

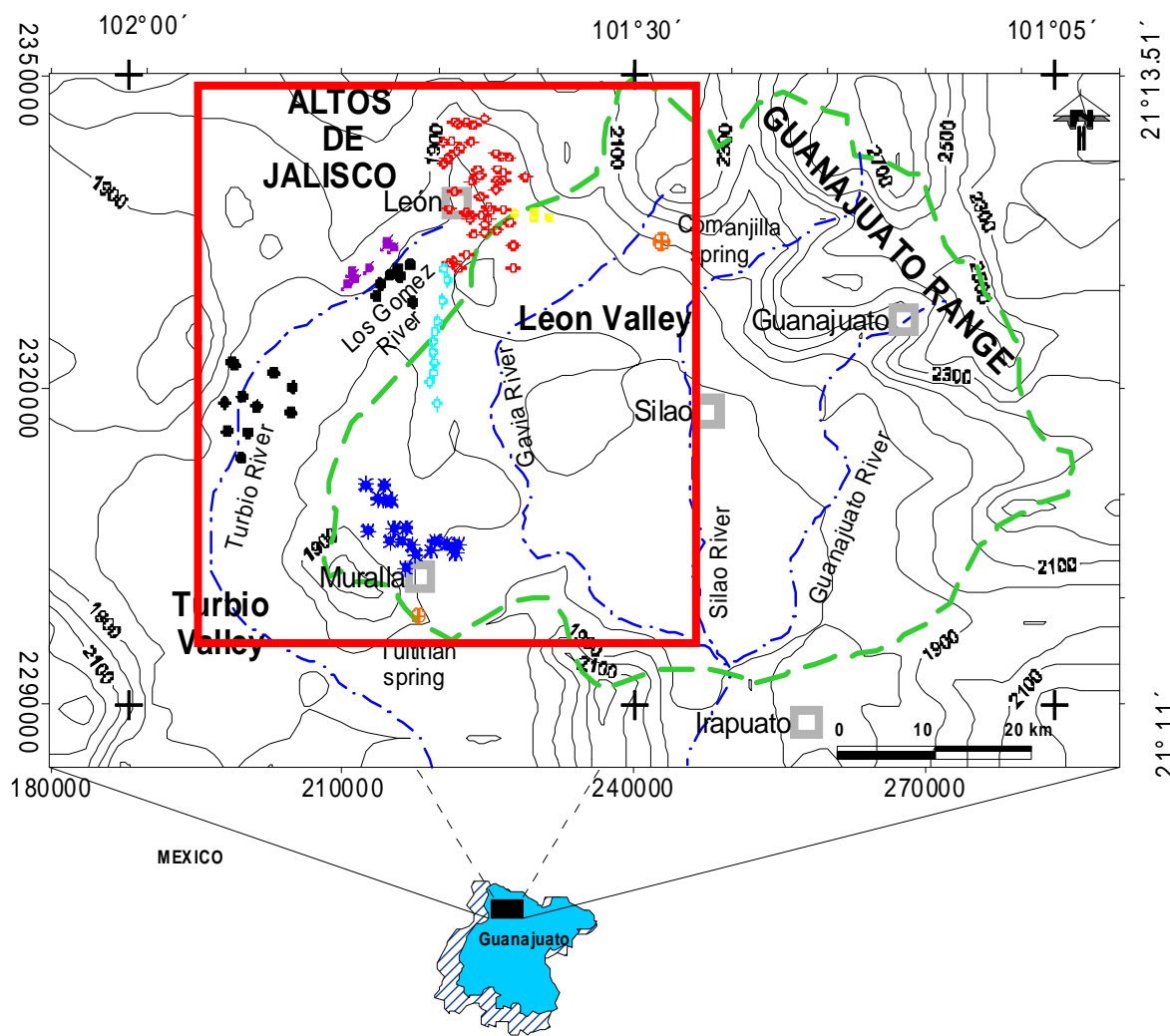
**ESTIMACIÓN ESPACIAL DE DATOS
DE POZOS DE AGUA
VARIABLES: LITIO Y FLUOR**

CONTENIDO:

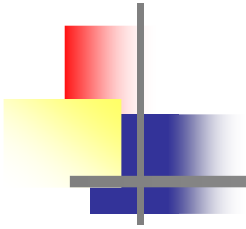
1. INTRODUCCIÓN
2. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS
3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL
4. ANÁLISIS DE RESIDUOS
5. ESTIMACIÓN ESPACIAL CON KRIGING
6. ESTIMACIÓN ESPACIAL CON COKRIGING (DATOS DE LITIO)
7. CONCLUSIONES

ESTIMACIÓN ESPACIAL - INTRODUCCIÓN

Ubicación de los pozos estudiados

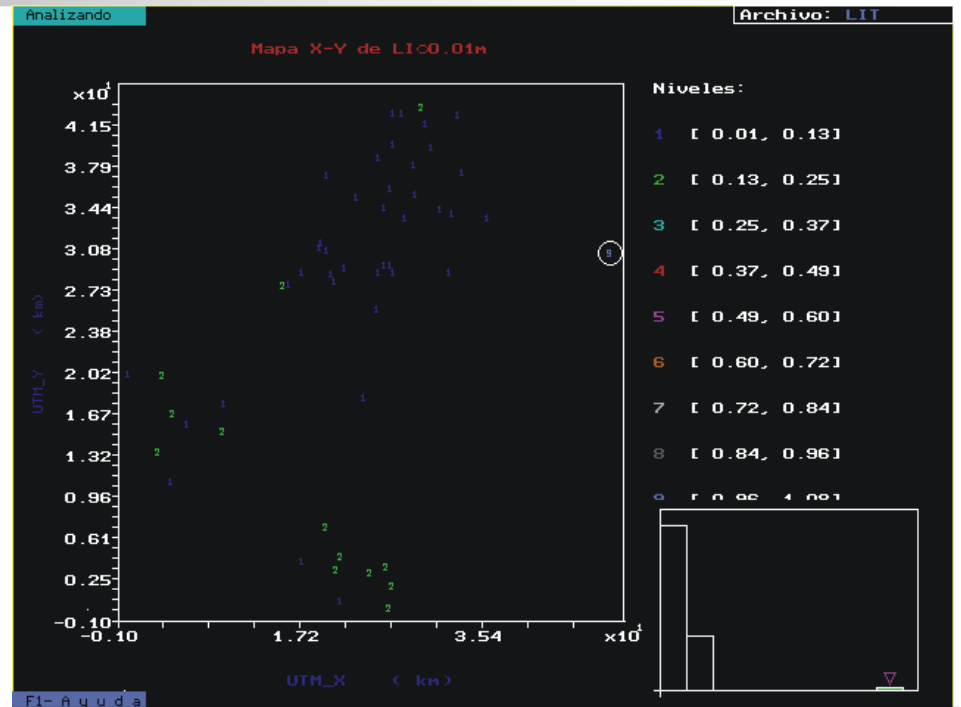
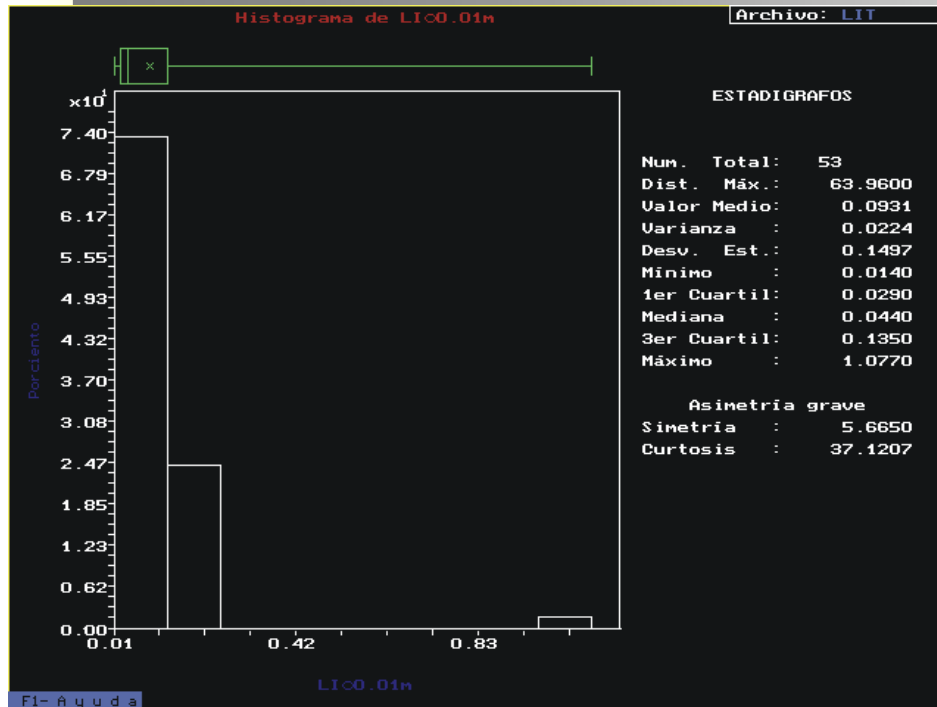


No	Li	F
Pozo	0.010	0.10
	(mg/L)	(mg/L)
1	0.030	0.17
2	0.088	0.45
3	0.077	0.41
4	0.112	0.94
5	0.140	1.16
6	0.103	0.71
7	0.103	0.75
8	0.153	0.91
9	0.149	0.91
10	0.069	1.27
11	0.148	2.20
12	0.222	1.45
13	0.098	0.80
14	0.154	0.99
15	0.140	0.96
16	0.147	1.09
17	0.135	1.02
18	0.230	1.38
19	0.064	0.60
20	0.180	1.41
21	0.042	0.26
22	0.035	0.21
23	0.030	0.22
24	0.017	0.10
25	0.024	0.17
26	0.016	0.08
27	0.014	0.39
28	0.019	0.31
29	0.146	0.68
30	0.079	0.39
31	0.023	0.41
32	0.038	0.43
33	0.036	0.65
34	0.026	0.48
35	0.040	0.75
36	0.029	0.71
37	0.098	0.13
38	0.171	0.57
39	0.029	0.16
40	0.023	0.24
41	0.039	0.32
42	0.044	0.34
43	0.045	0.26
44	0.058	0.23
45	0.040	0.00
46	0.019	0.22
47	0.029	0.10
48	0.030	0.03
49	0.023	0.13
50	0.015	0.07
51	0.022	0.71
52	1.077	9.80
53	0.018	0.38

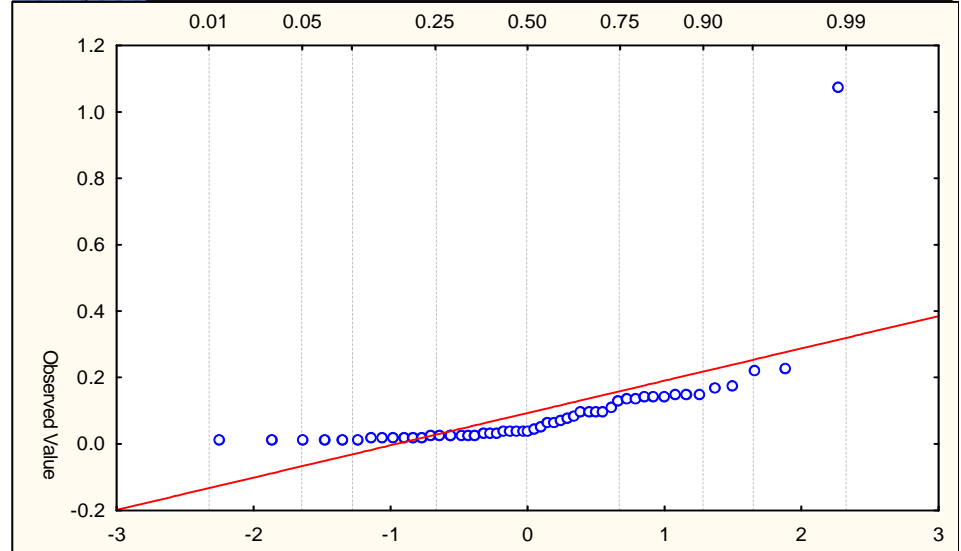


ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

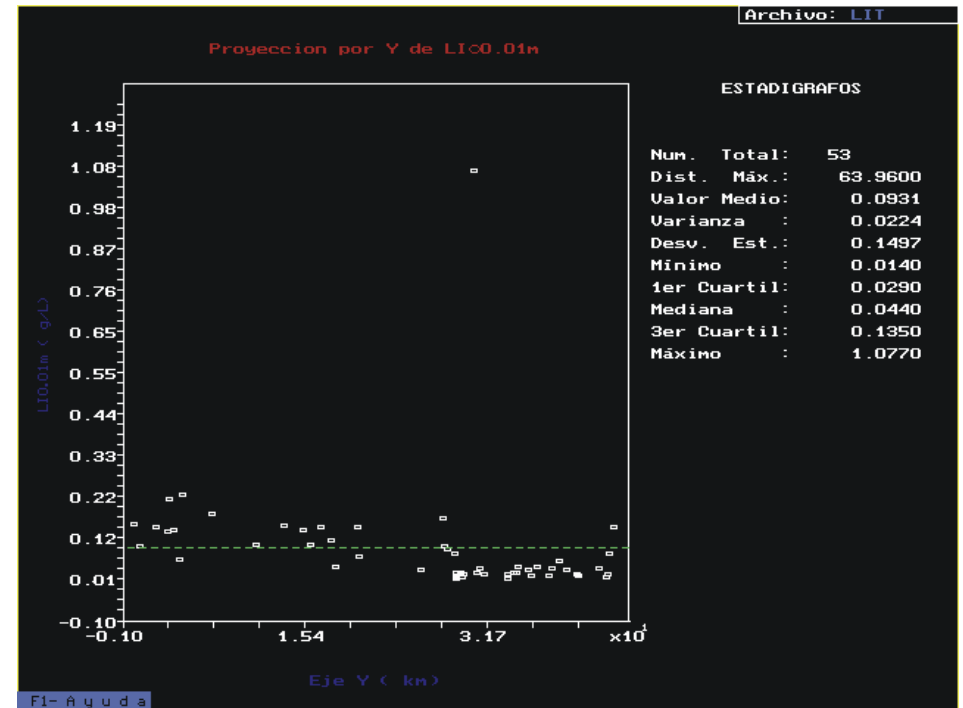
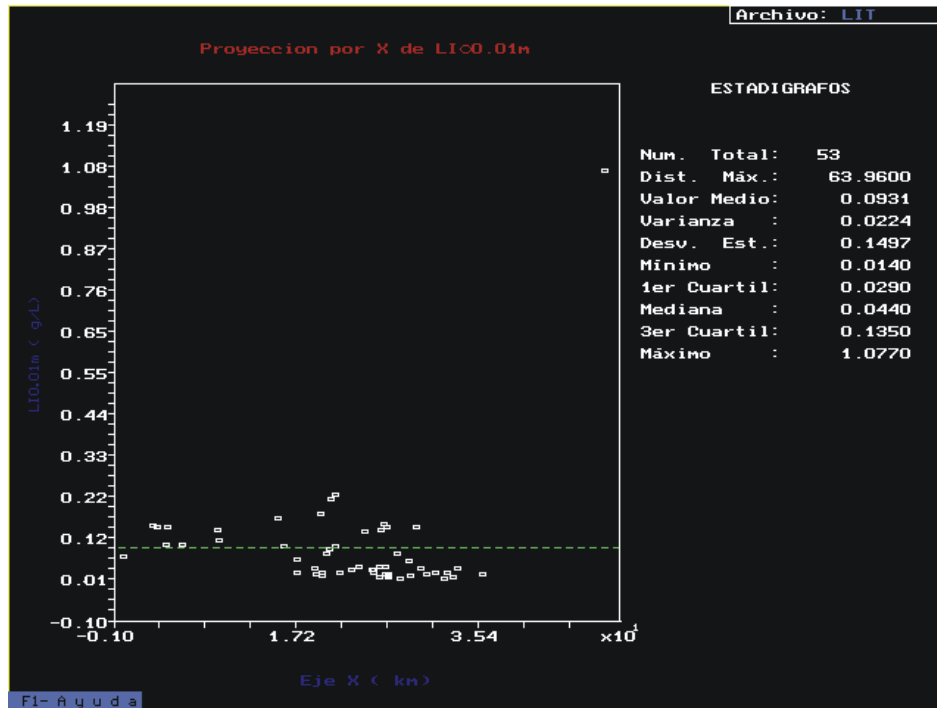
AED – DATOS DE LITIO



