencial
- Media móvil

Orden: 2

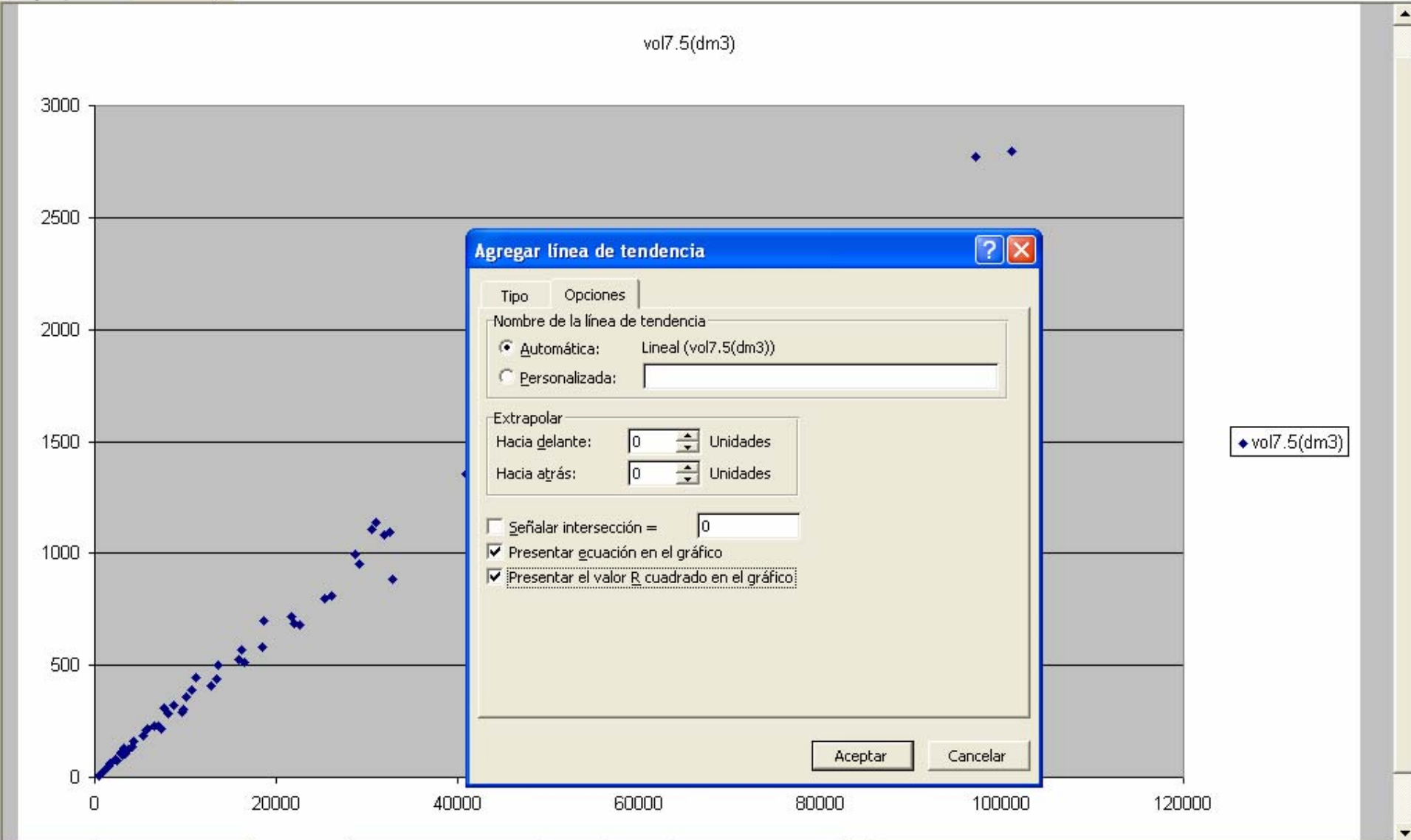
