



# Tendencias en la estimación de recursos mineros

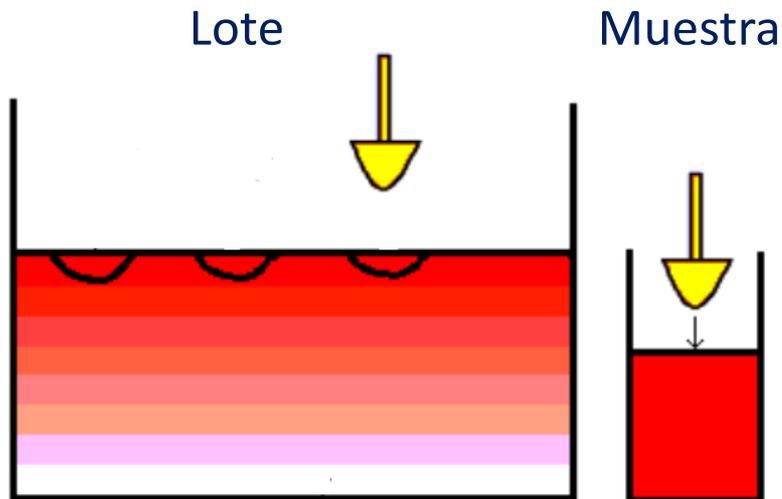
Marco Alfaro

Jefe de Carrera Ingeniería Civil de Minas UCV

2013

# 1. El Muestreo Minero

Concepto de muestra representativa



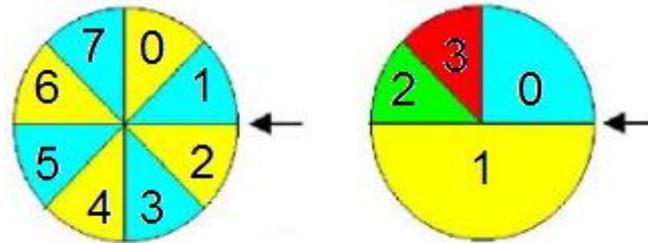
Pozo de tronadura



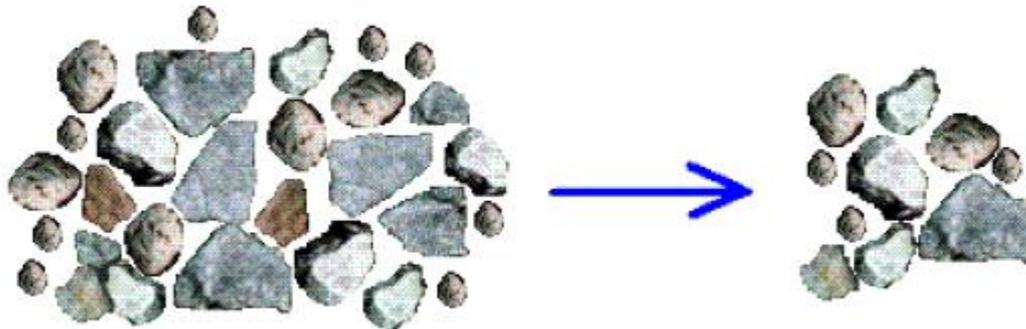
¿Son buenas o malas muestras estas dos “muestras”?

Principio Fundamental del Muestreo

# El muestreo debe ser equiprobable



Todas las partículas del lote tienen la misma probabilidad de ir a la muestra



Lote

Muestra

## Definición de espécimen



¿Es una buena muestra?

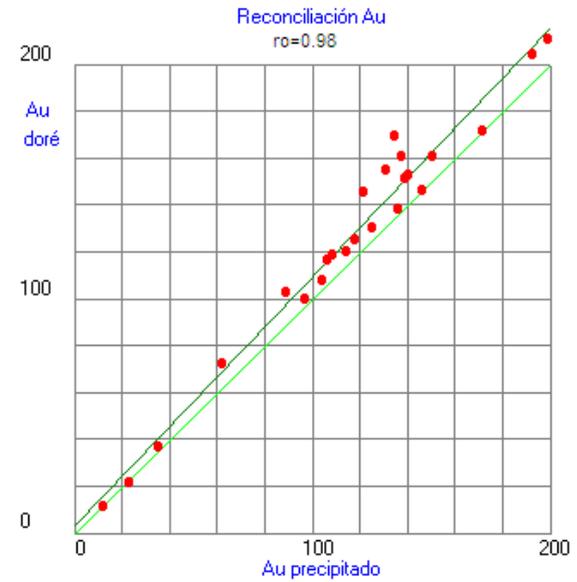
# Muestreo en mina de block-caving



La poruña con “hoyos”

