

# Notas sobre el manejo del software geoestadístico Variowin. Parte I: Cálculo del variograma

Notes on using geostatistical software variowin. Part I: Variogram calculation

Mariana S. Santamaría\*, Marta S. Malla\*

---

## RESUMEN

El término geoestadística comprende el análisis y el modelado de datos espaciales que están distribuidos en un sistema de coordenadas del espacio y/o tiempo. La teoría de variables regionalizadas, o Geoestadística, nació como una metodología inferencial para evaluar reservas de oro y se extendió rápidamente a otras observaciones espaciales donde los supuestos básicos de la estadística clásica no se cumplían. Los tres pasos básicos de un estudio geoestadístico incluyen: análisis exploratorio de datos, análisis estructural (cálculo y modelado de variogramas) y predicciones (kriging o simulaciones). El objetivo de este trabajo es proveer de una introducción detallada sobre la exploración y cálculo de variogramas utilizando el software Variowin 2.21. Este software es de distribución libre y puede obtenerse de internet. El modelado de variogramas se describe en otro trabajo (Parte II). Variowin está diseñado tanto para iniciar al principiante en el uso de los métodos geoestadísticos de una manera fácil, como para proporcionar al usuario experimentado suficiente potencia y flexibilidad para resolver problemas reales.

**Palabras claves:** Geoestadística, Análisis estructural, Variograma.

## ABSTRACT

The term Geostatistics covers the analysis and modeling of spatial data that are distributed in a coordinate system of space and/or time. The theory of the regionalized variable, or Geostatistics, was born as an inference methodology to evaluate ore reserves and extended rapidly to other spatial observations where basic assumptions of classical statistics did not work. The three basic steps in a geostatistical study include: exploratory data analysis, structural analysis (calculation and modeling of variograms) and making predictions (kriging or simulations). This paper aims to provide a detailed introduction to the exploration and calculation of variograms using Variowin 2.21 software package. This packages is freely available from internet. Modeling of variograms is detailed in a another paper (Part II). This software Variowin is designed to make it easy for the novice to begin using geostatistical methods, as well as to provide sufficient power and flexibility for the experienced user to solve real-world problems.

**Keywords:** Geostatistics, Structural analysis, Variogram.

---

\* Departamento de Matemática; Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.  
E-mail:msanta@infovia.com.ar

## INTRODUCCIÓN

Estas notas constituyen una guía introductoria más detallada que la dada por Malla y Santamaría (2005) sobre el manejo del software VARIOWIN versión 2,21 de Yvan Pannatier, presentado en el XXXIII Coloquio Argentino de Estadística en octubre de 2005. Este software, diseñado únicamente para la exploración y modelado de semivariogramas, permite realizar el análisis estructural de datos espaciales. Es de dominio público y puede descargarse de la dirección: <http://www-sst.unil.ch/research/variowin/index.html>.

La primera versión<sup>1</sup>, dedicada íntegramente a la enseñanza del análisis variográfico, fue libre; sin embargo, su distribución y uso debían tener la autorización del autor, motivo por el cual no estaba disponible en la web. Posteriormente una versión comercial (Pannatier, 1996) estuvo disponible para la venta junto con el libro correspondiente. Ambos se vendían juntos, pero actualmente están fuera de edición; por ese motivo la última versión 2.21 del software es de dominio público.

Con el objetivo de exhibir el funcionamiento del software en estas notas se utiliza un conjunto de datos obtenido de la siguiente dirección de Internet: <http://www.bioss.sari.ac.uk/smart/unix/mvariog/slides/frames.htm>.


Antes de comenzar la descripción del software, cabe recordar que: la geoestadística es una herramienta imprescindible para analizar patrones de distribución espacial de datos provenientes de disciplinas tales como minería, geología, edafología, ecología y otras. Comprende un conjunto de herramientas y técnicas que sirven para analizar y predecir los valores de una variable que se muestra distribuida en el espacio o en el tiempo de una forma continua (Malla y Santamaría, 2005). Todo trabajo geoestadístico se lleva a cabo en tres etapas (Moral, 2004):


1. Análisis exploratorio de los datos: Consiste en la aplicación de técnicas descriptivas al conjunto de datos disponible, con el fin de conocer su distribución e identificar datos erróneos, pero sin tener en cuenta su distribución geográfica. Es la etapa de aplicación de la estadística clásica.
2. Análisis variográfico o análisis estructural: Está compuesto por el cálculo del semivariograma experimental y el ajuste a éste de un modelo teórico conocido. El semivariograma experimental es la herramienta geoestadística más importante en la determinación de las características de variabilidad y correlación espacial del fenómeno estudiado, es decir, permite conocer cómo la variable cambia de una localización a otra (Isaaks y Srivastava, 1989).