Periodo: 2

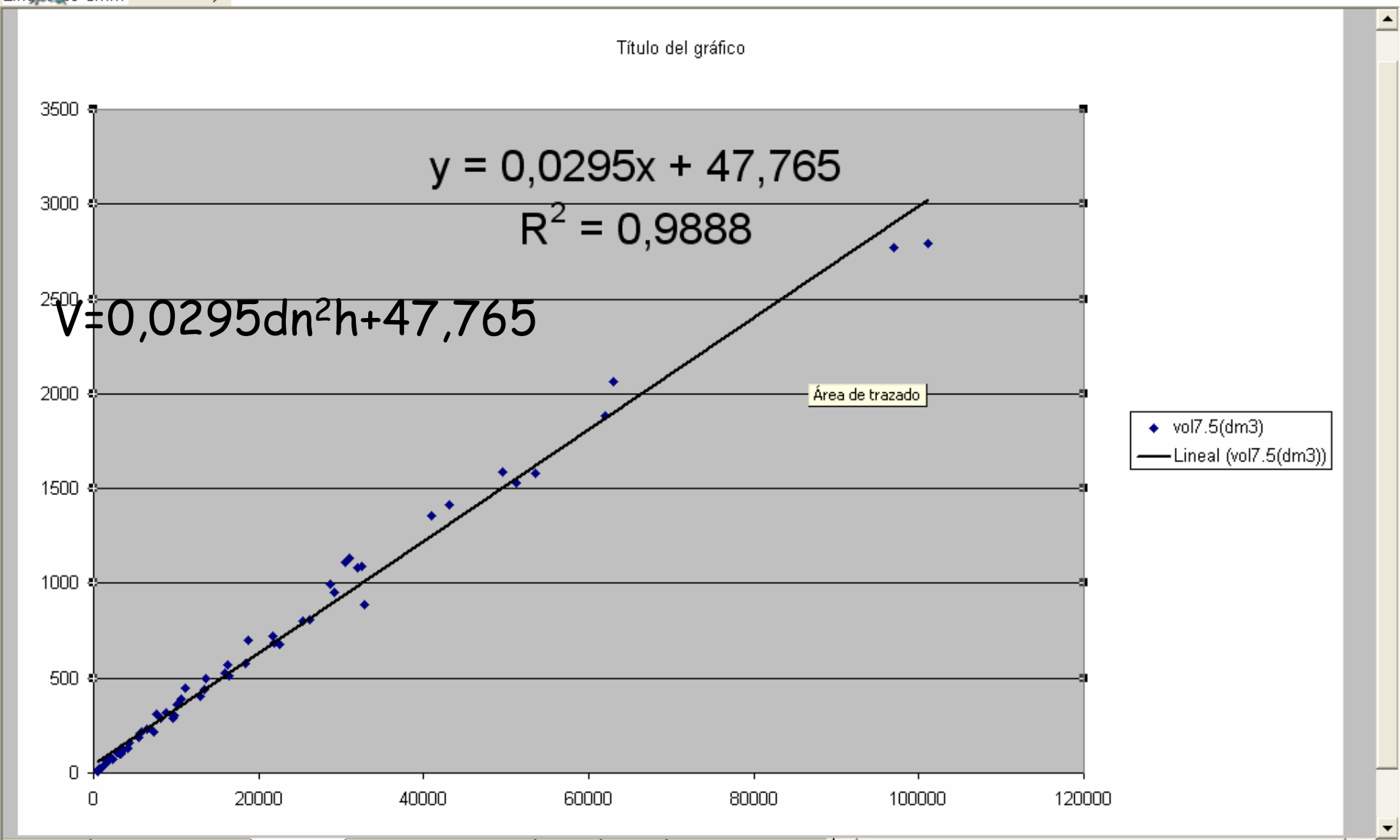
A partir de las series:

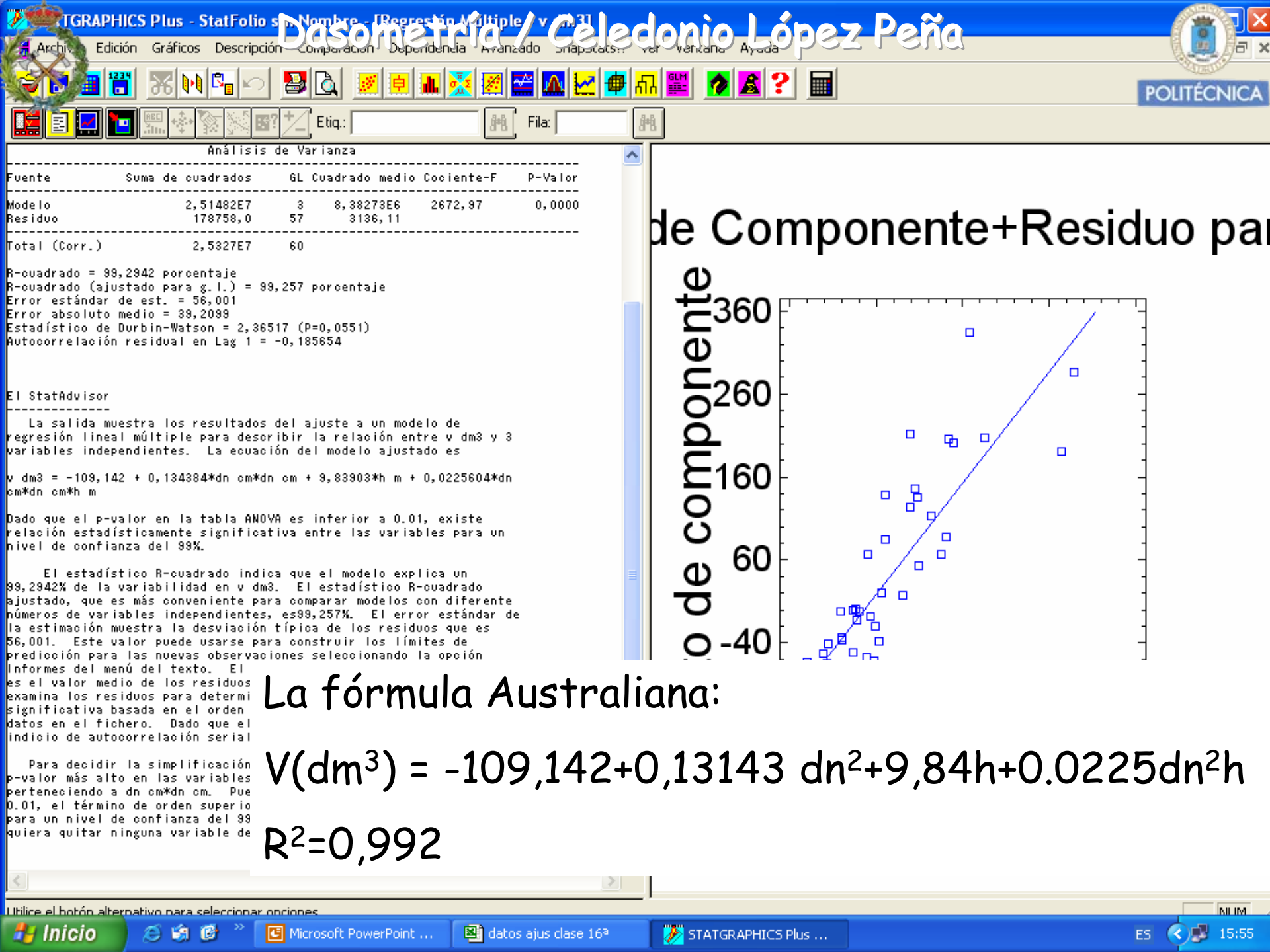
- vol7.5(dm3)

Aceptar Cancelar

◆ vol7.5(dm3)







Dasonometría / Celedonio López Peña

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	2,51482E7	3	8,38273E6	2672,97	0,0000
Residuo	178758,0	57	3136,11		
Total (Corr.)	2,5327E7	60			

R-cuadrado = 99,2942 porcentaje
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,257 porcentaje
 Error estándar de est. = 56,001
 Error absoluto medio = 39,2099
 Estadístico de Durbin-Watson = 2,36517 (P=0,0551)
 Autocorrelación residual en Lag 1 = -0,185654

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados del ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre v dm3 y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$v \text{ dm}^3 = -109,142 + 0,134384 * dn \text{ cm} * dn \text{ cm} + 9,83903 * h \text{ m} + 0,0225604 * dn \text{ cm} * dn \text{ cm} * h \text{ m}$$