**MUESTREO DE POZOS DE TRONADURA**

# Un ejemplo: producción de oro

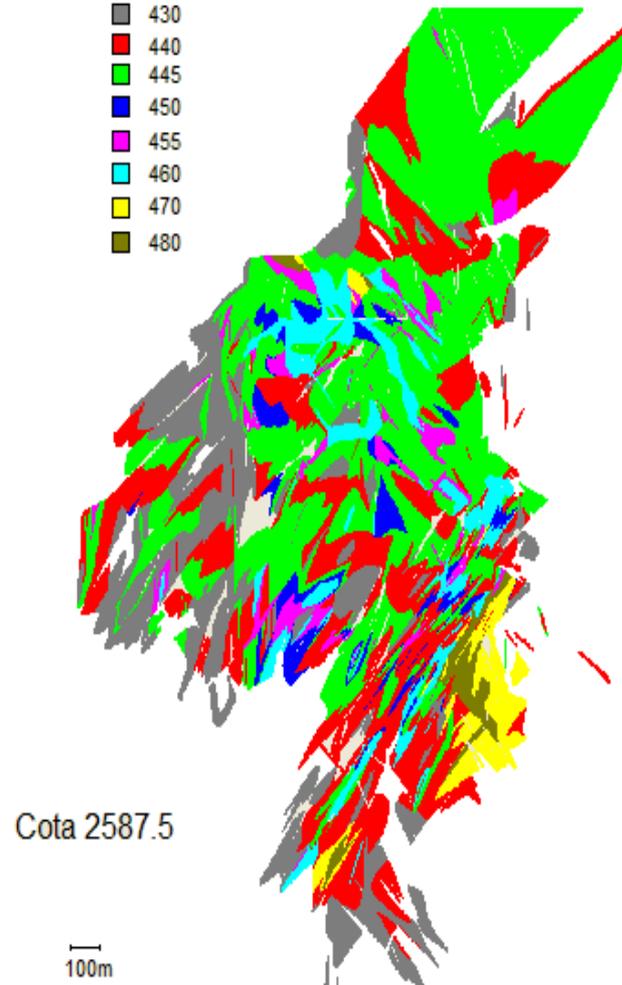


PROGRAMA GOTE

# 2. EL MODELO GEOLOGICO

Unidades geológicas

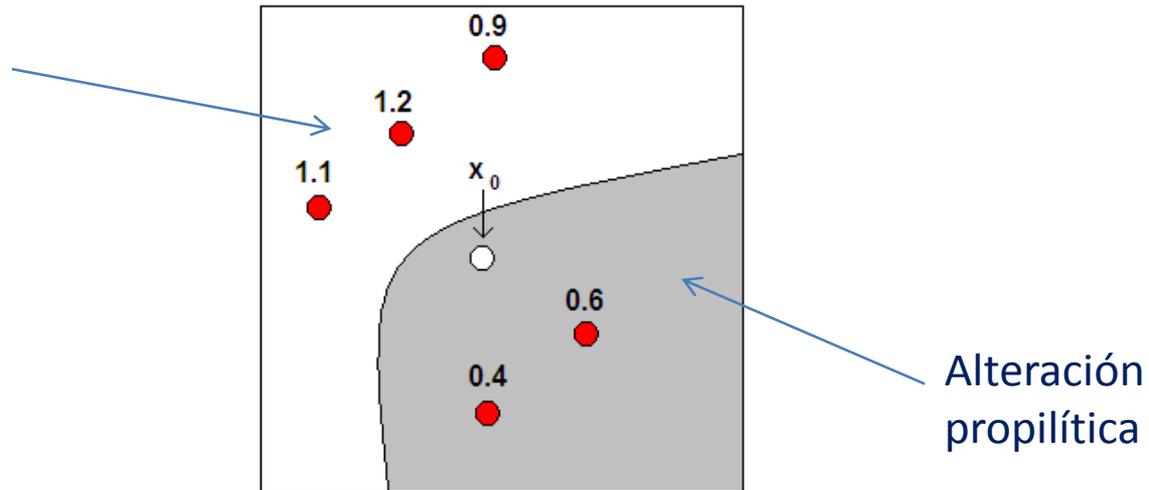
- 430
- 440
- 445
- 450
- 455
- 460
- 470
- 480