Presenta Asimetría Grave
Existe 1 Outlier distribucional
Dispersión en 3 nubes

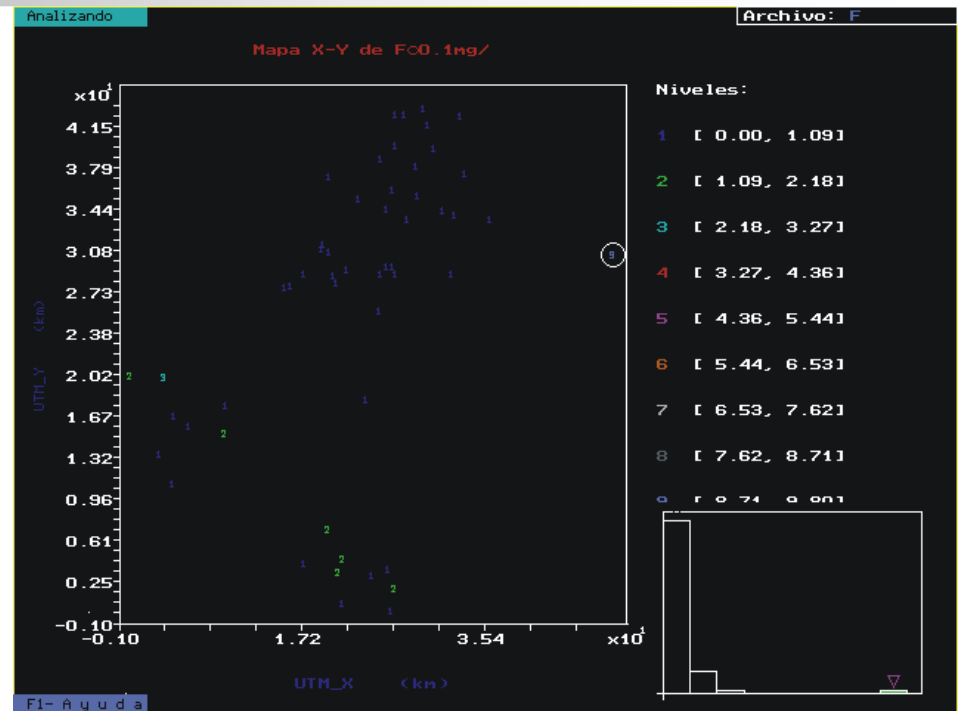
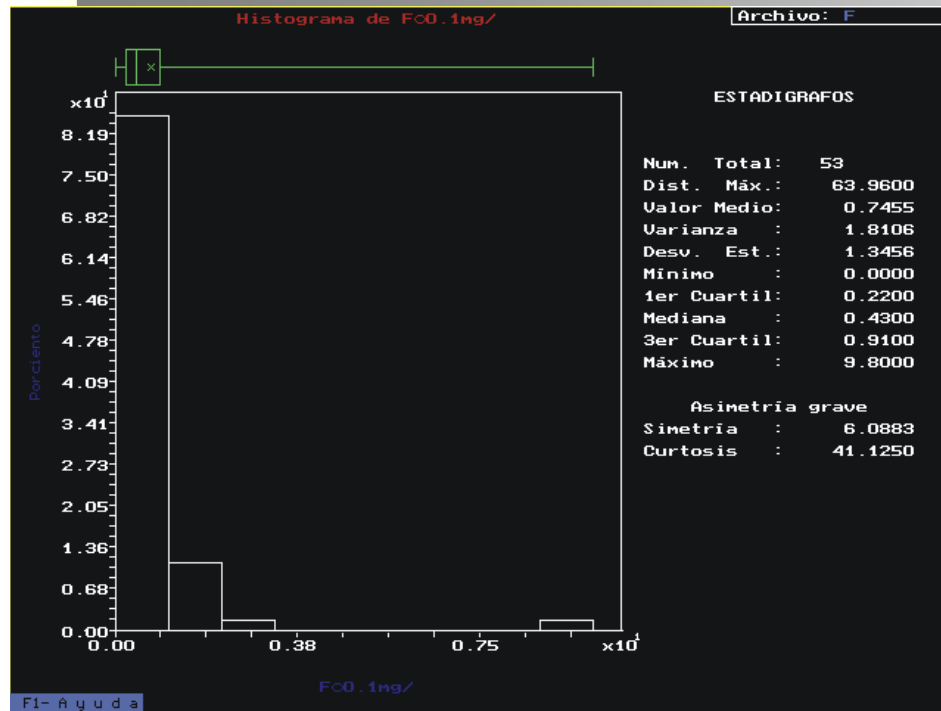


AED – DATOS DE LITIO

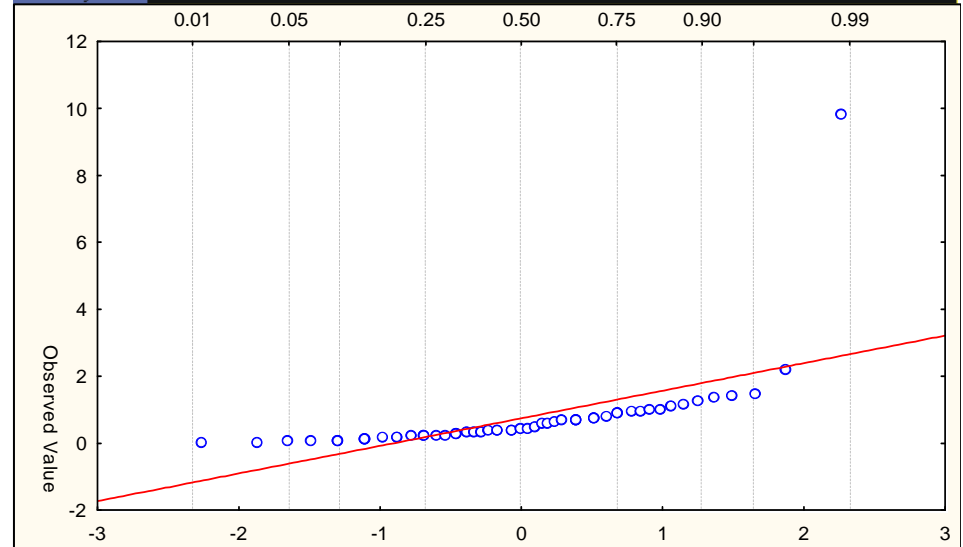


Proyección de los datos en X y Y. El valor atípico presenta un comportamiento diferente al grupo, por su magnitud y posición espacial.

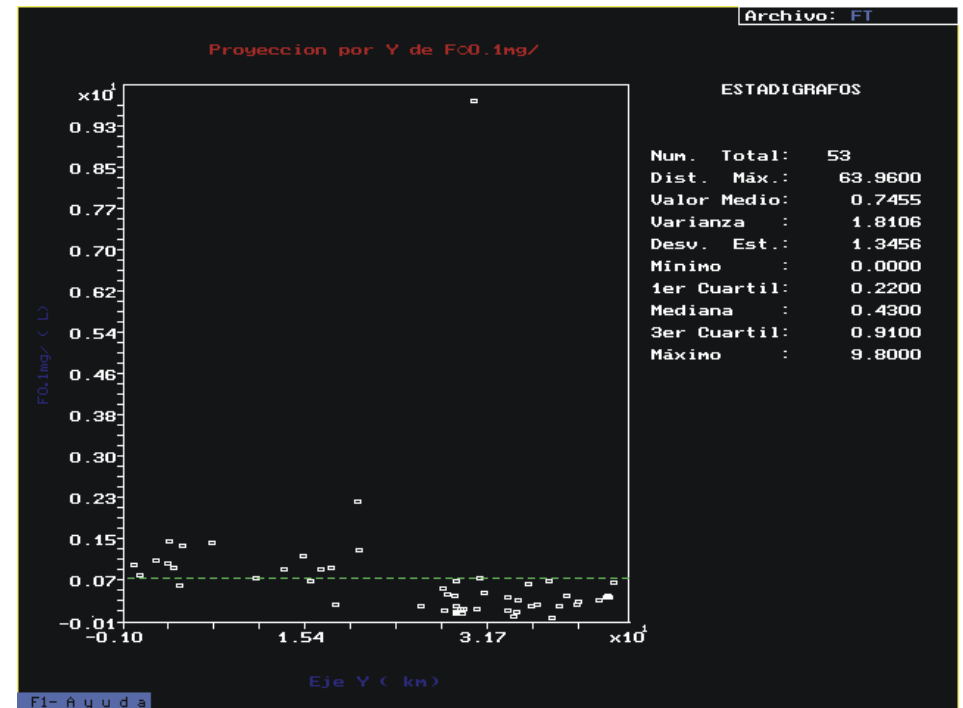
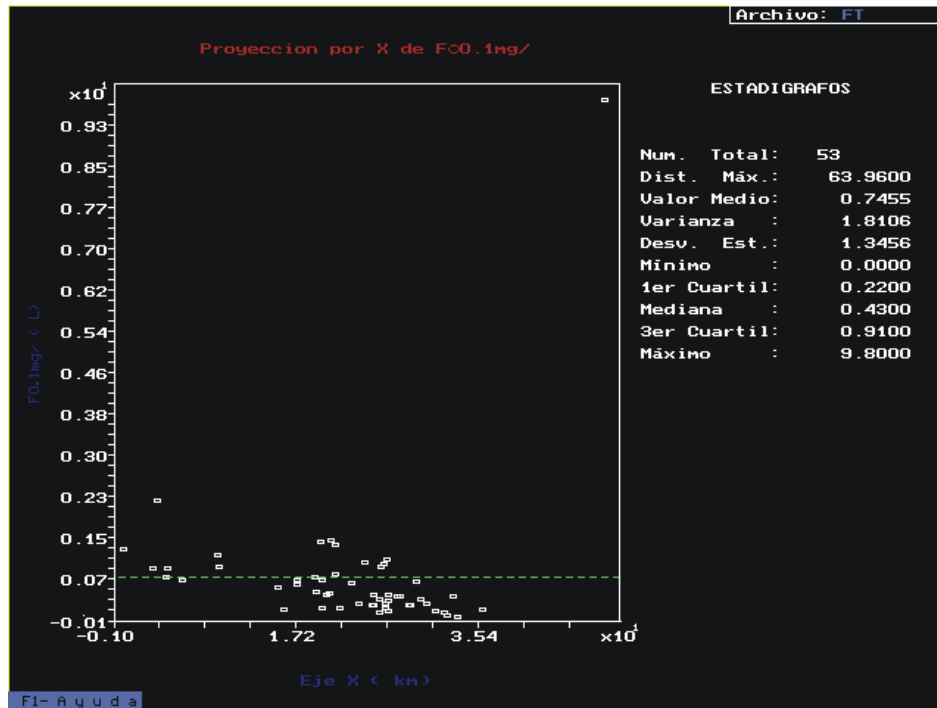
AED – DATOS DE FLUORURO



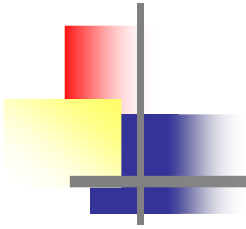
Presenta Asimetría Grave
 Existen 2 Outliers distribucional
 Dispersión en 3 nubes



AED – DATOS DE FLUORURO



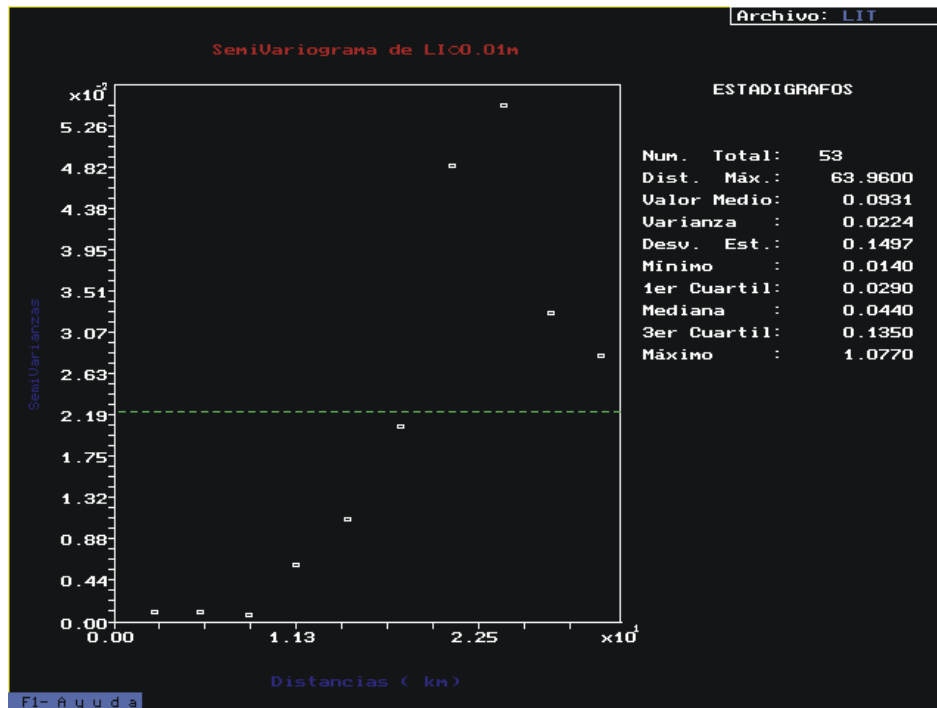
Proyección de los datos en X y Y. El valor atípico presenta un comportamiento diferente al grupo, por su magnitud y posición espacial.



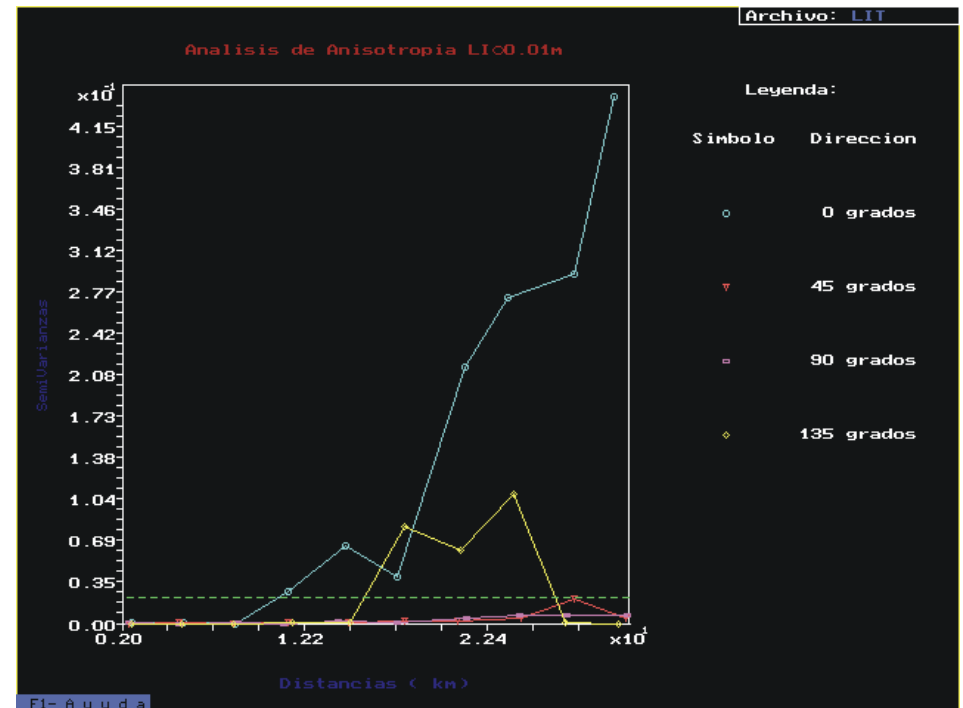
ANÁLISIS ESTRUCTURAL

VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – DATOS DE LITIO

Variograma de datos LI sin outlier 

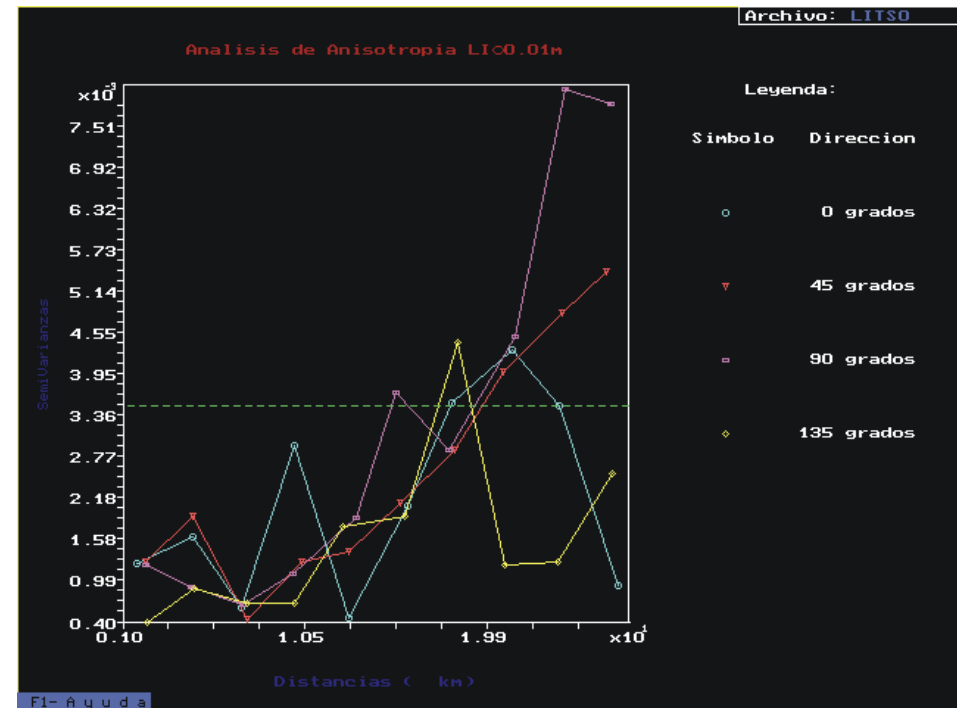
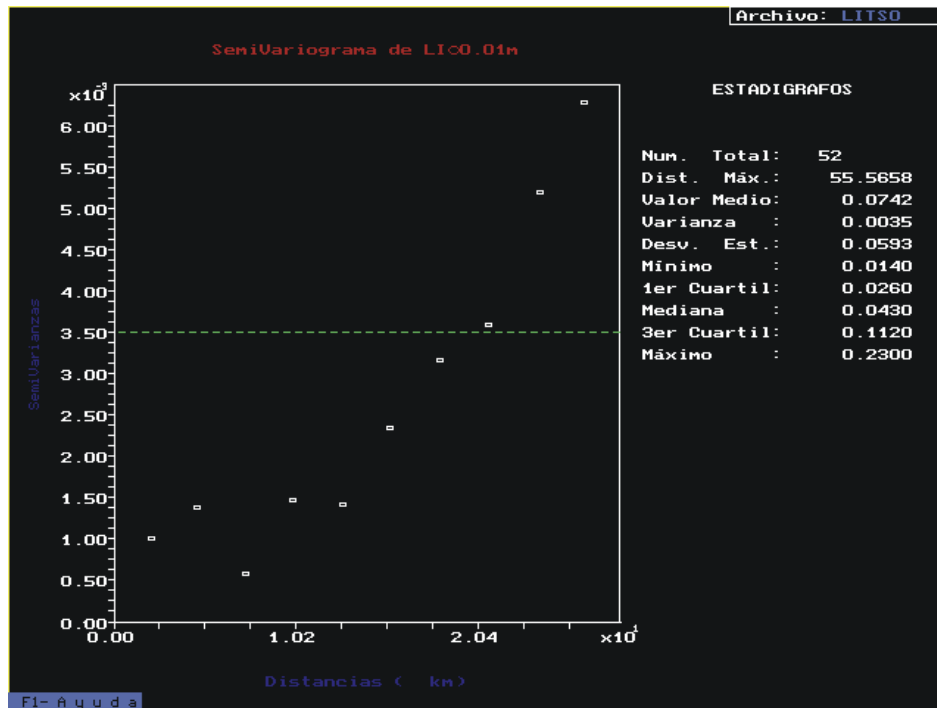