3. Predicciones: Consiste en realizar estimaciones de la variable en los puntos no muestreados, es decir, estimar valores desconocidos a partir, no sólo de los conocidos, sino también de su estructura de continuidad espacial. Con la información procedente de la estimación se puede realizar una serie de mapas sobre la distribución de la variable en el área de interés.

## DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

VARIOWIN se utiliza para el análisis espacial de datos y modelado del variograma en dos dimensiones. Consta de la siguiente colección de cuatro programas (archivos de extensión **.exe**) que deben ser ejecutados separadamente y en un cierto orden:

**Prevar2D**, genera un archivo de distancias **.pcf** para todos los posibles pares de datos existentes en un archivo de datos de extensión **.dat**.  **Prevar2D**

**Vario2D**, utiliza el archivo de comparación de a pares **.pcf** originado por el Prevar2D para hacer un análisis variográfico exploratorio en 2D.  **Vario2D with PCF**

**Model**, permite realizar de manera interactiva el ajuste a un modelo teórico del variograma experimental obtenido previamente por Vario2D.

 **Model**

**Grid Display**, sirve para exhibir archivos de grilla (formato ASCII **.grd**) como mapas de pixels.

 **Grid Display**

Los archivos de datos para VARIOWIN requieren de un formato específico (Geo-EAS, Englund y Sparks, 1991), común a varios softwares estadísticos, con extensión **.dat** y con un máximo de ocho caracteres para su nombre, caso contrario éste será truncado. La primera fila del archivo debe contener el título, la segunda, cantidad de variables incluidas las coordenadas X e Y, las siguientes, los nombres de las variables, las columnas de datos y la última en blanco. La Fig. 1 exhibe un archivo de datos basado en dicho formato.

Mediciones de backscatter			
4			
Muestra			
microwave			
1	6	6	86
2	18	6	63
...	...	...	...
400	234	234	97
(renglón en blanco obligatorio en todo archivo de datos)			

Fig. 1. Archivo de datos en formato Geo-EAS, backscat.dat.

<sup>1</sup> Corresponde a la tesis doctoral de Yvan Pannatier: *Logiciel pour l'analyse spatiale de données en 2D - Etude géologique et géostatistique du gîte de phosphates de Taiba (Senegal)*. Ph.D. thesis, University of Lausanne, Lausanne, Switzerland, 1995.

El gráfico puede ser salvado con extensiones de archivos gráficos mediante el comando **Edit - Copy as Metafile** o **Edit - Copy as Bitmap**. El comando **Options** permite utilizar otro tipo de estimadores para realizar un análisis de correlación espacial de datos tales como variograma estandarizado, covarianza, correlograma y madograma (Fig. 28).

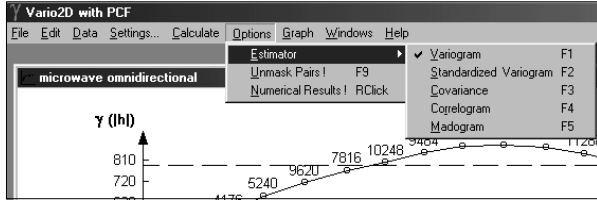


Fig. 28. Menú **Options**: distintos estimadores para realizar un análisis de correlación espacial de datos.

El gráfico de variograma puede representarse en forma de tabla presionando el mouse derecho sobre el propio gráfico o mediante **Options - Numerical Results!** (Fig. 29).