Mina Gabriela  
Mistral (Oxidos)

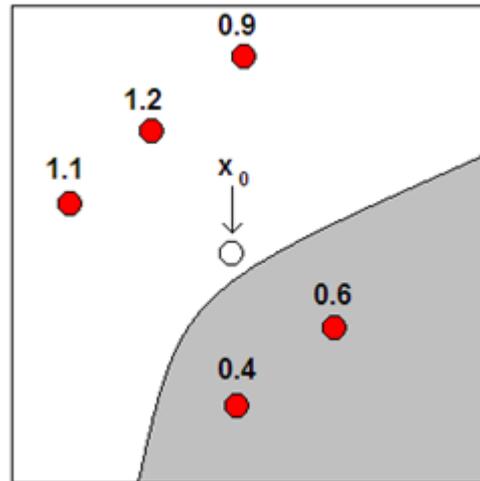
# ¿Fronteras “duras” o fronteras “blandas”?

Alteración  
potásica



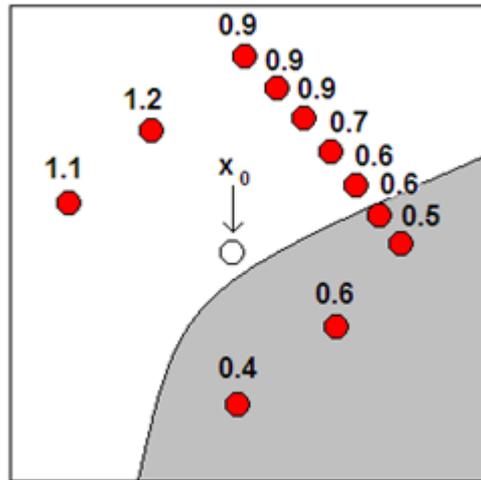
Valor estimado en  $x_0 = 0.5$

# La frontera entre ambas unidades es ESTIMADA



Ahora la ley estimada en  $x_0$  es del orden de 1

# Ahora la frontera es totalmente conocida



Existe una dependencia entre una unidad y otra

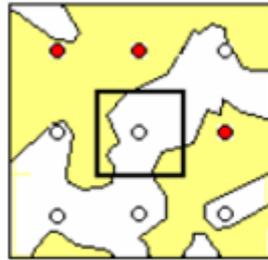
# Justificación de fronteras duras

En consecuencia las fronteras duras se justifican cuando:

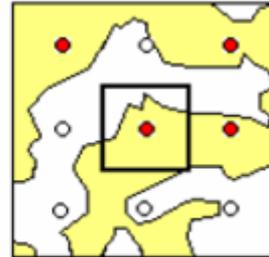
*“Se tiene una discontinuidad geológica, es decir las leyes son independientes de una unidad a otra y la frontera es perfectamente conocida”.*

# Justificación

Algunos autores afirman que las fronteras duras se justifican cuando:  
**“Existe un cambio abrupto en las leyes de ambas unidades”.**