Distancia máx=63km,
lag=3.1km,
dirección=0°,
tolerancia=±90°



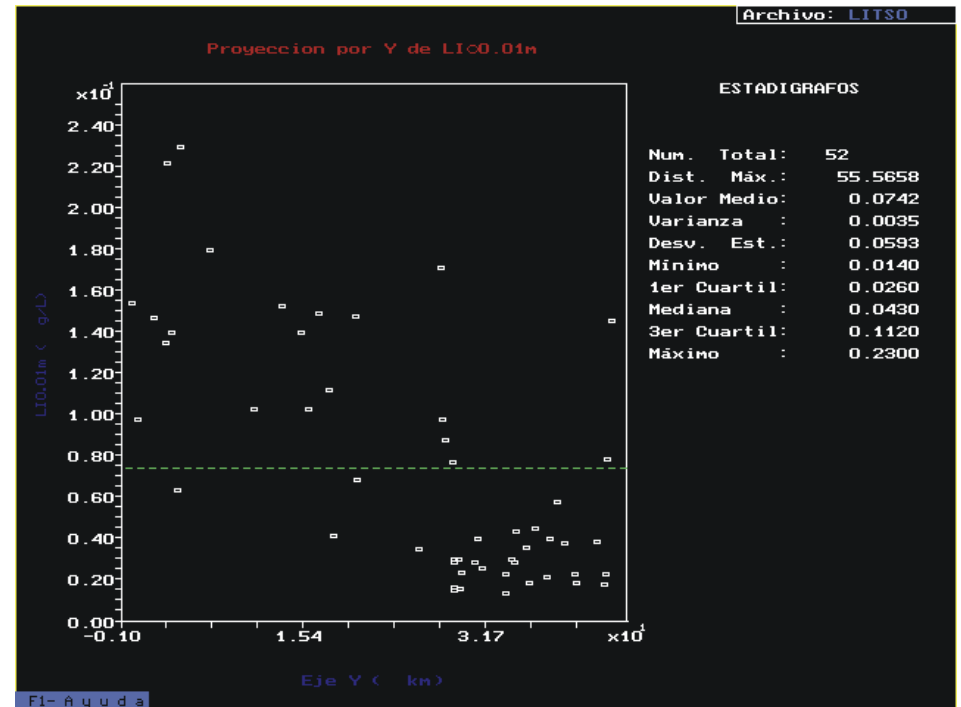
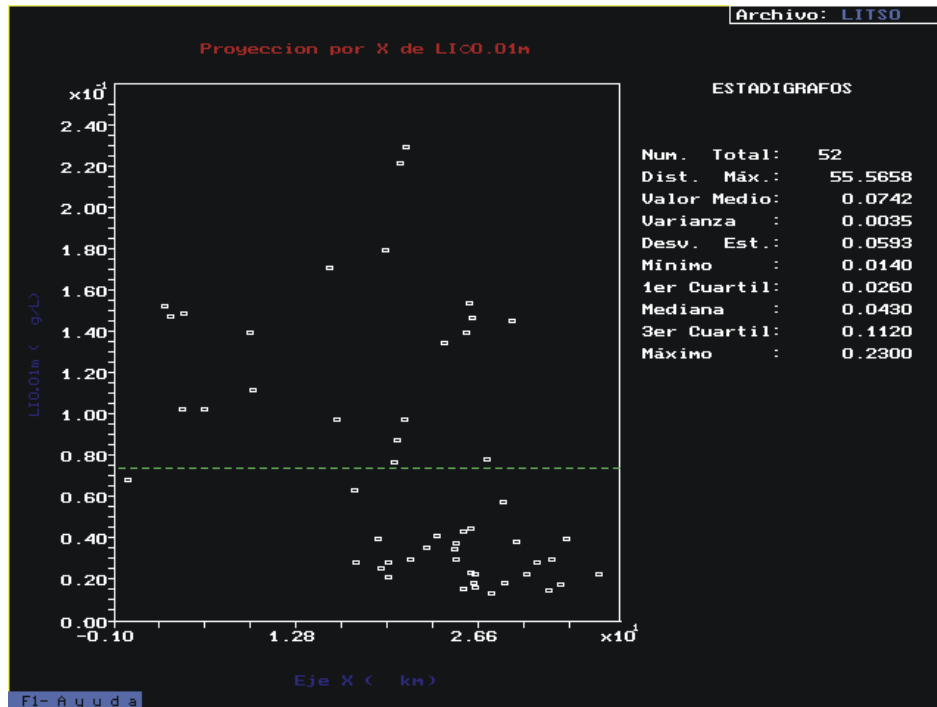
53 datos heterogéneamente dispersos

VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – DATOS DE LITIO (sin outlier)



Distancia máx=55.5km,
lag=2.7km,
dirección=0°,
tolerancia=±90

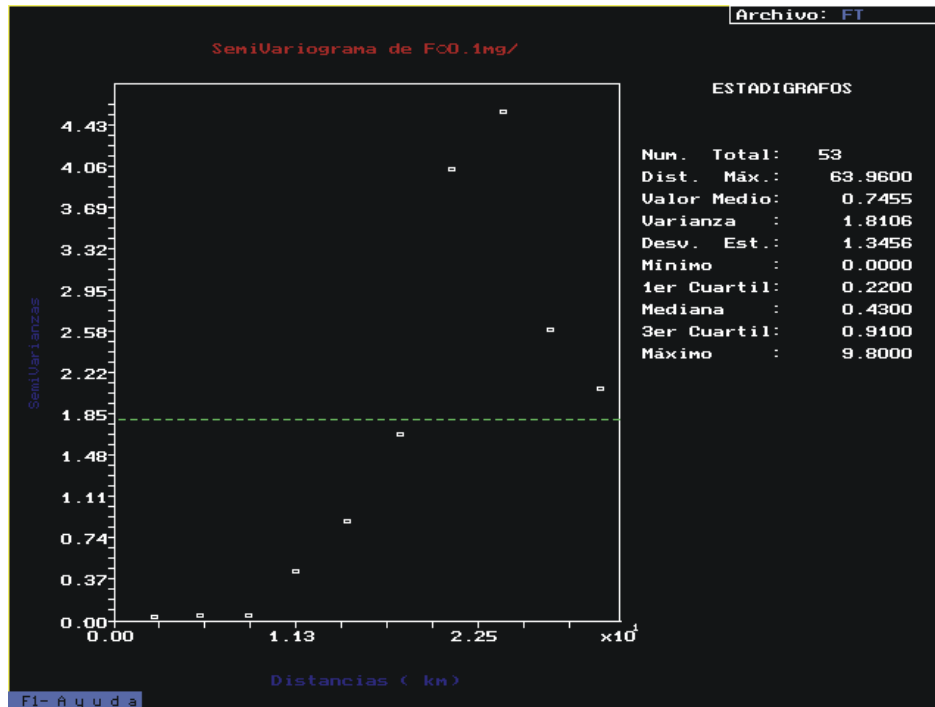
VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – DATOS DE LITIO (sin outlier)



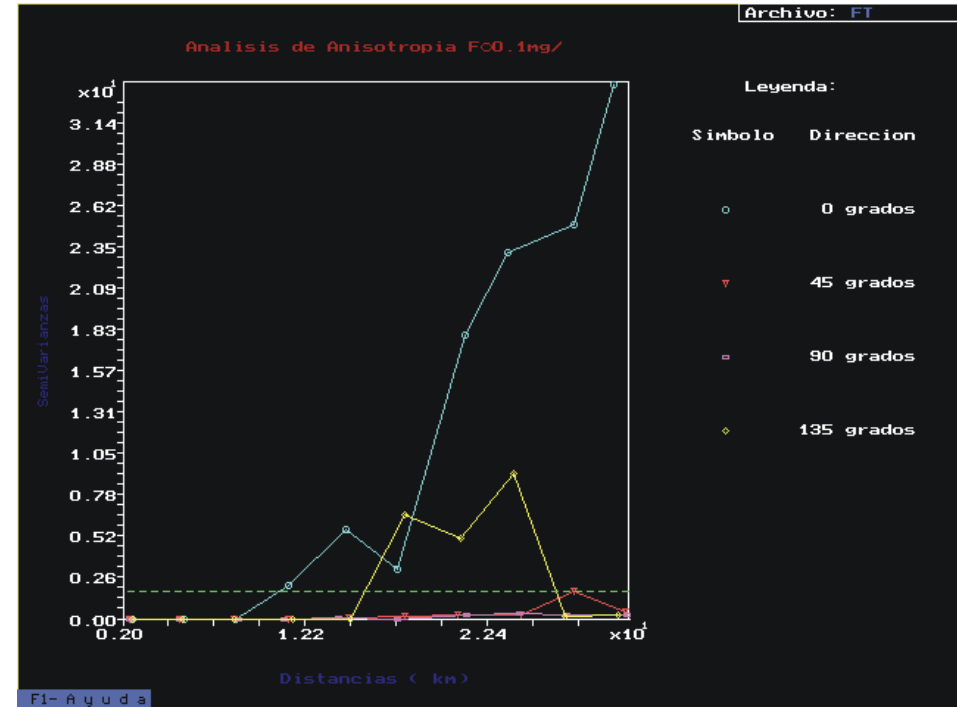
Se presume la existencia de tendencia, por lo que se requiere estimar residuos de 1er grado.

VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – DATOS DE FLUORURO

Variograma de datos F sin outlier 1 

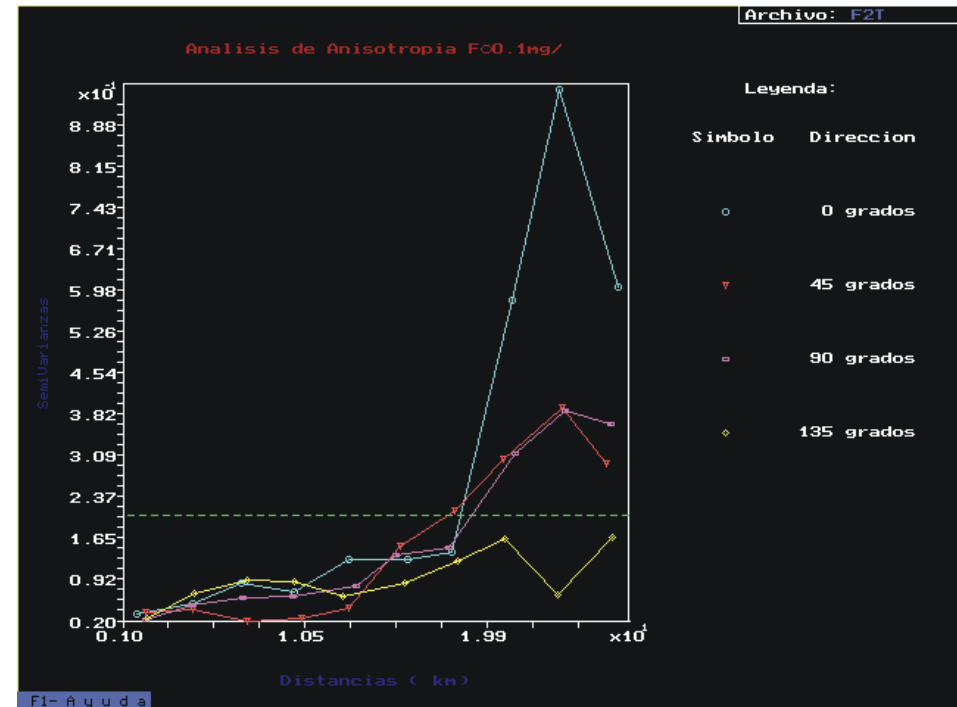
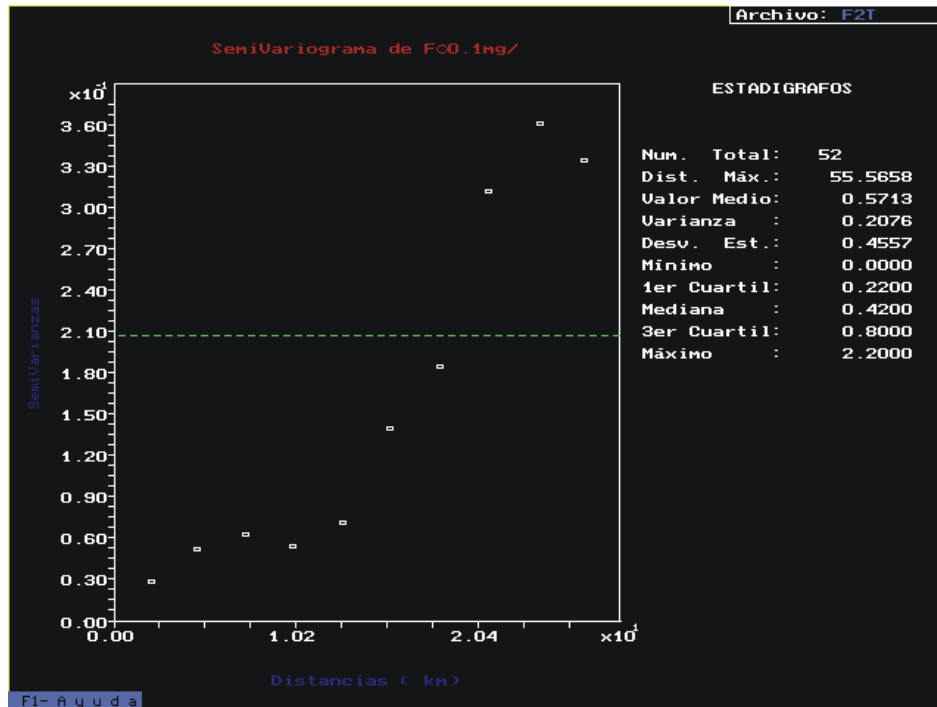


Distancia máx=63km,
lag=3.1km,
dirección=0°,
tolerancia=±90°



53 datos heterogéneamente dispersos

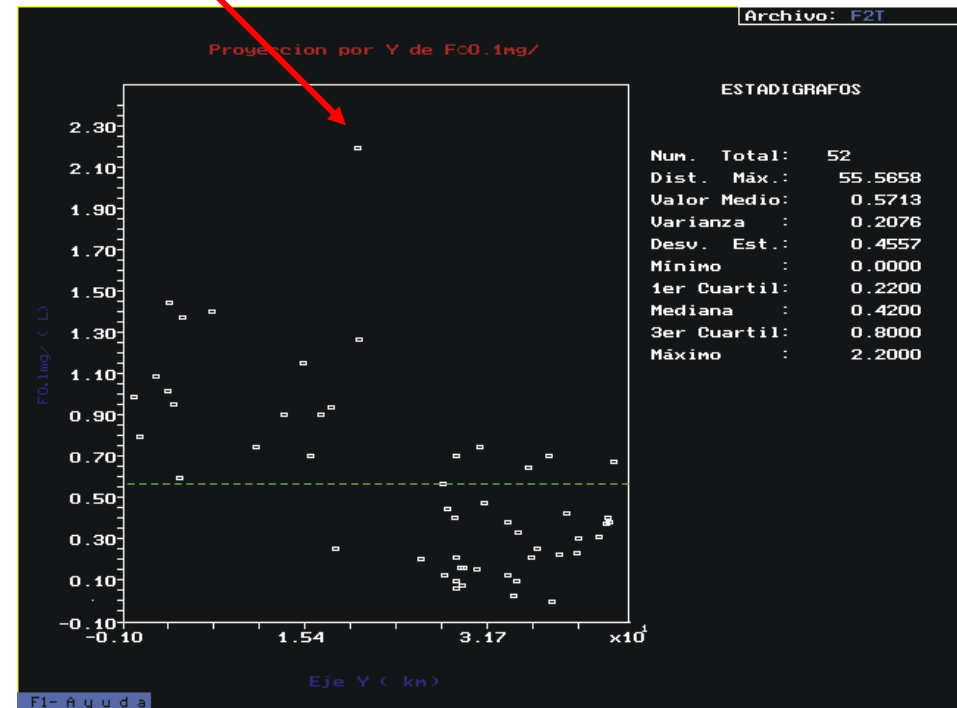
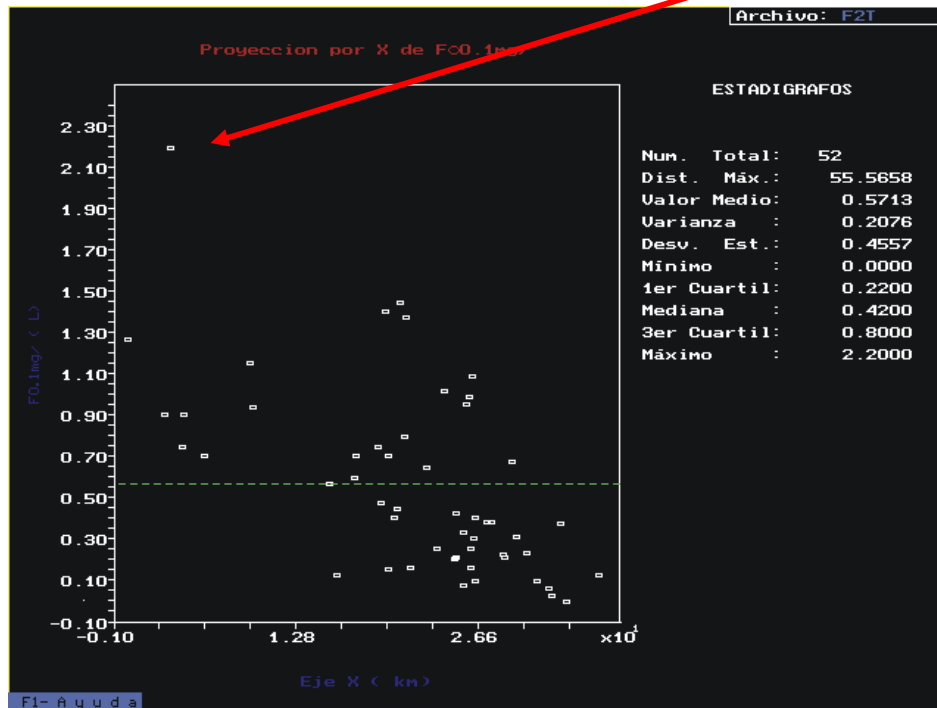
VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – DATOS DE FLUORURO (sin outlier 1)



Distancia máx=55.5km,
lag=2.7km,
dirección=0°,
tolerancia=±90

VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – DATOS DE FLUORURO (sin outlier 1)

Outlier 2

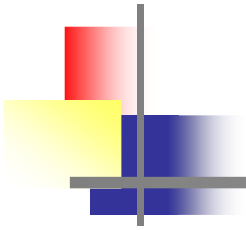


Se presume la existencia de tendencia, por lo que se requiere estimar residuos de 1er grado.