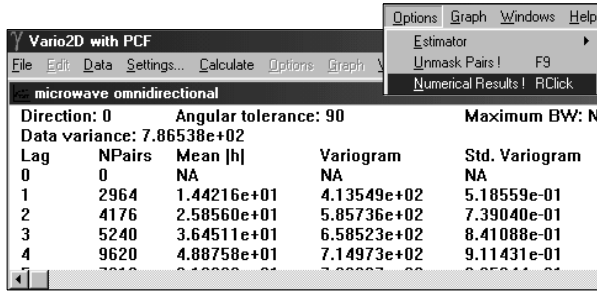


Fig. 29. Menú **Options - Numerical Results!**

Con el comando **Graph** se pueden hacer modificaciones al gráfico respecto de los ejes, símbolos, etc. Al cerrar el programa **Vario2D** la tabla obtenida mediante el comando **Options - Numerical Results!** se cierra también perdiéndose tal información. Para conservar los resultados numéricos del variograma experimental éste debe ser guardado en un archivo con la extensión **.var** (**backscat.var**), Fig. 30, al que se puede acceder mediante un editor de texto (por ejemplo Word). Este archivo será posteriormente utilizado por el programa **Model** (Fig. 31).

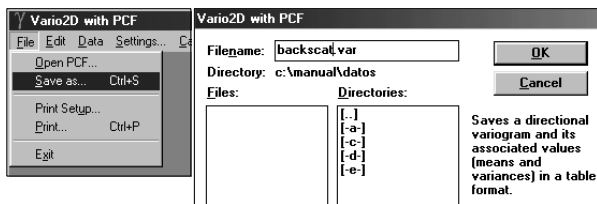


Fig. 30. Comando para salvar el variograma en un archivo **.var**.

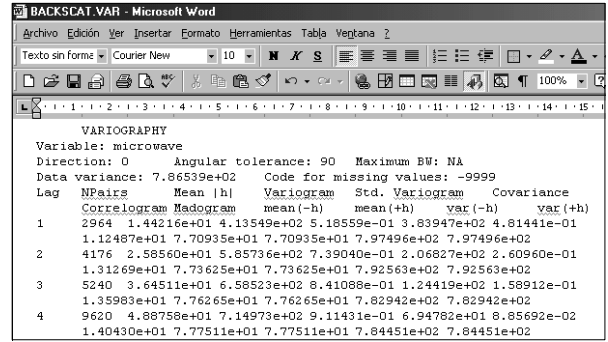


Fig. 31. Tabla conteniendo la información del variograma experimental.

Presionando el mouse sobre cada punto del gráfico del variograma experimental aparece una ventana con el h-scatterplot referido al lag elegido (da información de los pares de puntos correspondientes a dicho lag) (Fig. 32).

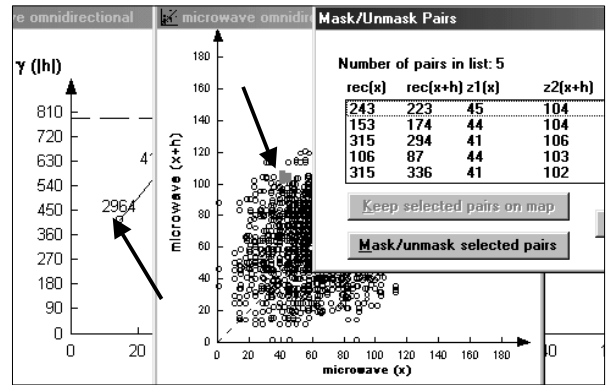


Fig. 32. h-scatterplot para lag seleccionado.

La opción **Calculate/ Variogram Surface** permite generar un mapa de variogramas, presentado en forma de pixels en escala de grises o colores (Fig. 33).

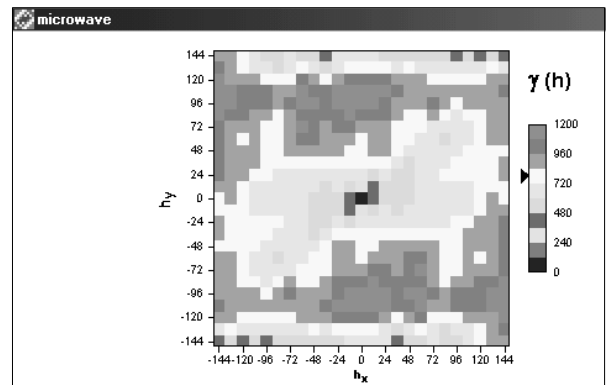


Fig. 33. Mapa de Variograma para la variable **microwave**.