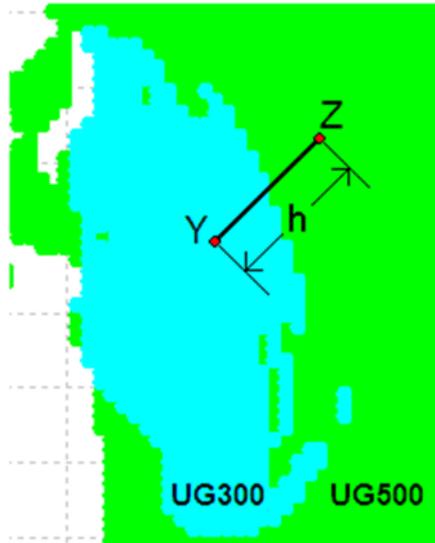
$Z_k = 0.2$



$Z_k = 0.7$

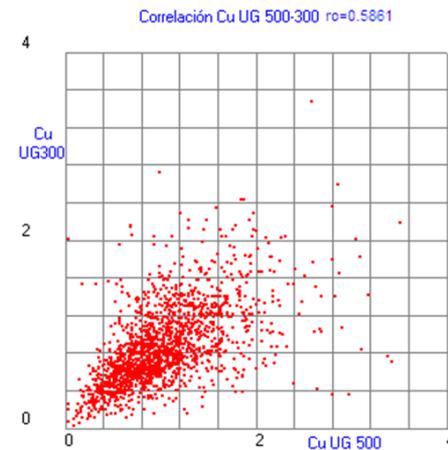
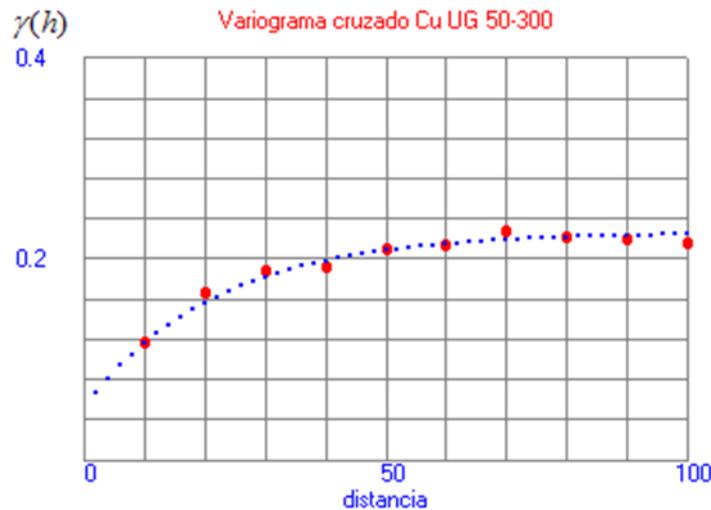
**Krigado de indicadores**

# El variograma cruzado

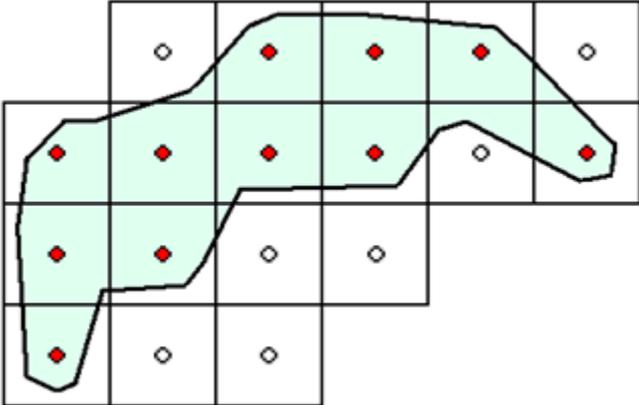
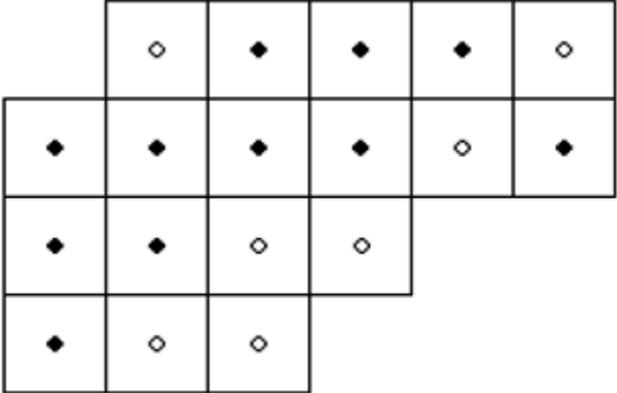
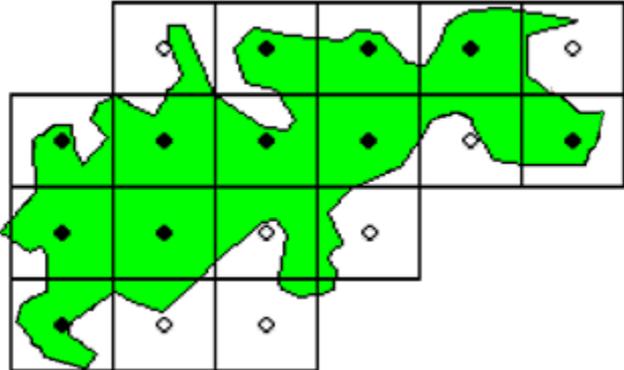


¿Indicadores?