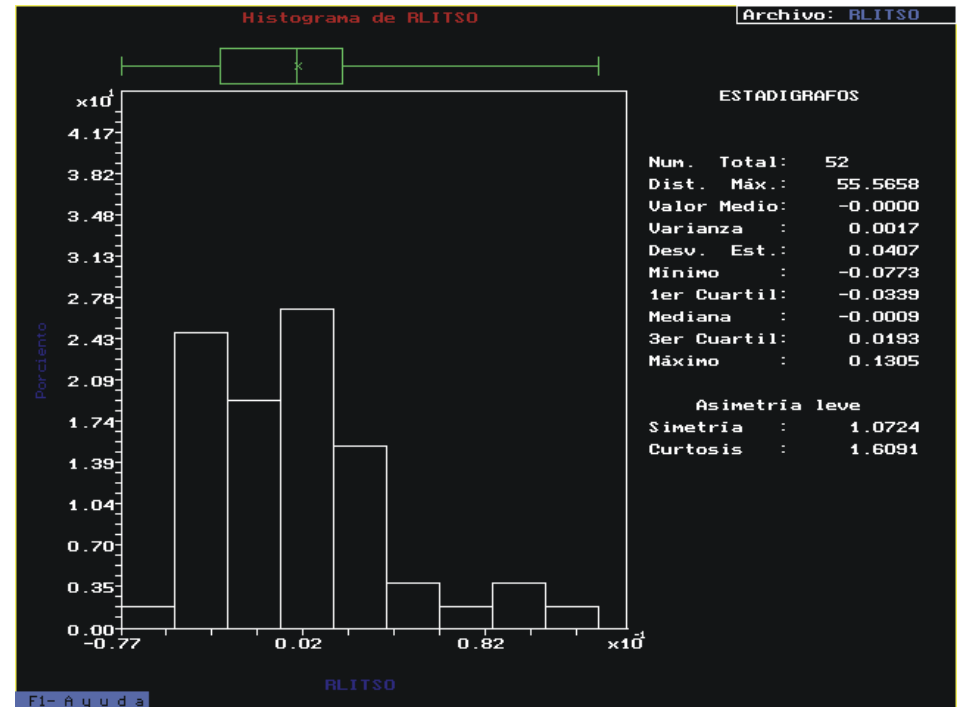
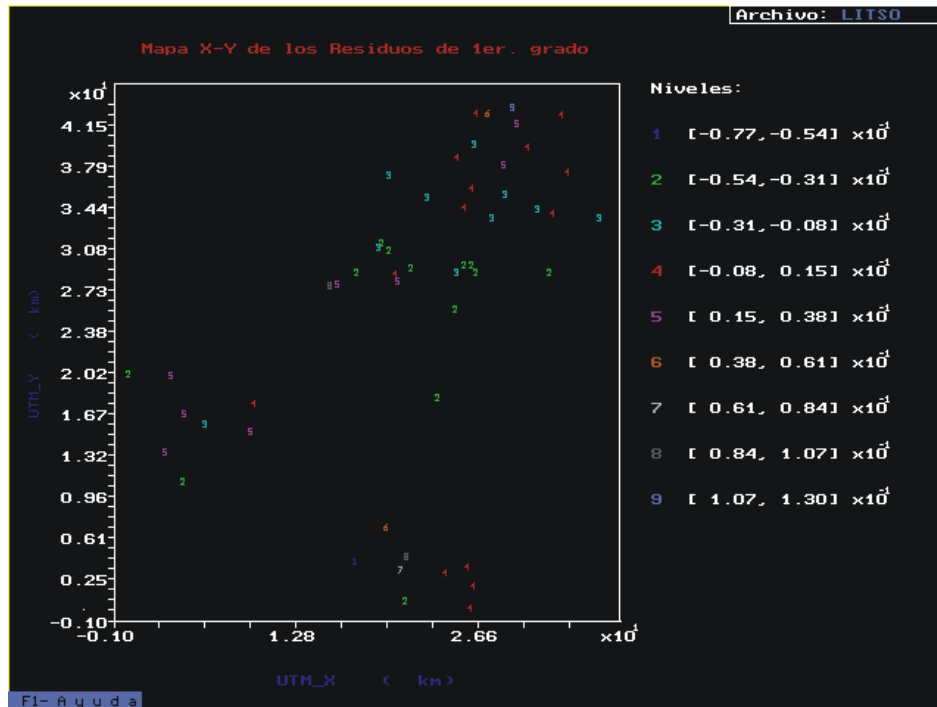
VARIOGRAMA ADIRECCIONAL – RESUMEN

- Los variogramas adireccionales presentan comportamientos anómalos (parabólicos), pues crecen rápidamente y no están acotados por la varianza.
- Debido a la cantidad y distribución de los datos, no existen suficientes argumentos para inferir presencia de anisotropía.
- Es necesario estimar los residuos para establecer la posibilidad de expresar dichos fenómenos de la forma: $Z(x)=m(x)+R(x)$.



ANÁLISIS DE RESIDUOS

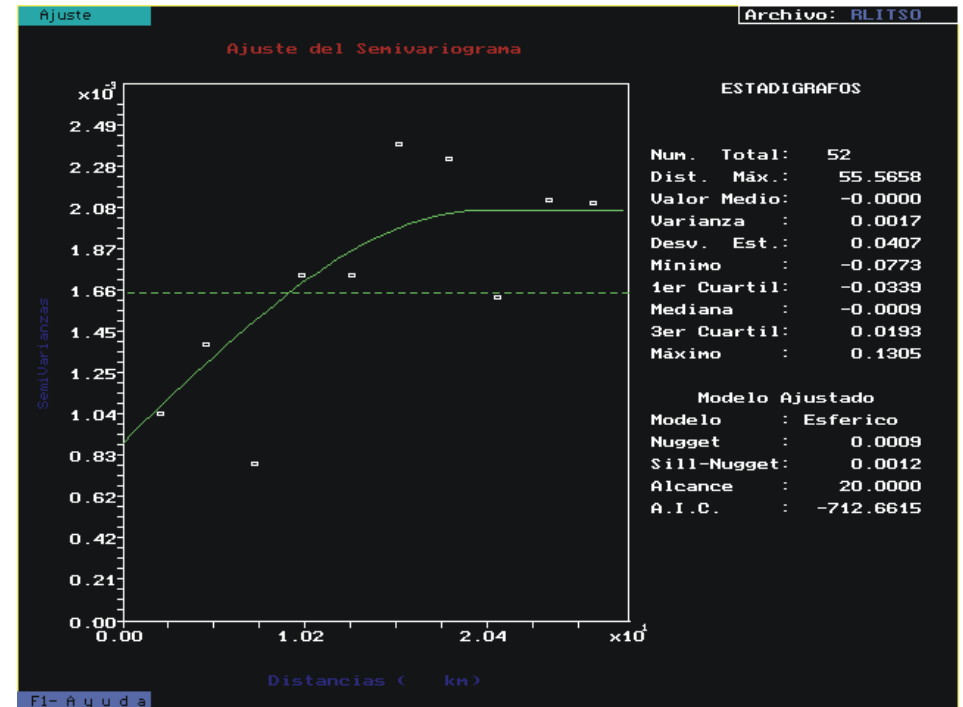
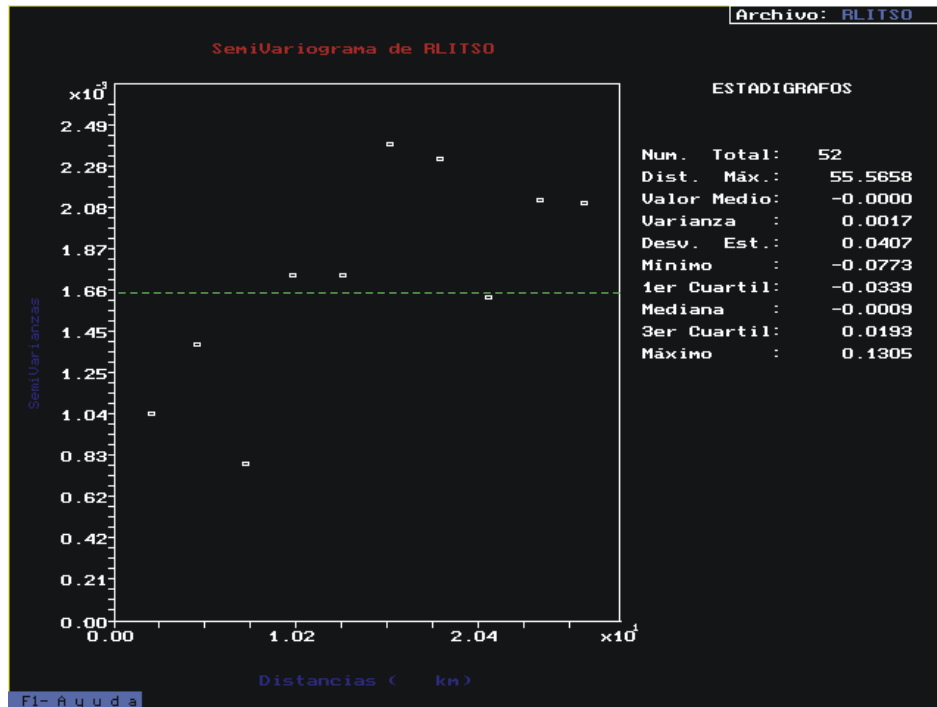
RESIDUOS 1ER GRADO – DATOS DE LITIO (sin outlier)



Coefficientes del polinomio de 1er grado:

- 1-) 1.7336362614E-01
- 2-) 1.1959557835E-03
- 3-) 2.8832165125E-03

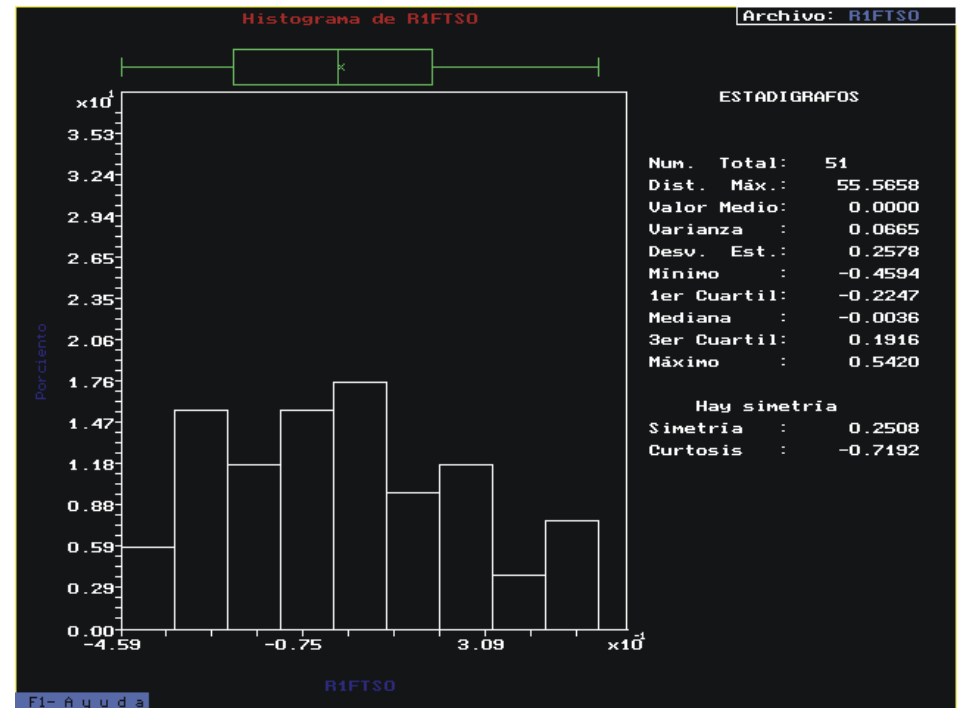
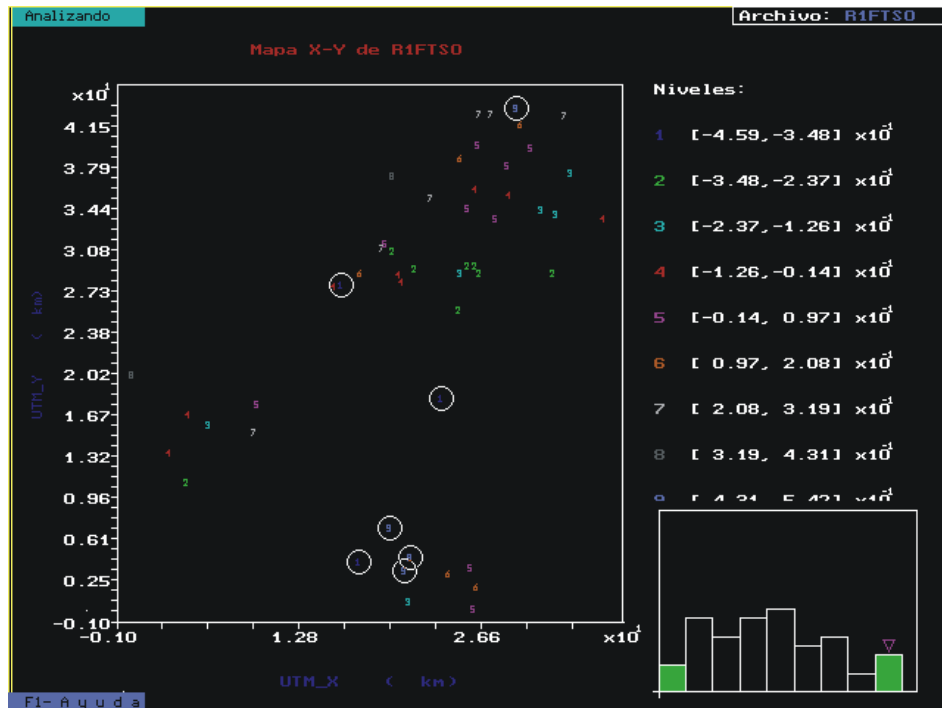
RESIDUOS 1ER GRADO – DATOS DE LITIO (sin outlier)



Distancia máx=55.5km,
lag=2.7km,
dirección=0°,
tolerancia=±90

Variograma obtenido mediante
“prueba y error”

RESIDUOS 1ER GRADO – DATOS DE FLUORURO (sin outliers)