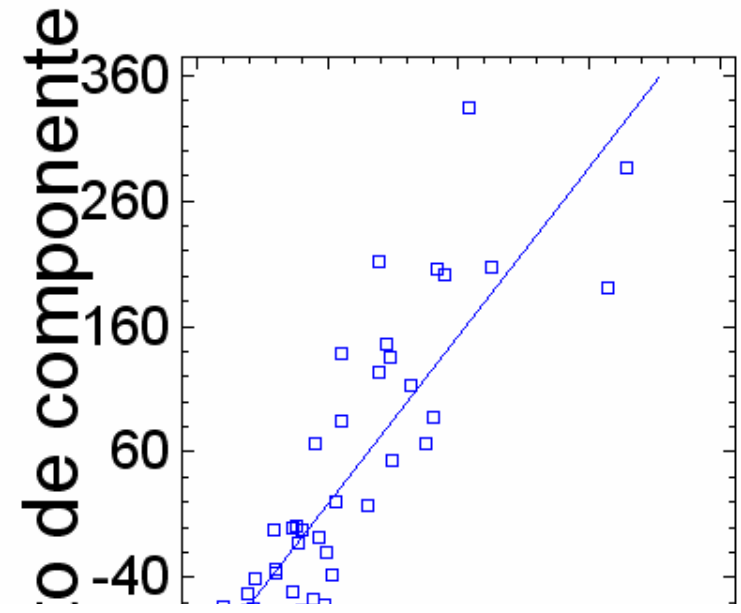
Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%.

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 99,2942% de la variabilidad en v dm3. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente números de variables independientes, es 99,257%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 56,001. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú del texto. El

es el valor medio de los residuos examina los residuos para determinar si hay una relación significativa basada en el orden de los datos en el fichero. Dado que el estadístico de autocorrelación serial

Para decidir la simplificación de un modelo se debe considerar el p-valor más alto en las variables perteneciendo a dn cm*dn cm. Pue para un nivel de confianza del 99% se puede quitar ninguna variable de

de Componente+Residuo par



La fórmula Australiana:

$$V(\text{dm}^3) = -109,142 + 0,13143 \text{ dn}^2 + 9,84h + 0.0225 \text{ dn}^2h$$

$$R^2 = 0,992$$



Más modelos de ajuste $V = f(dn, h)$

$$\text{Spurr} \quad V = a_0 \cdot dn^2 \cdot h$$

$$\text{Näslund} \quad V = a_1 \cdot dn^2 + a_2 \cdot dn^2 \cdot h + a_3 \cdot dn \cdot h^2 + a_4 \cdot h^2$$

$$\text{Meyer} \quad V = a_0 + a_1 \cdot dn + a_2 \cdot dn^2 + a_3 \cdot dn \cdot h + a_4 \cdot dn^2 \cdot h + a_5 \cdot h$$

$$\text{Takata} \quad V = \frac{dn^2 \cdot h}{a_0 + a_1 \cdot dn}$$

I. Forestal de Baden Wuerttemberg

$$\log V = a_0 + a_1 \log \cdot dn + a_2 \log^2 dn + a_3 \log h + a_4 \log^2 h$$

$$\text{Dwight} \quad V = a_1 \cdot (dn^2 \cdot h)^{a_2}$$



Las Tarifas o Tablas de cubicación de dos entradas

$$V = f(dn, h)$$

Una vez construidas para una especie y un área de aplicación las podemos considerar validas para su aplicación en cualquier momento en ese área, al tener en cuenta además del dn la h.

Ya que siempre para su aplicación se debe obtener la relación entre la h/dn en el momento de la cubicación.



Modo de aplicación de las Tarifas o Tablas de dos entradas :

$V = f(dn, h)$, para la cubicación de masas forestales.

Ver ejercicio de Estereometría nº 19



Tarifas o Tablas de cubicación de masas de dos entradas

$$V = f(dn, h, x_1, x_2, x_3, \dots)$$

Proporcionan igual volumen que las Tarifas ya vistas, en función de otras variables además del dn y la h .

Otras variables utilizadas son:

$$d_{4m.}, h_{copa}, d_{copa}, \frac{d_{0,5h}}{dn}, \frac{d_{0,3h}}{dn}, \dots$$

Este tipo de Tablas son más difíciles de construir y de aplicar a la cubicación de masas en los inventarios, no siempre suponen aumento en la precisión de la cubicación de las masas y son menos operativas.