Dicho mapa permite determinar las direcciones de anisotropía de la variable en estudio. El comando **Graph** permite hacer modificaciones al gráfico respecto de la paleta de colores, indicar la cantidad de

pares que forman cada valor de  $g(h)$  y valor de covarianza. El comando **Options** permite utilizar otro tipo de estimadores para realizar un análisis de correlación espacial de datos tales como variograma estandarizado, covarianza, correlograma y madograma.

La información del mapa puede representarse en forma de tabla presionando el mouse derecho sobre la figura o mediante **Options – Numerical Results!** (Fig. 34).

DeltaX	DeltaY	NPairs	Mean  h	Variogram	Std. Variogram
-144	-144	64	2.03647e+02	4.49445e+02	9.95927e-01
-132	-144	72	1.95346e+02	5.71167e+02	1.27749e+0
-120	-144	80	1.87446e+02	4.40156e+02	1.02982e+0
-108	-144	88	1.80000e+02	4.88528e+02	1.14026e+0
-96	-144	96	1.73066e+02	4.56401e+02	1.10048e+0
-84	-144	104	1.66709e+02	5.62173e+02	1.31355e+0
-72	-144	112	1.60997e+02	5.12402e+02	1.16226e+0
-60	-144	120	1.56000e+02	5.43717e+02	1.15231e+0
-48	-144	128	1.51789e+02	5.85465e+02	1.24134e+0
-36	-144	136	1.48432e+02	5.54904e+02	1.13896e+0

Fig. 34. Tabla con la información correspondiente al mapa de variograma.

Para guardar toda la información contenida en la tabla del mapa de variograma, presionar **File/Save as** y asignar un nombre de archivo, para el ejemplo: **backscat.vs**, así se crea un archivo con extensión **.vs** (variogram surface) al que se puede acceder mediante un editor de texto (Fig. 35).

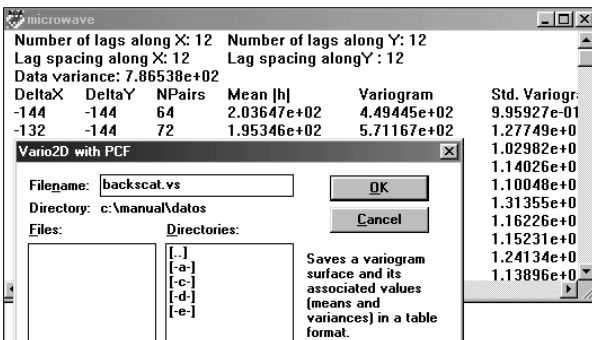


Fig. 35. Comando para salvar la tabla del mapa de variograma en un archivo con extensión **.vs**.

## CONCLUSIONES

El software VARIOWIN permite un análisis estructural completo de datos espaciales. Además del análisis gráfico, brinda en forma de tablas información numérica del análisis de estimaciones resultante del cálculo del variograma experimental y de la superficie de variograma, contribuyendo a una mejor elección del modelo y parámetros a ajustar.

Variowin está diseñado tanto para iniciar al principiante en el uso de los métodos geoestadísticos de una manera fácil, como para proporcionar al usuario experimentado suficiente potencia y flexibilidad para resolver problemas reales.

Constituye un buen complemento de otros programas informáticos aplicados a la geoestadística.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cressie, N. A. C. (1993). *Statistics for spatial data*, pp.29-104. J. Wiley & Sons.
2. Englund, E. y A. Sparks (1991). *Geo-EAS 1.2.1 User's Guide*, EPA Report #600/8-91/008 EPA-EMSL, Las Vegas, NV, (<http://www.epa.gov/ada/csmos/models/geoeas.html>).
3. Isaaks, E. H. y, R.M. Srivastava (1989). *Applied Geostatistics*, 561pp. New York Oxford, Oxford University Press.
4. Malla, M. S. y M. S. Santamaría (2005). *VARIOWIN: Software para Análisis Variográfico*, 9pp. XXXIII Coloquio Argentino de Estadística, CD-ROM.
5. Moral, F. J. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas* (1), 11pp. <http://www.aeet.org/ecosistemas/041/revision3.htm>
6. Pannatier, Y. (1996). *VARIOWIN: Software for Spatial Data Analysis in 2D*, Springer-Verlag, New York.
7. Webster, R. y M.A. Oliver (1990). *Statistical methods in soil and land resource survey*, pp. 213-240. Oxford University Press, Oxford.