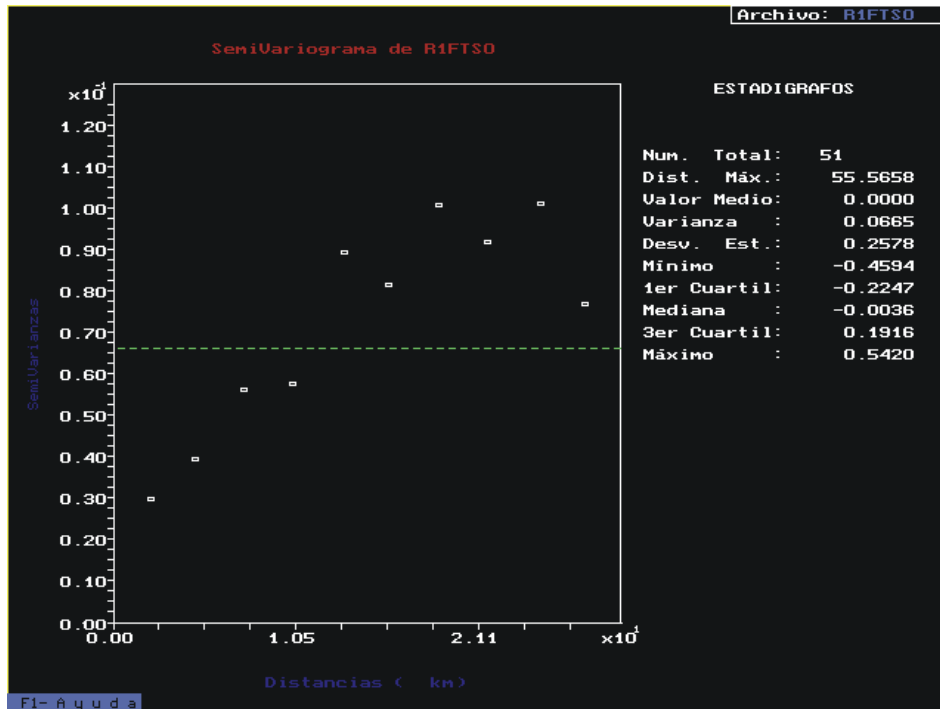
Coefficientes del polinomio de 1er grado:

1-) 1.2988220649E+00

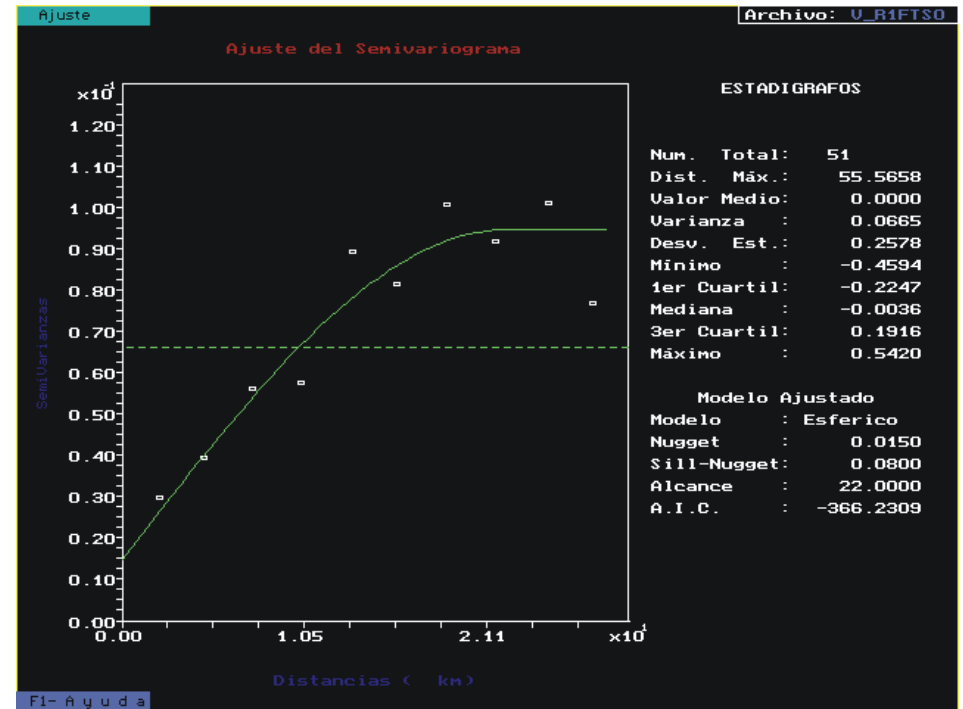
2-) -1.4112985050E-02

3-) -1.7604455016E-02

RESIDUOS 1ER GRADO – DATOS DE FLUORURO (sin outliers)



Distancia máx=55.5km,
lag=2.8km,
dirección=0°,
tolerancia=±90

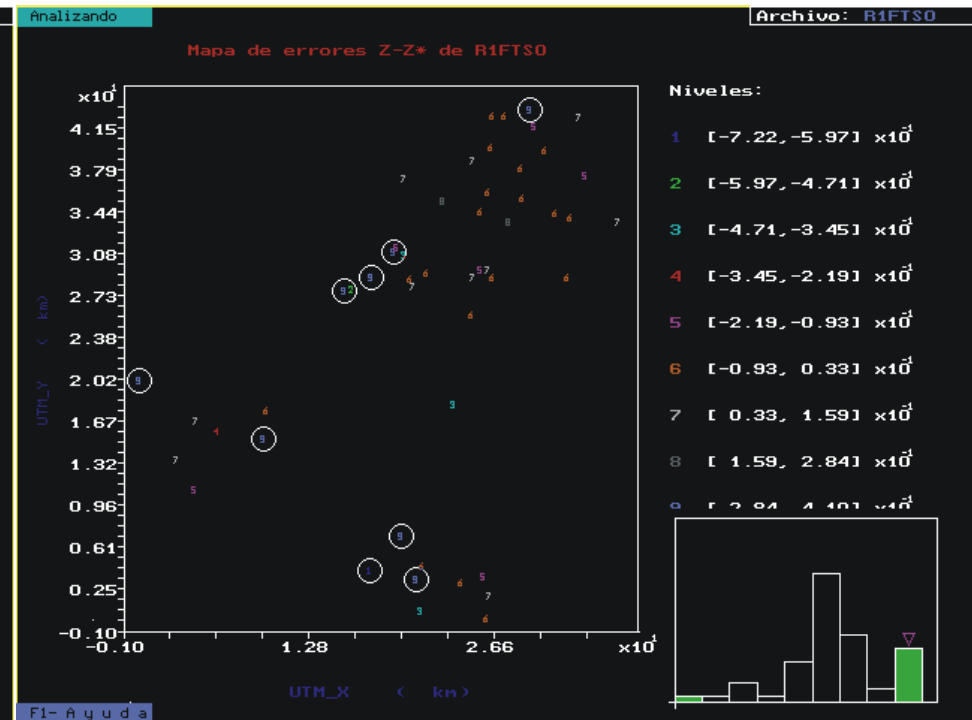
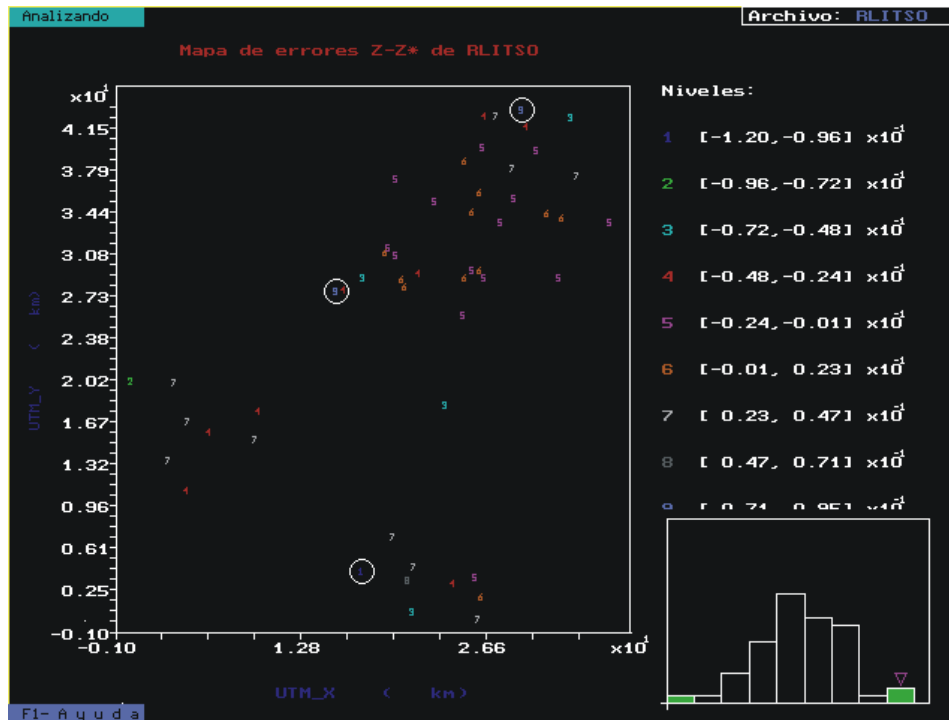


Variograma de ajuste visual de menor AIC.

VALIDACIÓN CRUZADA – RESIDUOS DE PRIMER GRADO

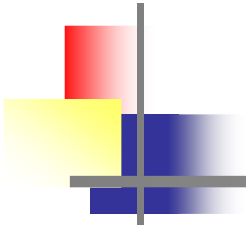
LITIO

FLUORURO



Valor Medio de Z-Z*=-4.97E-03
Varianza de Z-Z*=1.49E-03

Valor Medio de Z-Z*=-5.92E-04
Varianza de Z-Z*=5.07E-02



ESTIMACIÓN ESPACIAL CON KRIGING

Kriging Residuos de Litio

Especificaciones:

Kriging puntual

Vecinos = 8

Radio de búsqueda = $A = 21\text{Km}$

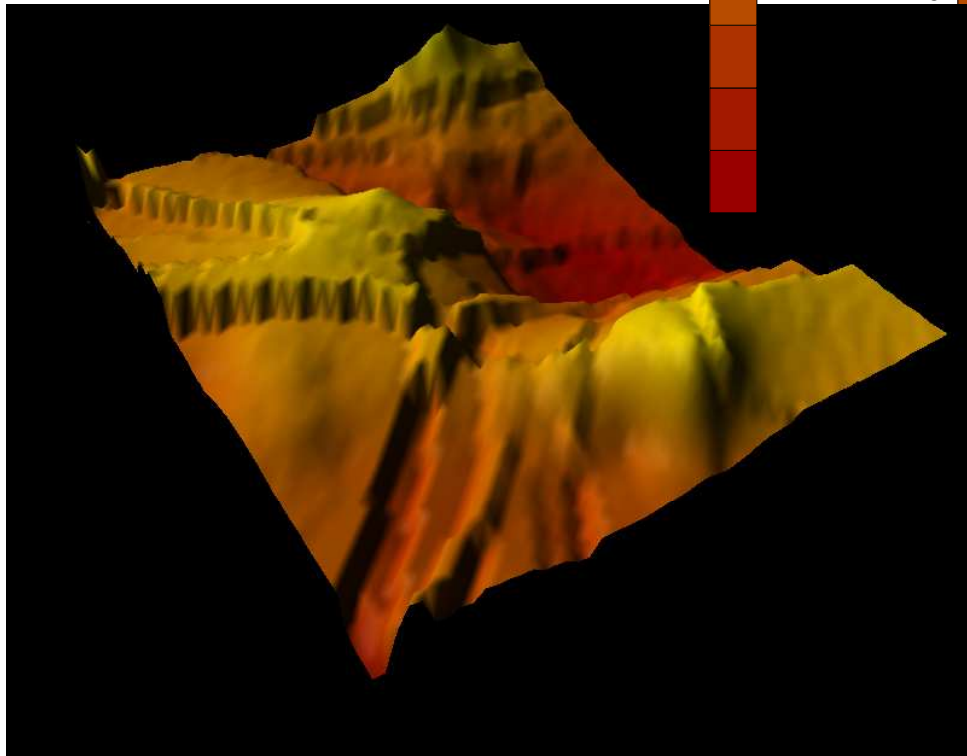
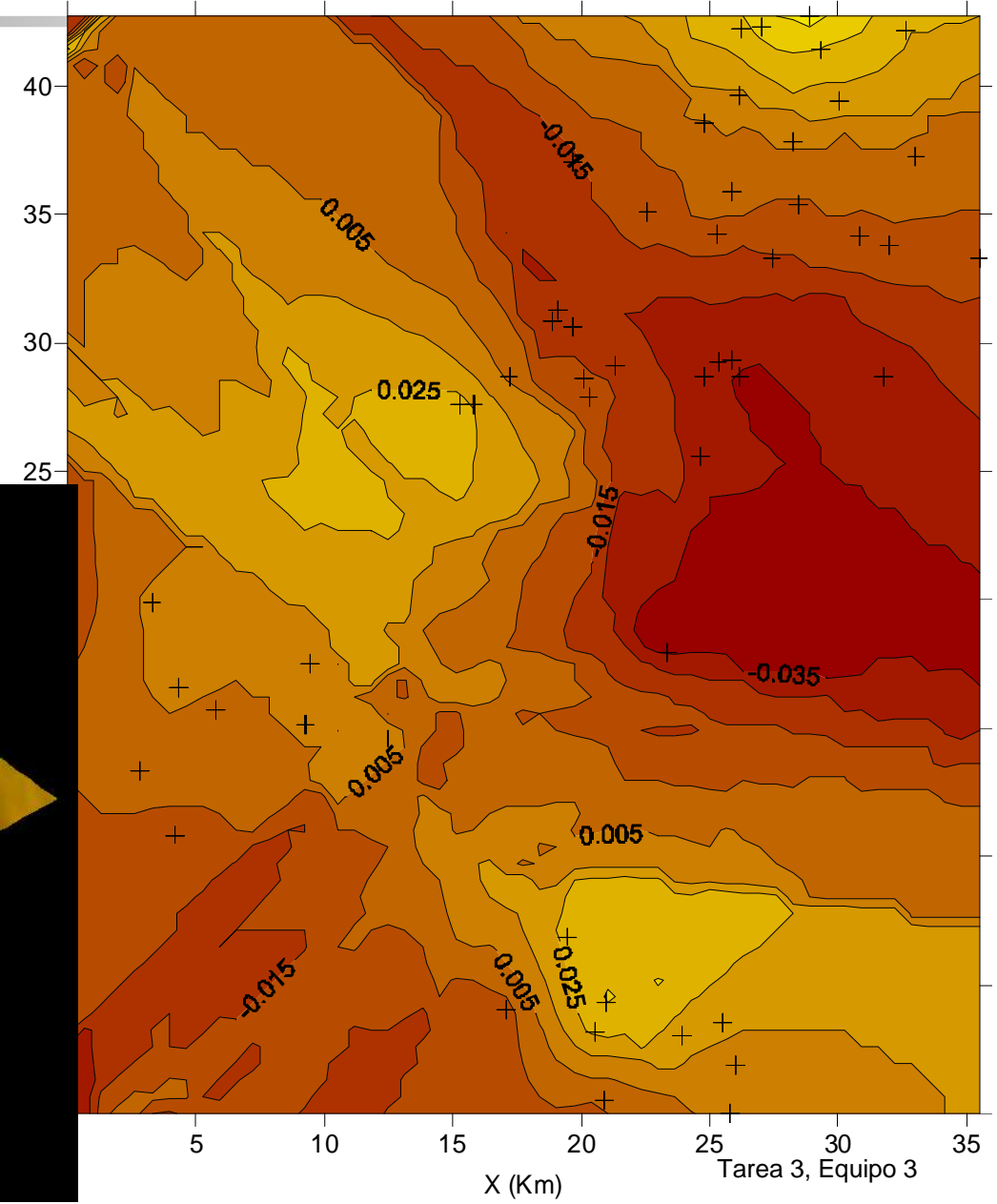
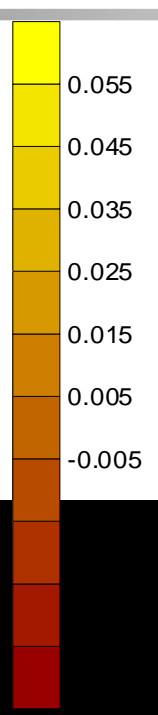
Variograma esférico

Nugget = 0,0009

$N + S = 0,0021$

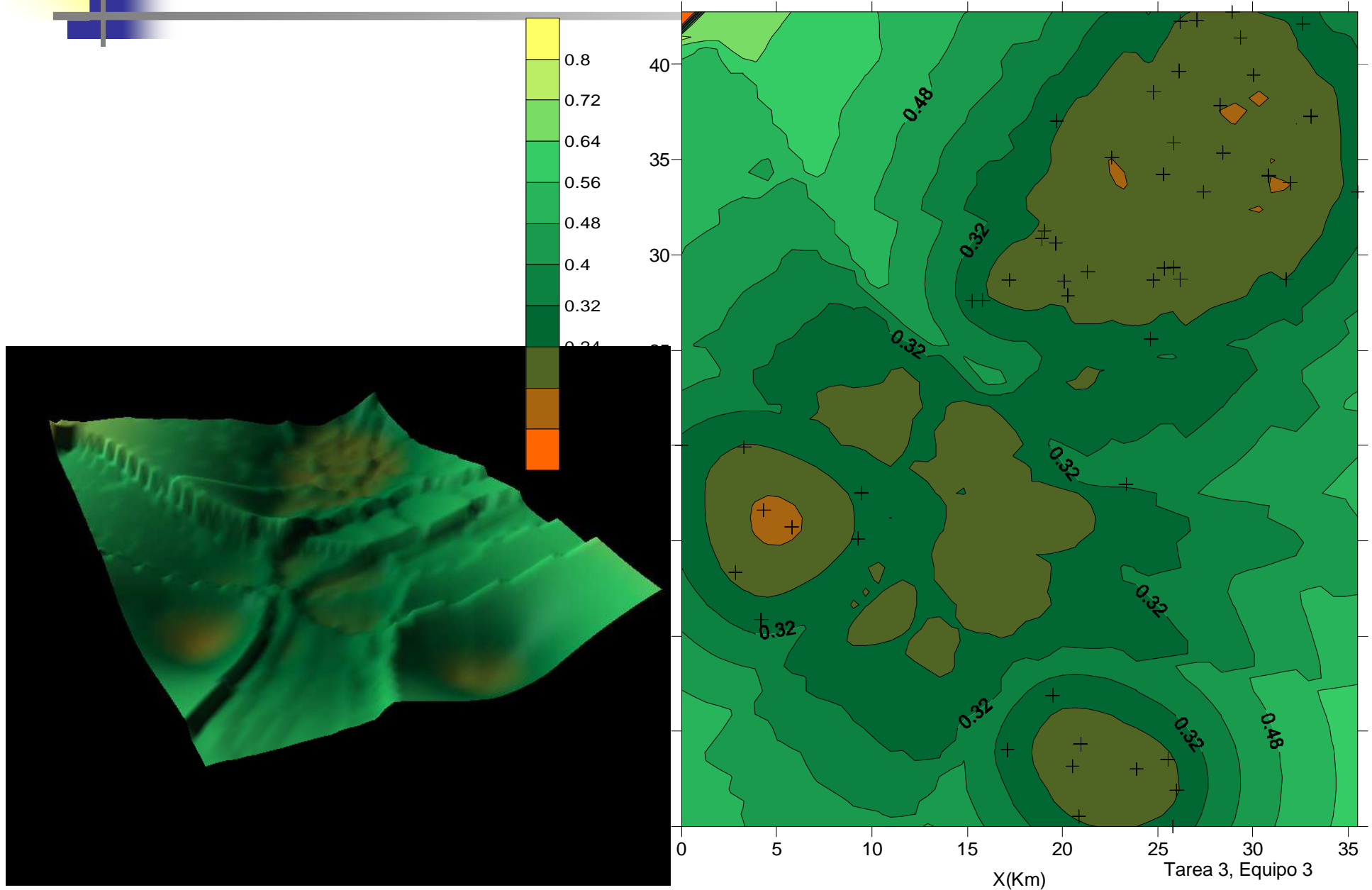
Malla = $0.65 \times 0.65 \text{ Km}$

Kriging Res LI (8v)