$d_{4m.}$ = Diámetro a cuatro metros de altura de la base del árbol

h_{copa} = Altura de la copa del árbol

d_{copa} = Diámetro de la copa del árbol

$d_{0,5h}$ = Diámetro a mitad de la altura del árbol

$d_{0,3h}$ = Diámetro al 30% de la altura del árbol



$$V = f(dn, h, x_1, x_2, x_3, \dots)$$

En España poco utilizadas Pita Carpenter creó para todos los pinos salvo el *Pinus radiata* y el *Pinus canariensis* tablas del tipo:

$$V = a + b \cdot dn^2 h + c \cdot d_{4m}^2 \cdot h$$

El IFN, presenta algunas con el d_{4m} que sirven solo para algunas especies de árboles de distintas formas standarizadas en el IFN

Otros ejemplos de modelos de tarifas de más de dos entradas son:

$$\textit{Modelo de Ogaya} \quad V = a_0 + a_1 \cdot d_{0,5h} \cdot dn \cdot h$$

Modelo de Näslund

$$V = a_0 + a_1 \cdot dn^2 + a_2 \cdot dn^2 h + a_3 \cdot dn \cdot h^2 + a_4 \cdot h^2 + a_5 \cdot dn^2 \cdot hv$$



Tablas de Masa:

Nos permiten cubicar masas forestales de una manera global, sin detallar por C.D., a partir de variables medias de masa.

$$G, N^{\circ} \text{ pies/Ha.}, H_{\text{media}}, H_0 \rightarrow V=f(G, N/\text{Ha.}, H_m, \dots)$$

Cuando estudiamos la cubicación del árbol individual, vimos que su volumen dependía de la sección normal, de la altura y de un coeficiente de forma (f)

$$V = f \cdot gn \cdot h$$

De manera similar el volumen de la masa podemos considerar que depende del Area Basimétrica, de su altura media y de un coeficiente de forma de masa (F)

Factor de masa relacionado con su estructura y densidad

$$V = F \cdot G \cdot H$$



Tablas de Masa: $V=f(G, N/Ha., Hm,..)$

Fuciones estadísticas de regresión que nos proporcionan una estimación del volumen de la masa, en fución de variables medias de masa

Las Tablas de Masa, más habitualmente utilizadas son las que tienen como variable predictora, El Area Basimétrica (G), y la altura media (Hm).

- En nuestro país no se deben emplear cuando se requiere elevada precisión y nivel de detalle.
- Si en masas de gran extensión para una estimación rápida del volumen.
- Si en masas cuyo objetivo preferente es la protección, el paisaje o el uso social.
- En otros países, (Finlandia, Suecia,..) maneral habitual de cubicar las masas con precisión, dadas las características de uniformidad del arbolado que las compone.



Construcción de "Tablas de Masa": $V=f(G, N/Ha., Hm,..)$

Podemos construir por ajustes de regresión Tablas de Masa de distintos tipos:

De una entrada $V = f(G)$

De dos entradas $V = f(G, H)$ o $V = f(G, H_0)$

De más de dos entradas

$V = f(G, H, N)$ o' $V = f(N_1, N_2, N_3)$ o' $V = f(G, H, N, edad)$



Construcción de Tablas de Masa:

- Muestra de parcelas distribuidas por todo el ámbito superficial al que se pretenda aplicar la Tabla de Masa.
- Al menos 30 parcelas.
- En ellas representadas todos los tipos de masa presentes en el área (calidades, espesura,...).
- Dimensiones de las parcelas equivalente en áreas a la H_0
(Ej. Si $H_0 = 20$ m., $S_{\text{parcela}} = 2.000$ m²).

En cada parcela se deberá medir el Volumen (m³/Ha.) y la variable o variables predictoras que se vayan a utilizar G (m²/Ha.), H_{media} (m.), N (Nº pies /Ha.), etc.