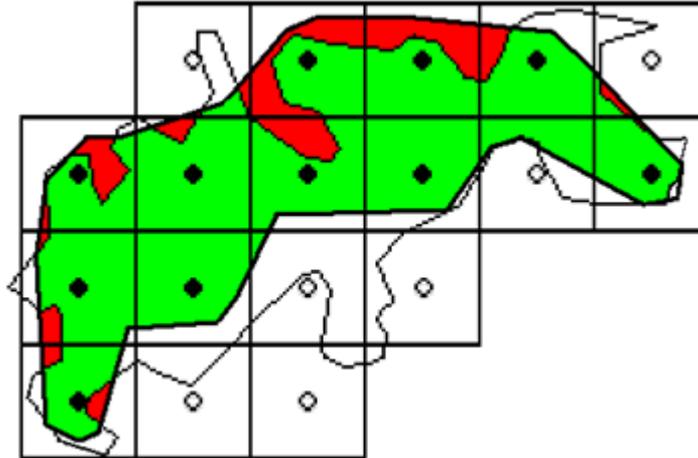
El variograma cruzado consiste el promedio de diferencias de leyes entre dos unidades a la distancia h.



# Todo modelo geológico tiene errores de interpretación

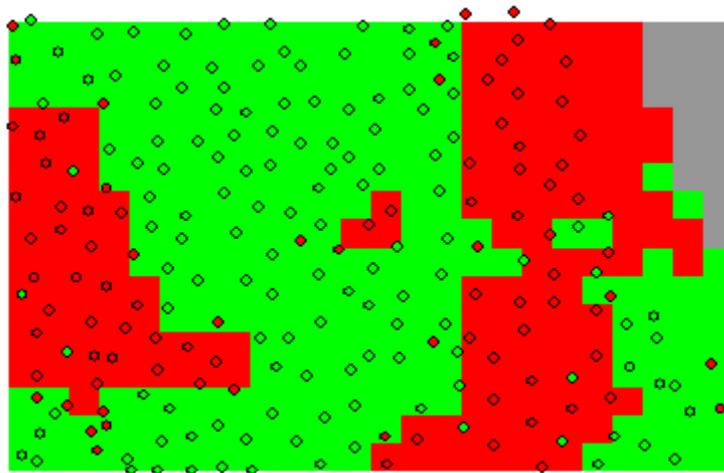


# La interpretación no es biunívoca



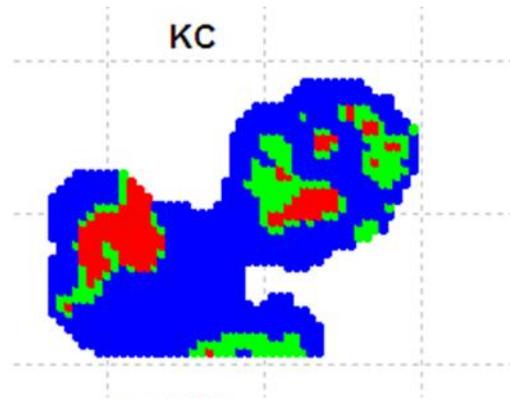
# El kriging completo

Consiste en utilizar toda la base de datos para krigear un modelo de bloques