Error de la estimación de Res LI

Desv. Est. Krig Res LI



M(X)LI

m (X) LI

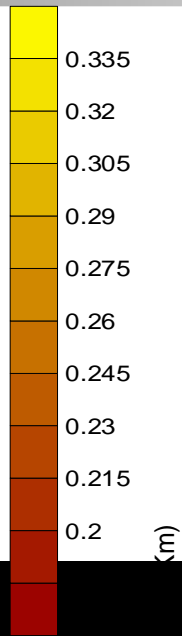
Coefficients of the fit
(first degree polynomial):

A1) 0.173363

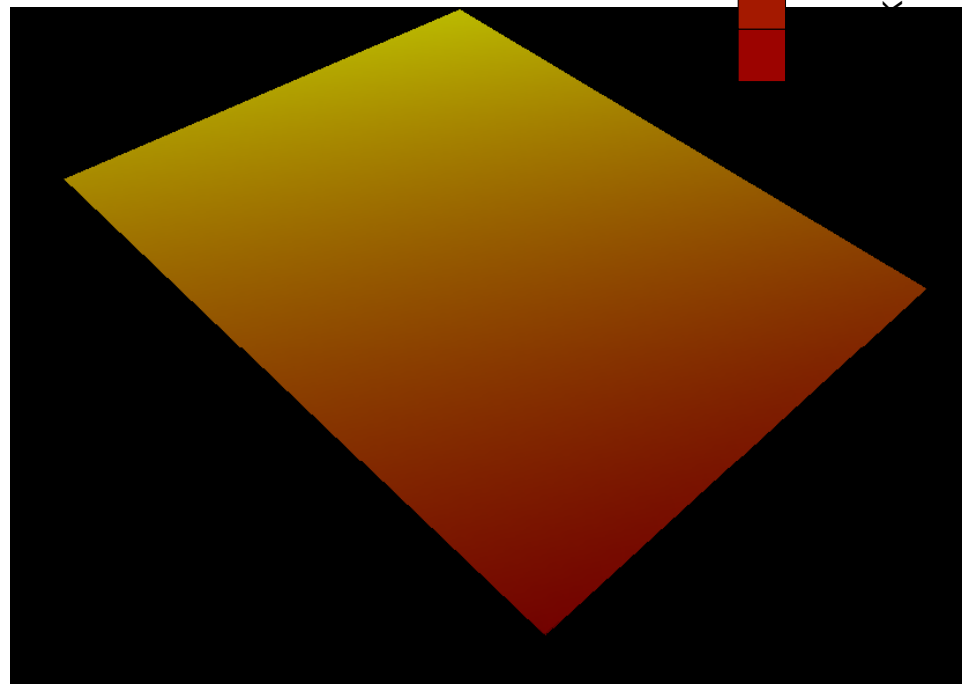
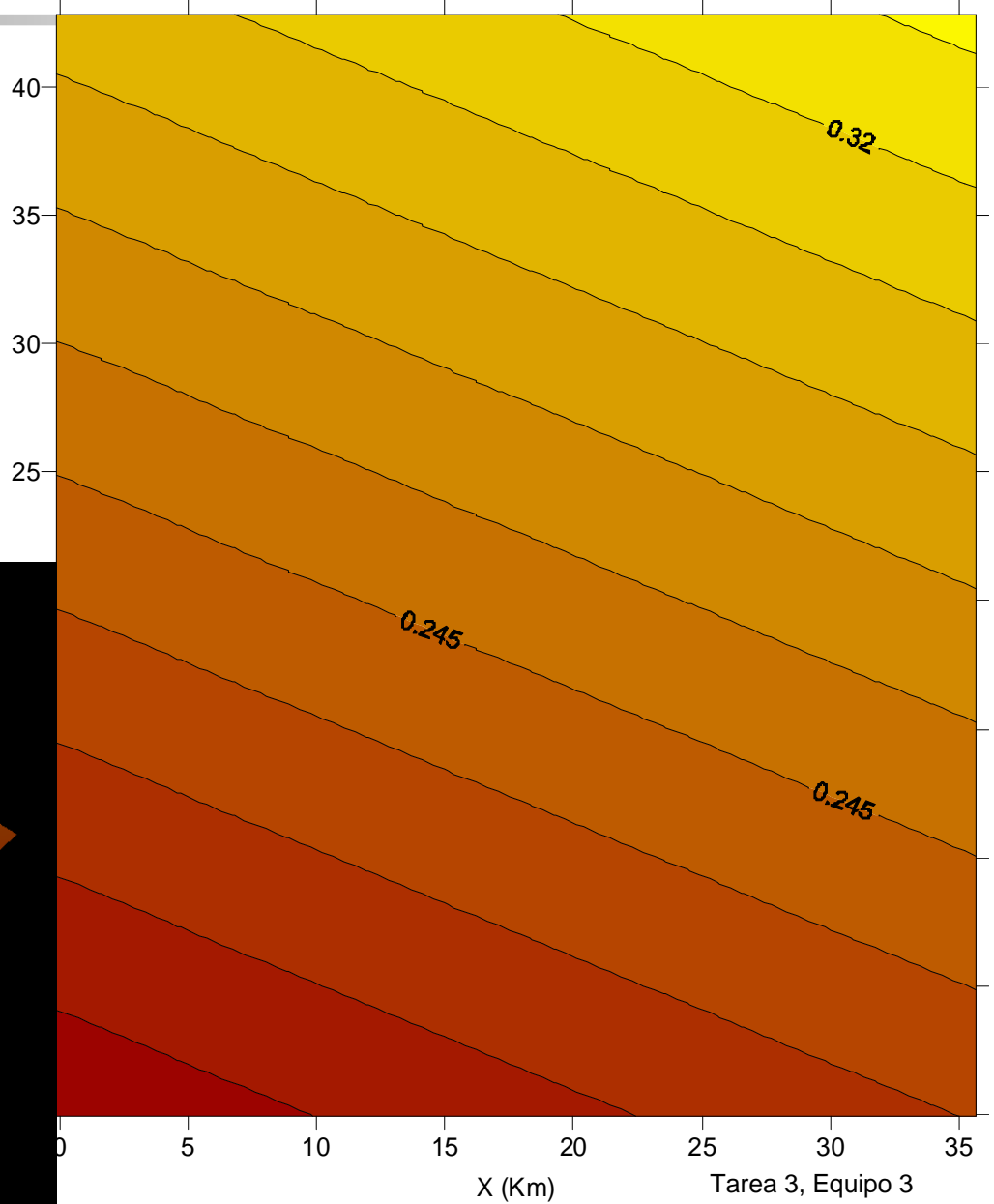
A2) 0.001196

A3) 0.002883

$$M(x) = A1 + A2X + A3Y$$

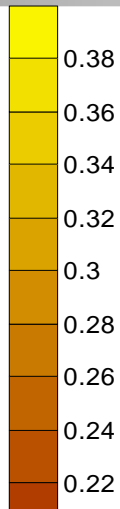


(m)

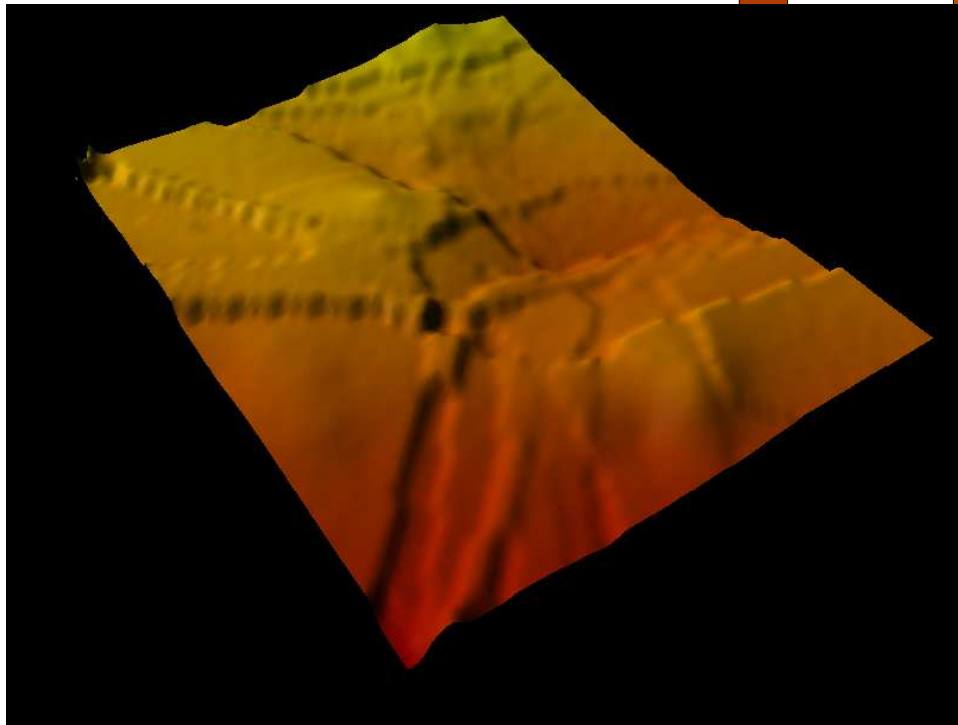
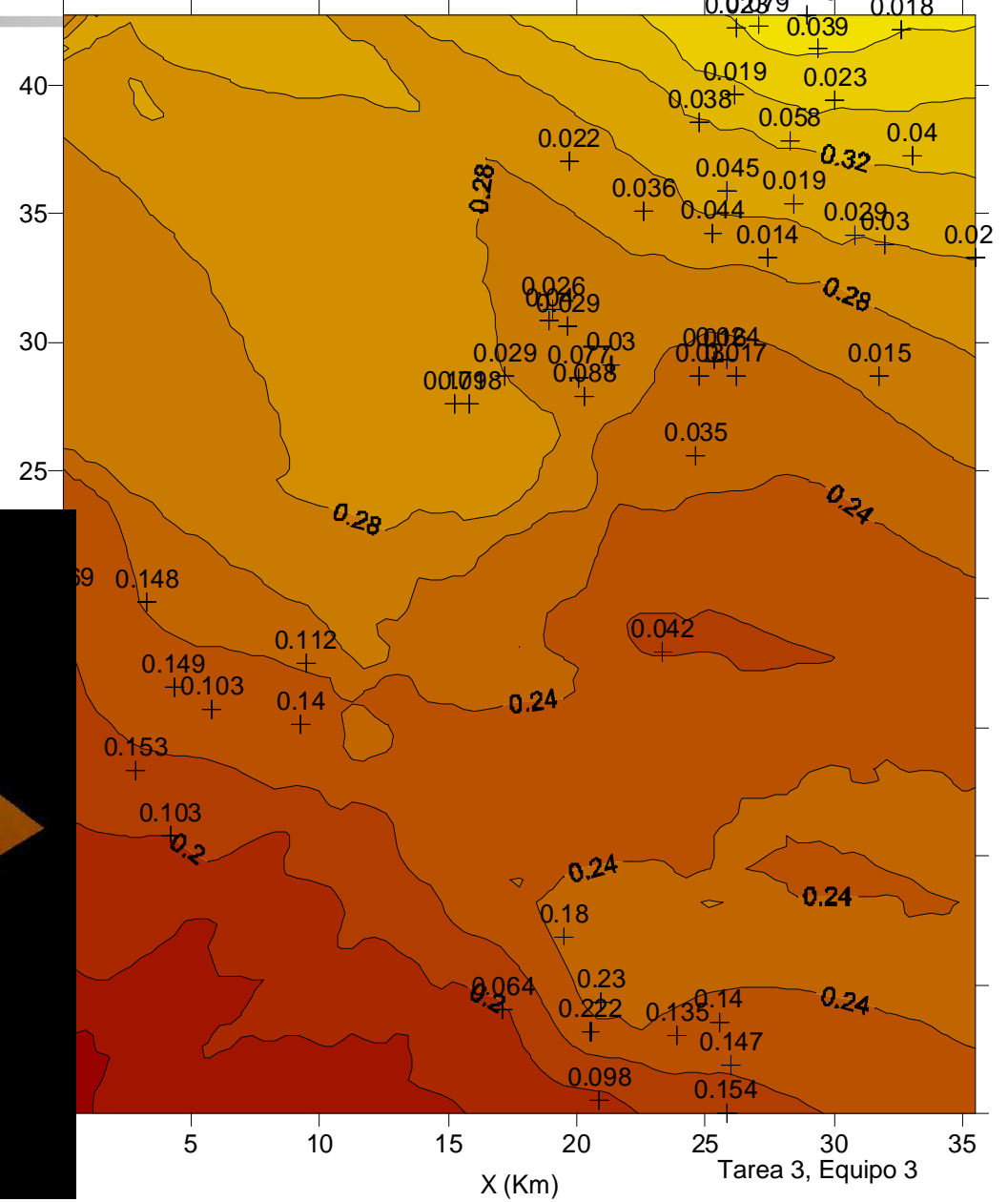


M(X)LI + Kriging de R(X)LI

$$Z^*(X) = M(X) + R^*(X)$$



M(X) + Krig Res LI



Kriging Residuos de Fluoruro

Especificaciones:

Kriging puntual

Vecinos = 8

Radio de búsqueda = $A = 21\text{Km}$

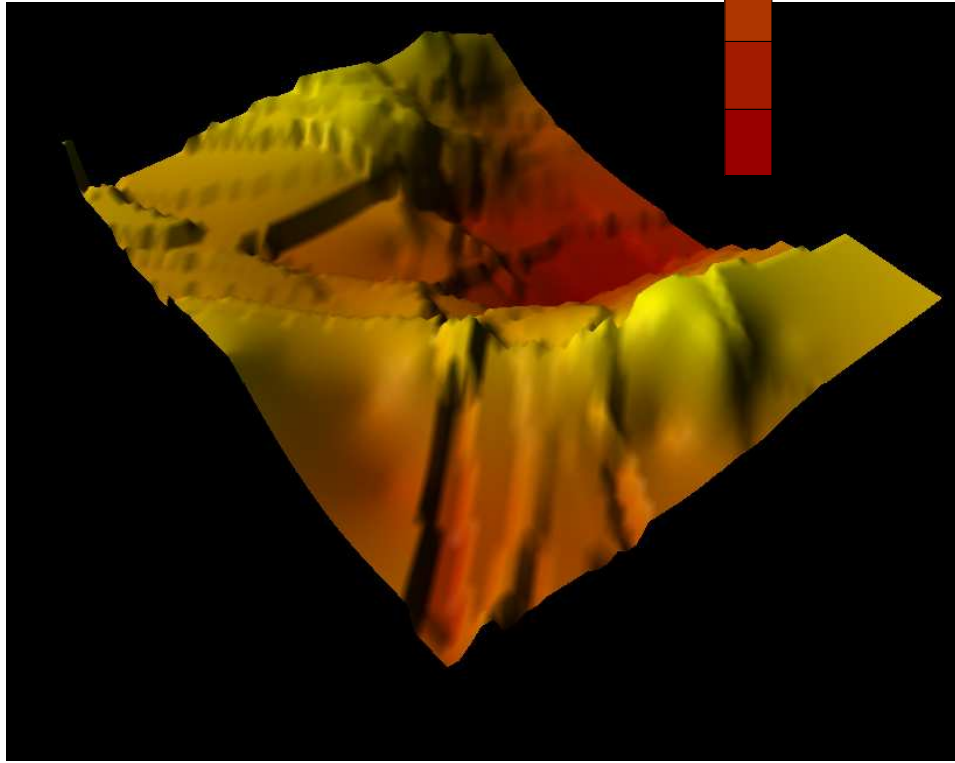
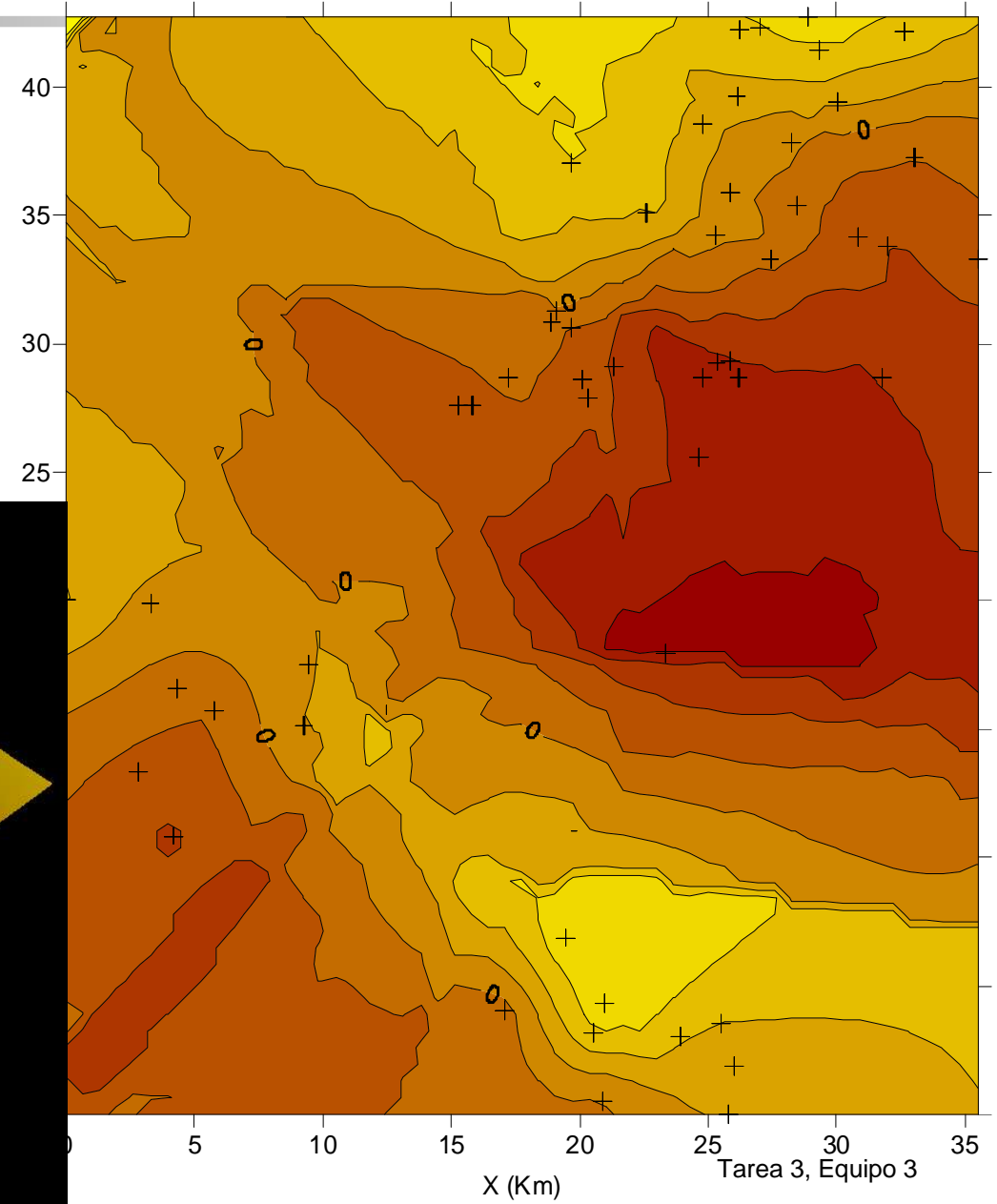
Variograma esférico

Nugget = 0,025

$N + S = 0,075$

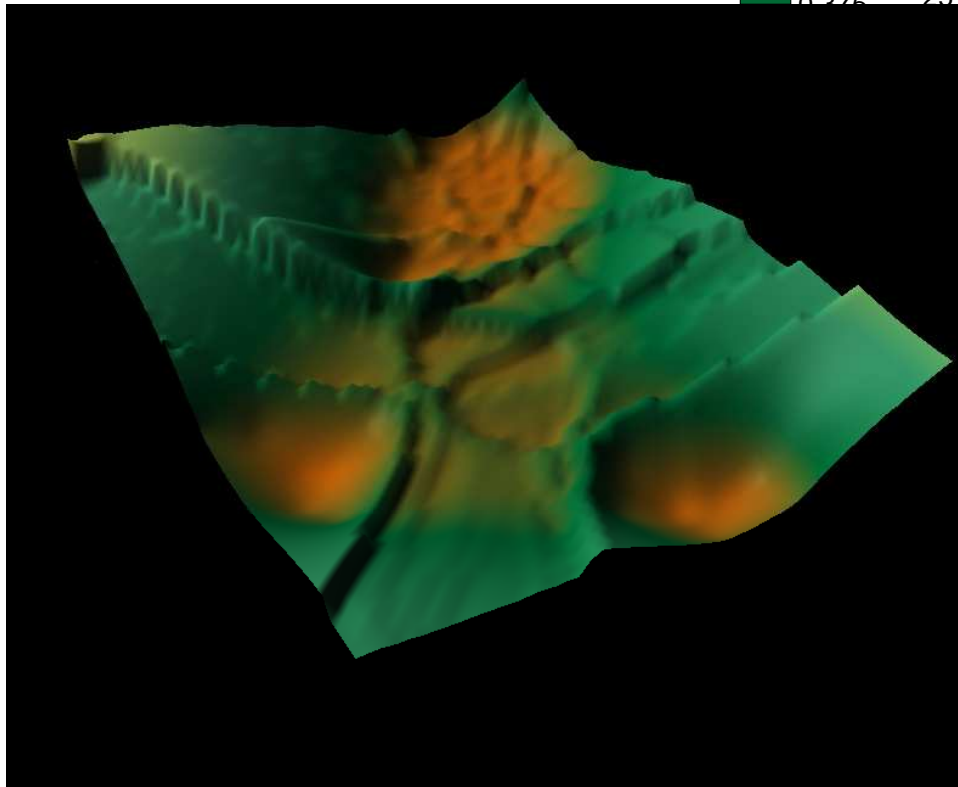
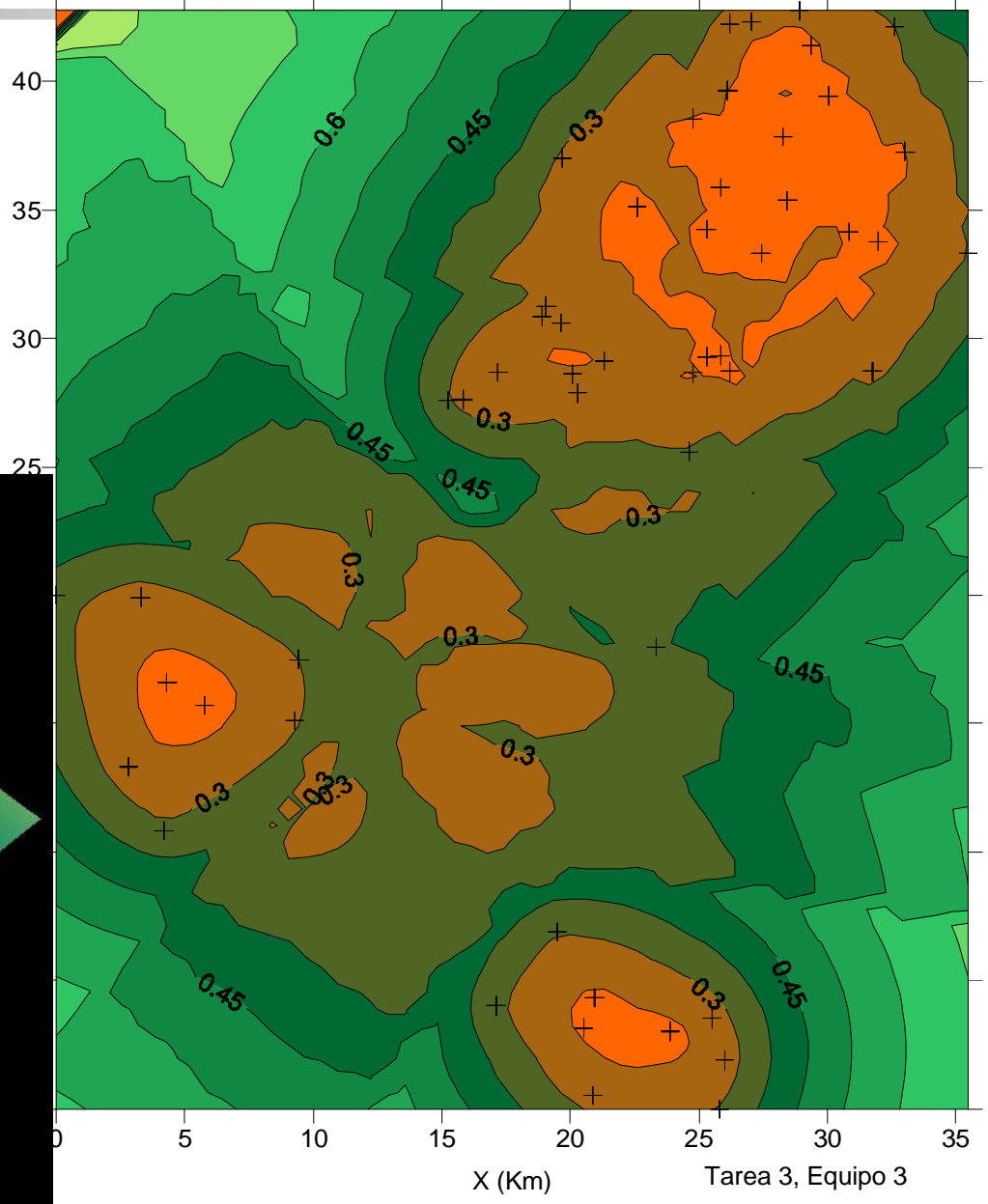
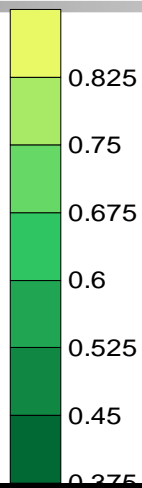
Malla = $0.65 \times 0.65 \text{ Km}$

Kriging Res F (8v)



Error de la estimación de Res F

Desv. Est. Krig Res F



Tarea 3, Equipo 3

M(X)F

m (X) F

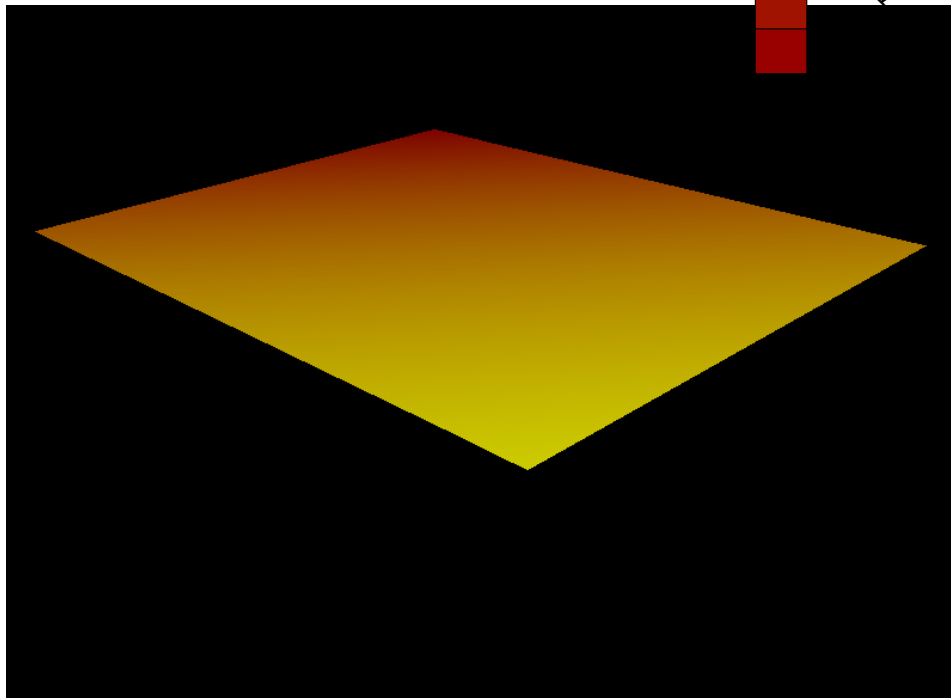
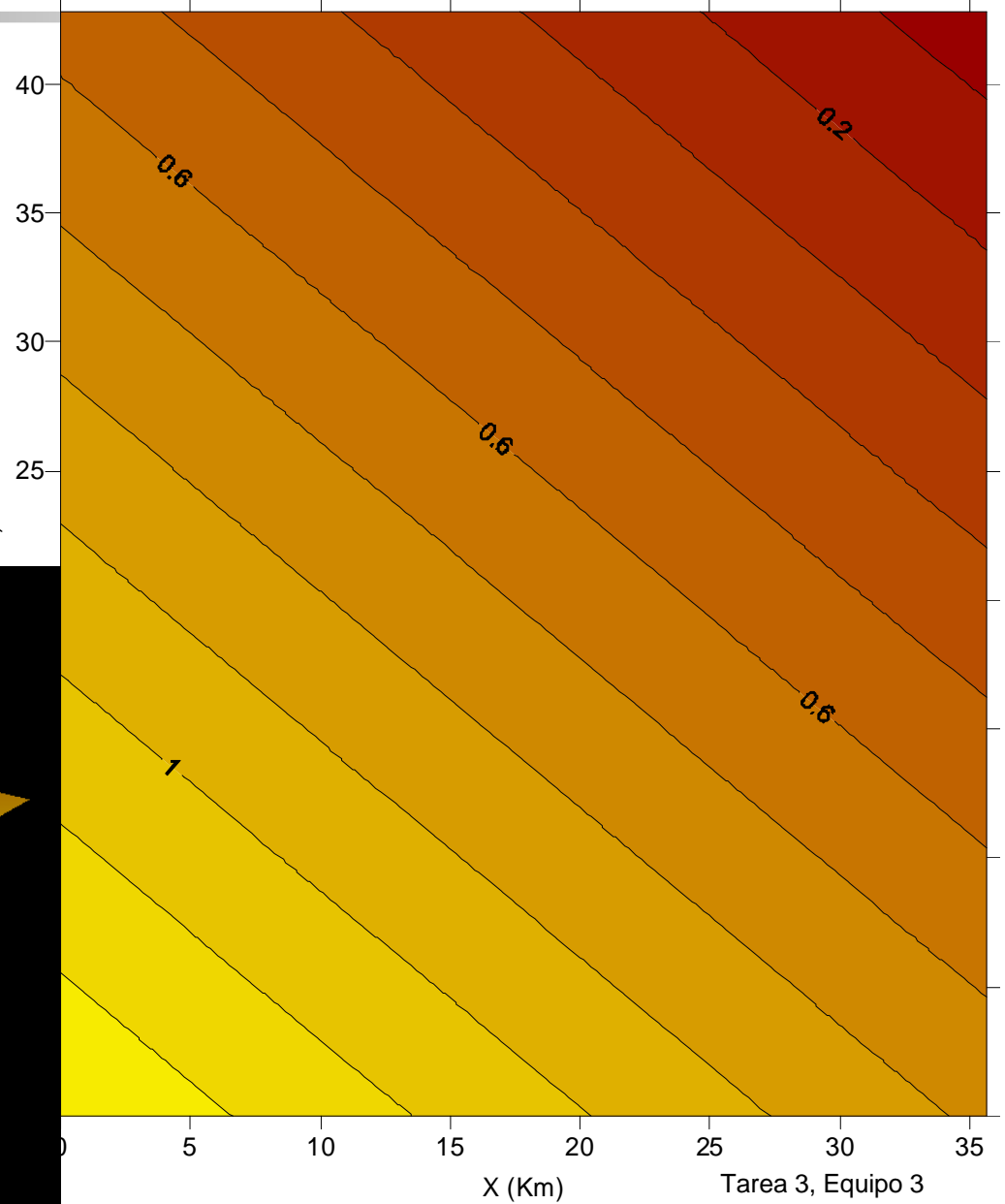
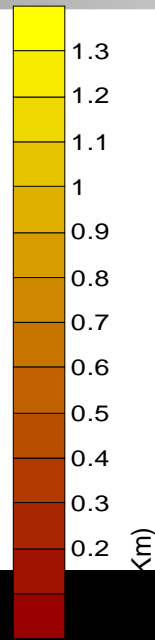
Coefficientes del ajuste
(polinomio de 1er grado):