Los modelos de ajuste más empleados son:

Tarifas de Masa de una entrada:

$$V = a_0 + a_1 \cdot G$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot G + a_2 \cdot G^2$$

Tarifas de Masa de dos entradas:

$$V = a_0 + a_1 \cdot G \cdot H$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot G \cdot H + a_2 \cdot (G \cdot H)^2$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot G + a_2 \cdot H + a_3 \cdot G \cdot H$$

$V = \text{Volumen masa en } (m^3 / \text{Ha.})$

$G = \text{A.B. en } (m^2 / \text{Ha.})$

$H = \text{altura media de masa en m.}$

$a_0, a_1, a_2, a_3 \dots$ coeficientes de regresión



Tablas de Masa construidas por el I.F.I.E (P.A.Pita Carpenter 1975):

$$\text{Pinus halepensis} \longrightarrow V = 7,523 + 0,446 \cdot G \cdot H$$

$$\text{Pinus nigra} \longrightarrow V = 11,088 + 0,504 \cdot G \cdot H$$

$$\text{Pinus sylvestris} \longrightarrow V = 21,983 + 0,447 \cdot G \cdot H$$

$$\text{Pinus pinaster} \longrightarrow V = 10,783 + 0,471 \cdot G \cdot H$$

$$\text{Pinus pinea} \longrightarrow V = 7,059 + 0,500 \cdot G \cdot H$$

$$\text{Pinus uncinata} \longrightarrow V = -4,126 + 0,5330 \cdot G \cdot H$$

$V = \text{Volumen masa en } (m^3 / \text{Ha.})$ $H = \text{altura media de masa en m.}$

$G = A.B. \text{ en } (m^2 / \text{Ha.})$

Método operativo de utilización de las Tablas de Masa para la cubicación de superficies forestales:

Tarifas de una entrada: $V = f(G)$

1. Diseño de muestreo, en él decido el número y tipo de parcelas a muestrear, y el reparto de las mismas. Depènderá de las características de la masa.
2. Medición del Área Basimétrica en las distintas zonas o puntos de muestreo. (Se puede hacer de manera sencilla con el relascopio de Bitterlich).
3. Hallar la media de las G_i obtenidas
4. Entrando con el valor medio del Área Basimétrica (G), en m^2/Ha . en la tabla correspondiente, obtendremos la estimación del volumen V de la masa en m^3/Ha .



Método operativo utilización de las Tablas de Masa:

Tarifas de dos entradas:

$$V = f(G, H)$$

1. Diseño de muestreo.
2. Medición del Área Basimétrica en las zonas o puntos de muestreo, preferentemente muestreo relascópico y la media... G
3. En cada punto de muestreo relascópico, se miden las alturas de uno de cada tres o cuatro árboles que entre en el conteo y se hace la media con todas las alturas obtenidas... H

El empleo de las "Tarifas o Tablas de Masa" solo recomendado cuando se quiera conocer las existencias de una masa de manera rápida a bajo coste y sin una gran exactitud.



Tarifas de Masa en función del número de pies:

Este tipo de Tablas se utilizan en masas en las que se miden mejor alturas que diámetros.

Ocurre en masas con Elevadas densidades de pies de pequeño grosor. Árboles con tallos múltiples (monte bajo).

Tarifas de leñas.

$$V = a_0 + a_1 \cdot N_1 + a_2 \cdot N_2$$

$$V = a_0 + a_1 \cdot N_1 + a_2 \cdot N_2 + a_3 \cdot N_3$$

N_1 pies/Ha. de 0 a 2 m. de h

N_2 pies/Ha. de 2 a 4 m. de h

N_3 pies/Ha. de 4 a 6 m. de h

Basicamente para volúmenes de leña y biomasa.



Tarifas para utilización con fotografías aéreas:

Mediante fotointerpretación de fotogramas verticales mediante la visión estereoscópica y trabajos de campo obtención de información orientativa y aproximada de las existencias de las masas.

Tarifas fotográficas basadas en parámetros individuales del árbol

De una entrada: \longrightarrow $V = f(D_{VC})$

De dos entradas: \longrightarrow $V = f(D_{VC}, h_{\text{árbol foto}})$

Tarifas fotográficas con parámetros de masas

De una entrada: \longrightarrow $V = f(Fcc(\%))$

De dos entradas: $V = f(Fcc(\%), H)$ $V = f(Fcc(\%), N)$

De tres entradas: \longrightarrow $V = f(Fcc(\%), H, N)$