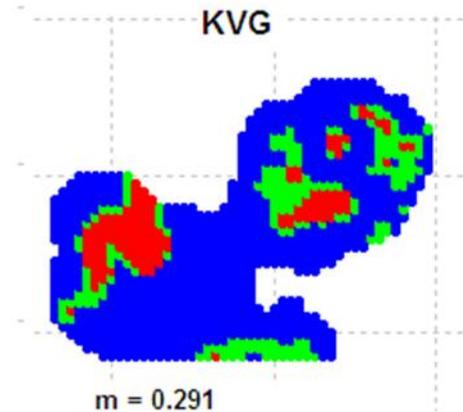


PROGRAMA DE KRIGEADO

# Comparación



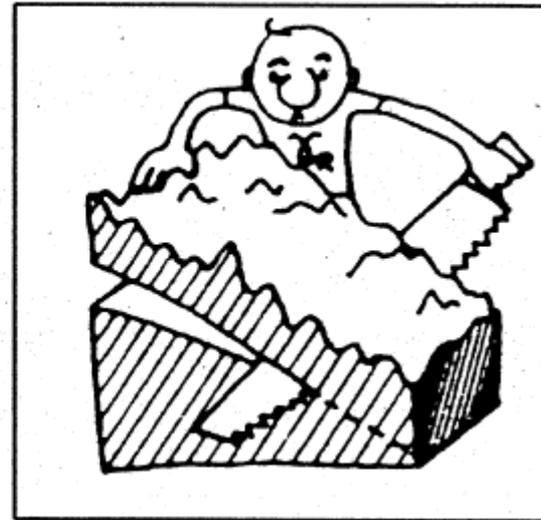
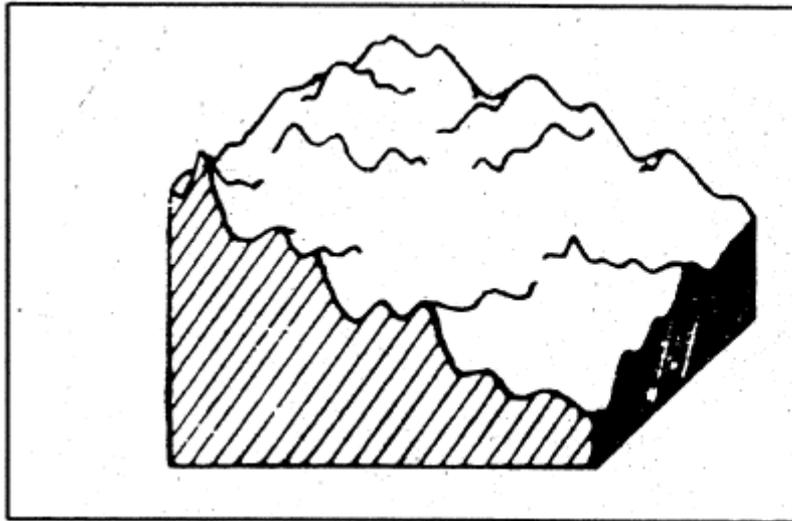
m = 0.291  
min = 0.009  
max = 2.244  
sigma = 0.284



m = 0.291  
min = 0.032  
max = 2.295  
sigma = 0.290

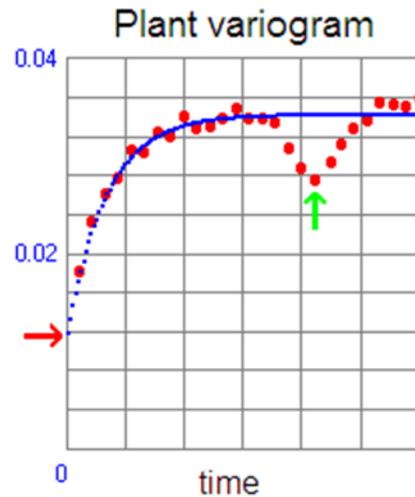
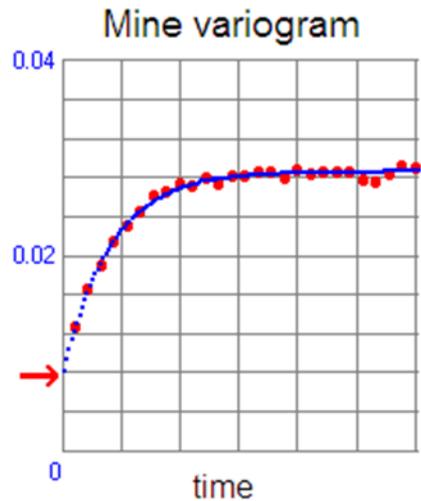
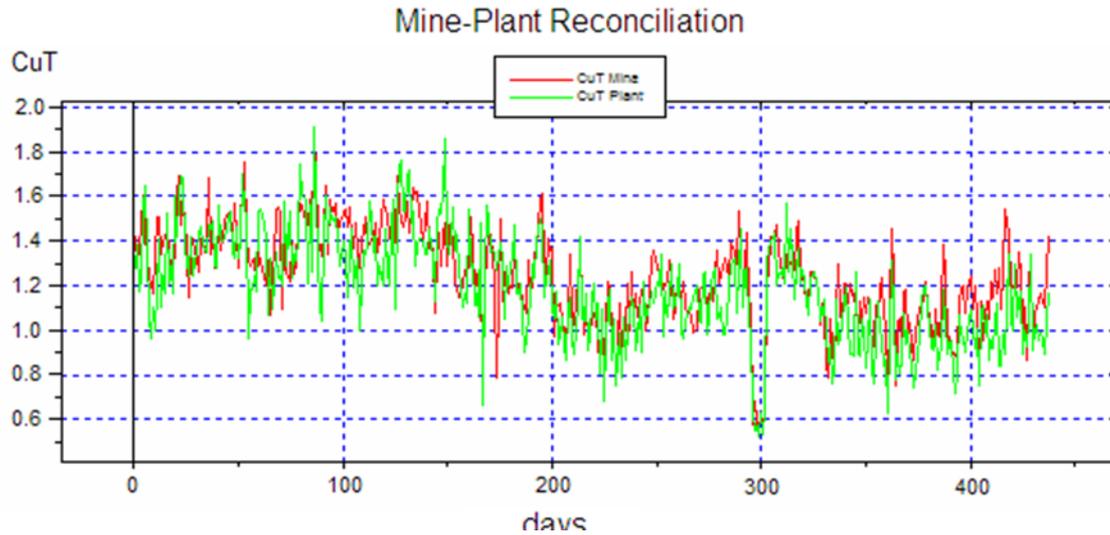
# El kriging universal

El kriging ordinario asume que la variable en estudio tienen una cierta estacionaridad. En casos no estacionarios es preferible usar el kriging universal

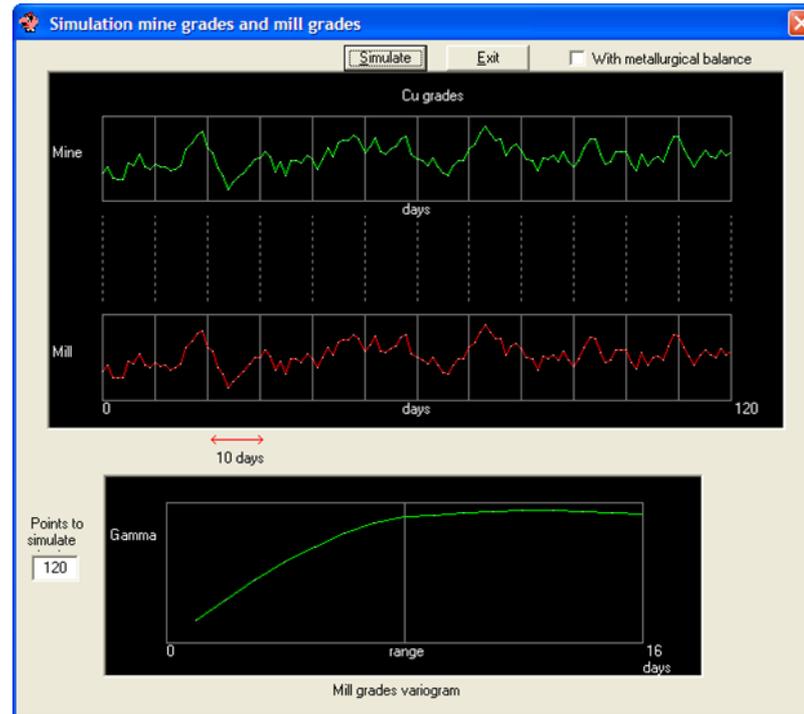


Dibujó: J. P. Delhomme

# Reconciliación (comparación) de leyes mina-planta



# Simulación que explica la situación



**PROGRAMA MINA-PLANTA**

# Conclusiones

Los ejemplos mostrados nos indican que estamos lejos de haber resuelto satisfactoriamente nuestros problemas reales de evaluación de recursos mineros:

- Hay que considerar la real importancia que tiene el muestreo minero
- Es necesario investigar acerca de las fronteras (duras blandas y suaves) de las unidades de estimación.

¡GRACIAS!