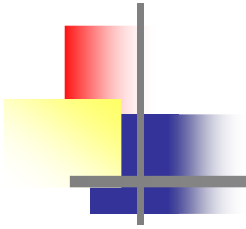
A1) 1.298822

A2) -0.014113

A3) -0.017604

$$M(x)=A1+A2X+A3Y$$

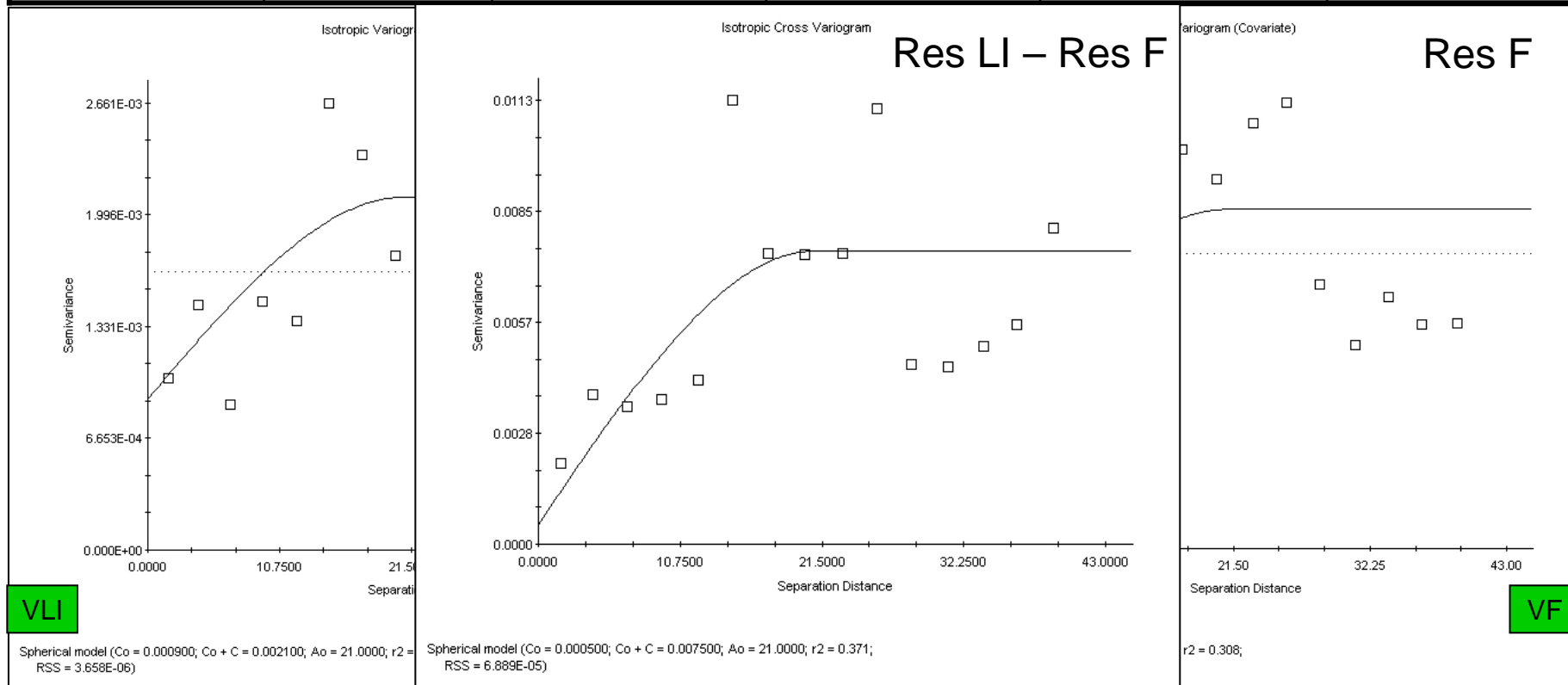




ESTIMACIÓN ESPACIAL CON COKRIGING PARA LOS DATOS DE LITIO

MODELO DE CORREGIONALIZACIÓN LINEAL

Variables	Modelo	Nugget	Sill-Nugget	Alcance (Km)	RSS
Res 1°LI	Esférico	0,0009	0,0012	20->21	3.658E-6
Res 1°F	Esférico	0,015->0,025	0,65->0,050	22->21	5.003E-3
Res LI – Res F	Esférico	0,0005	0,007	21	6.889E-5



MODELO DE CORREGIONALIZACIÓN LINEAL

Variables	Modelo	Nugget	Sill-Nugget	Alcance (Km)	RSS
Res 1°LI	Esférico	0,0009	0,0012	20->21	3.658E-6
Res 1°F	Esférico	0,015->0,025	0,65->0,050	22->21	5.003E-3
Res LI – Res F	Esférico	0,0005	0,007	21	6.889E-5

$$\begin{bmatrix} \gamma_{LI}(h) & \gamma_{F-LI}(h) \\ \gamma_{LI-F}(h) & \gamma_F(h) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{LI}^0 & \sigma_{F-LI}^0 \\ \sigma_{LI-F}^0 & \sigma_F^0 \end{bmatrix} \gamma_0(h) + \begin{bmatrix} \sigma_{LI}^S & \sigma_{F-LI}^S \\ \sigma_{LI-F}^S & \sigma_F^S \end{bmatrix} \gamma_1(h)$$

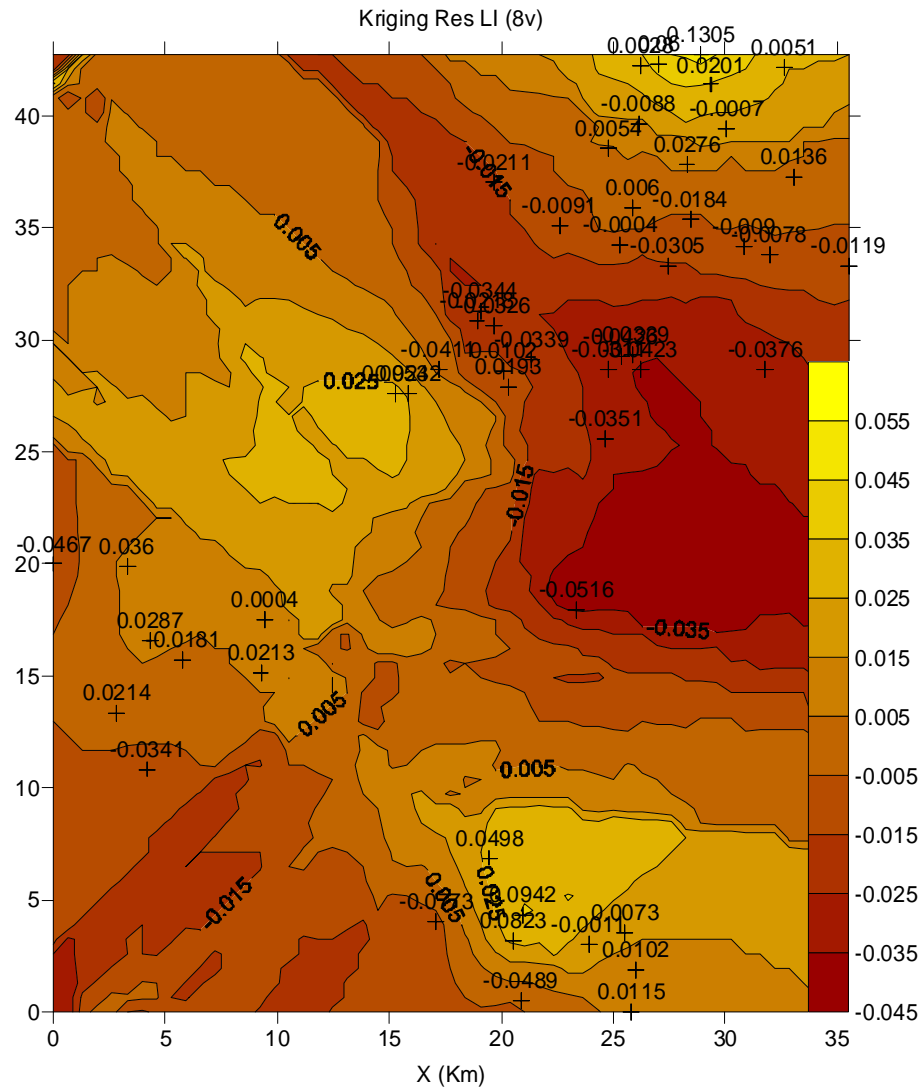
sustituyendo =

$$\begin{bmatrix} 0,0009 & 0,0005 \\ 0,0005 & 0,025 \end{bmatrix} \gamma_0(h) + \begin{bmatrix} 0,0012 & 0,007 \\ 0,007 & 0,05 \end{bmatrix} \gamma_1(h)$$

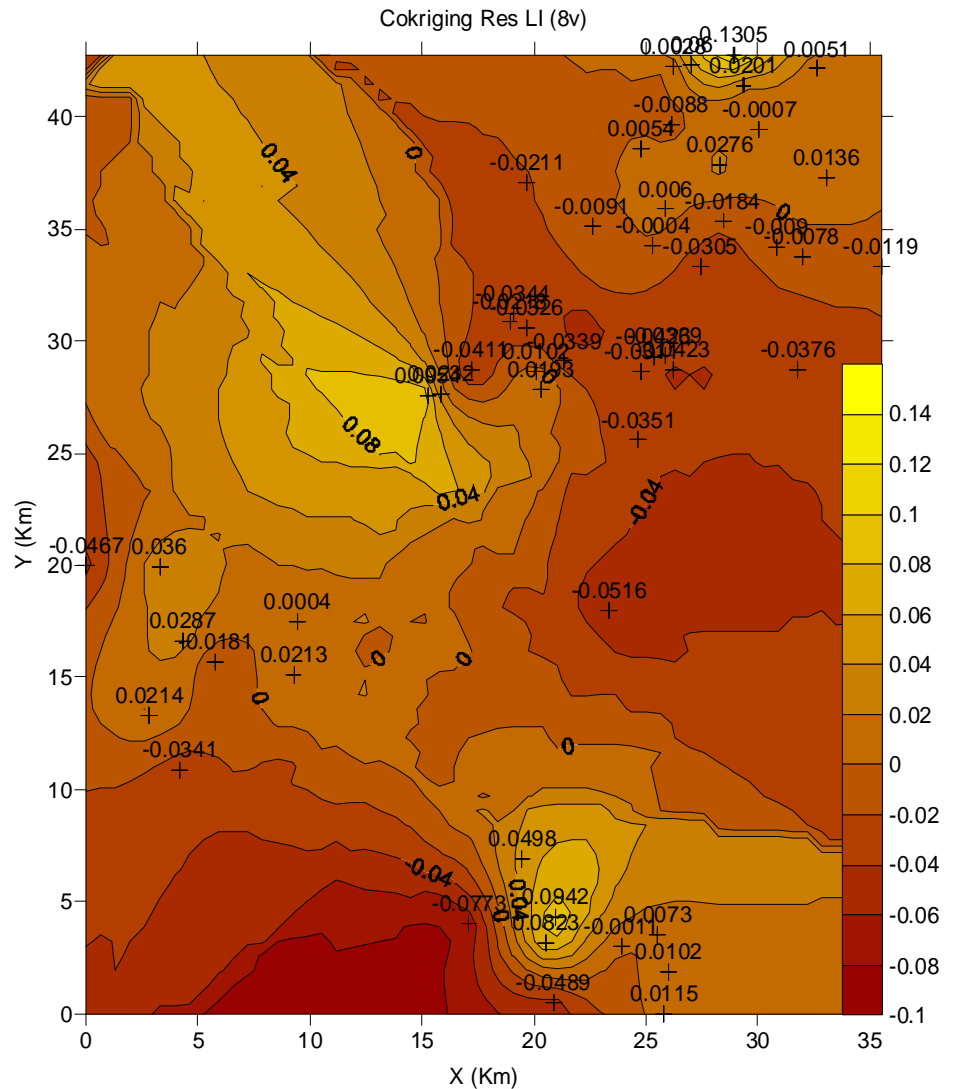
$$\begin{vmatrix} 0,0009 & 0,0005 \\ 0,0005 & 0,025 \end{vmatrix} = 0,00002475 > 0 \quad \begin{vmatrix} 0,0012 & 0,007 \\ 0,007 & 0,05 \end{vmatrix} = 0,000017 > 0$$

El modelo es válido ya que ambos determinantes son positivos!

COKRIGING RES LI



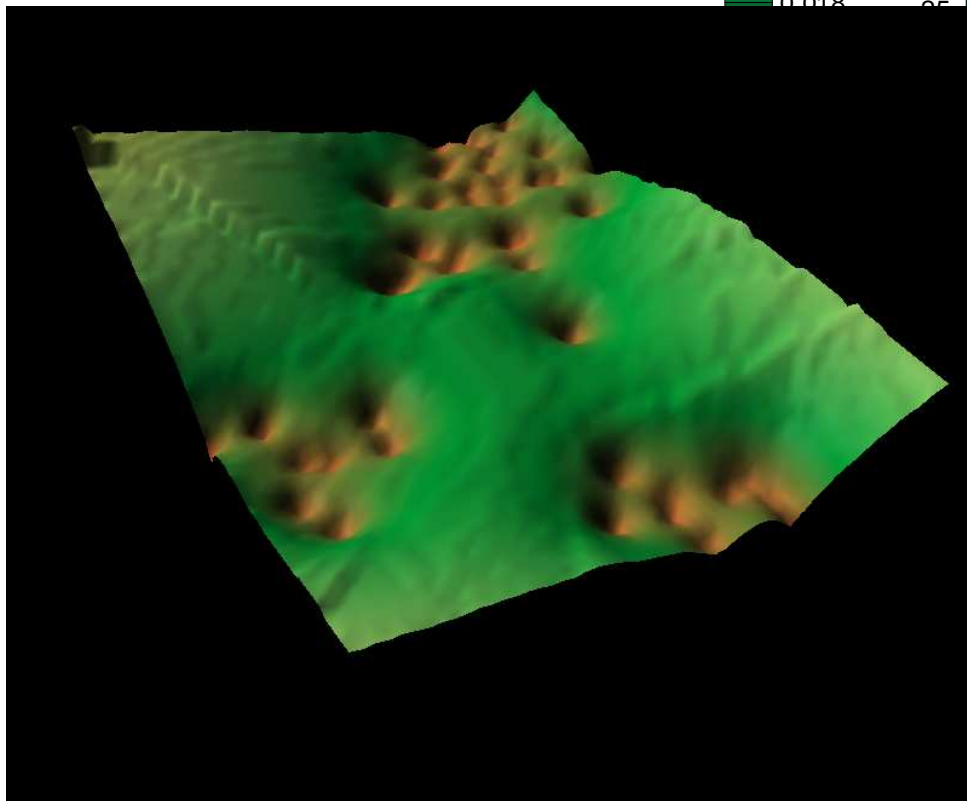
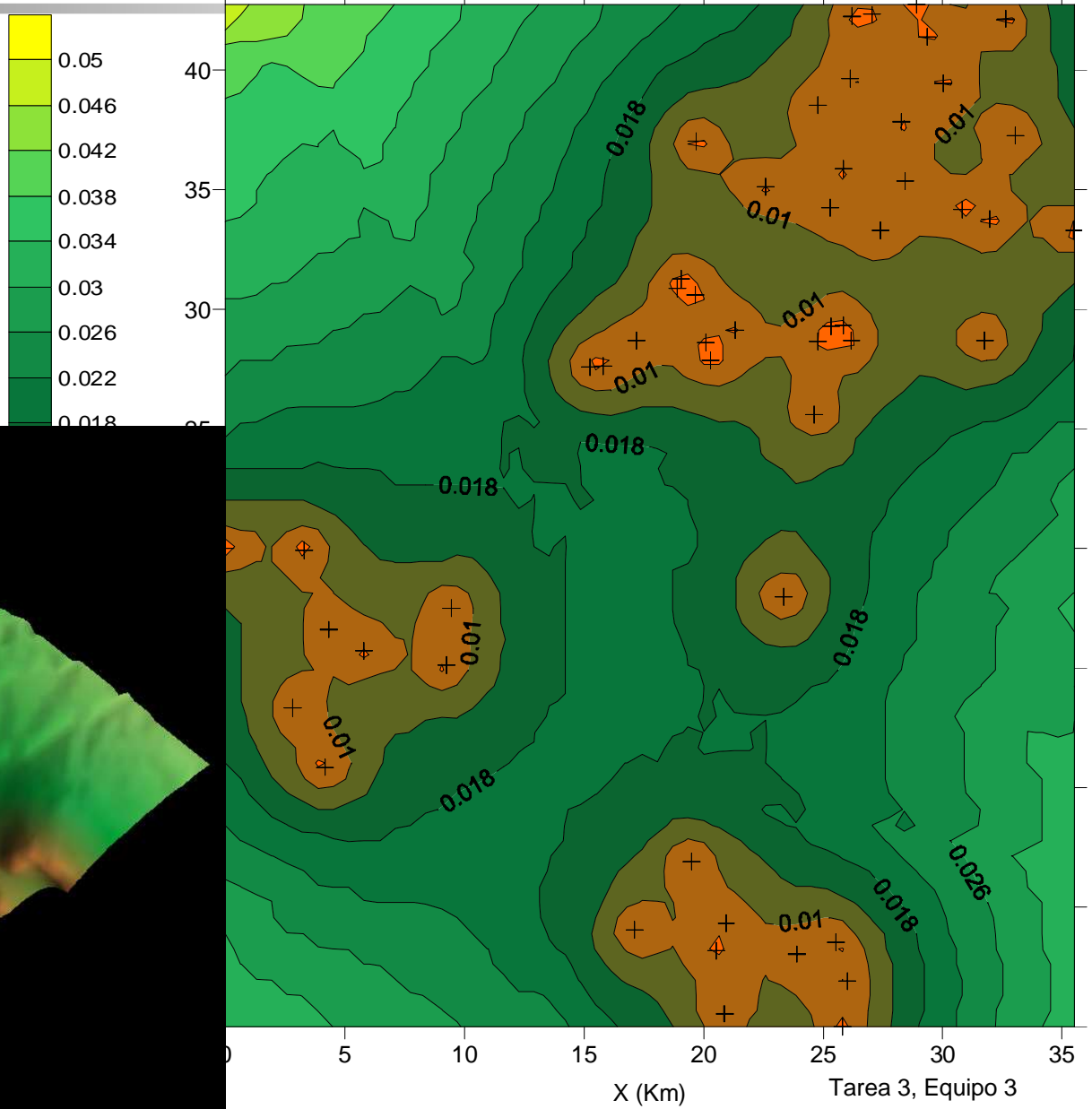
Geoestadística, 2005



Tarea 3, Equipo 3

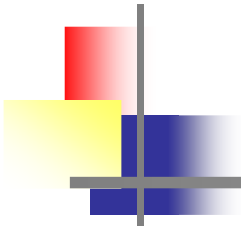
Error de la estimación por Cokriging de Res LI

Desv. Est. Cokrig Res LI

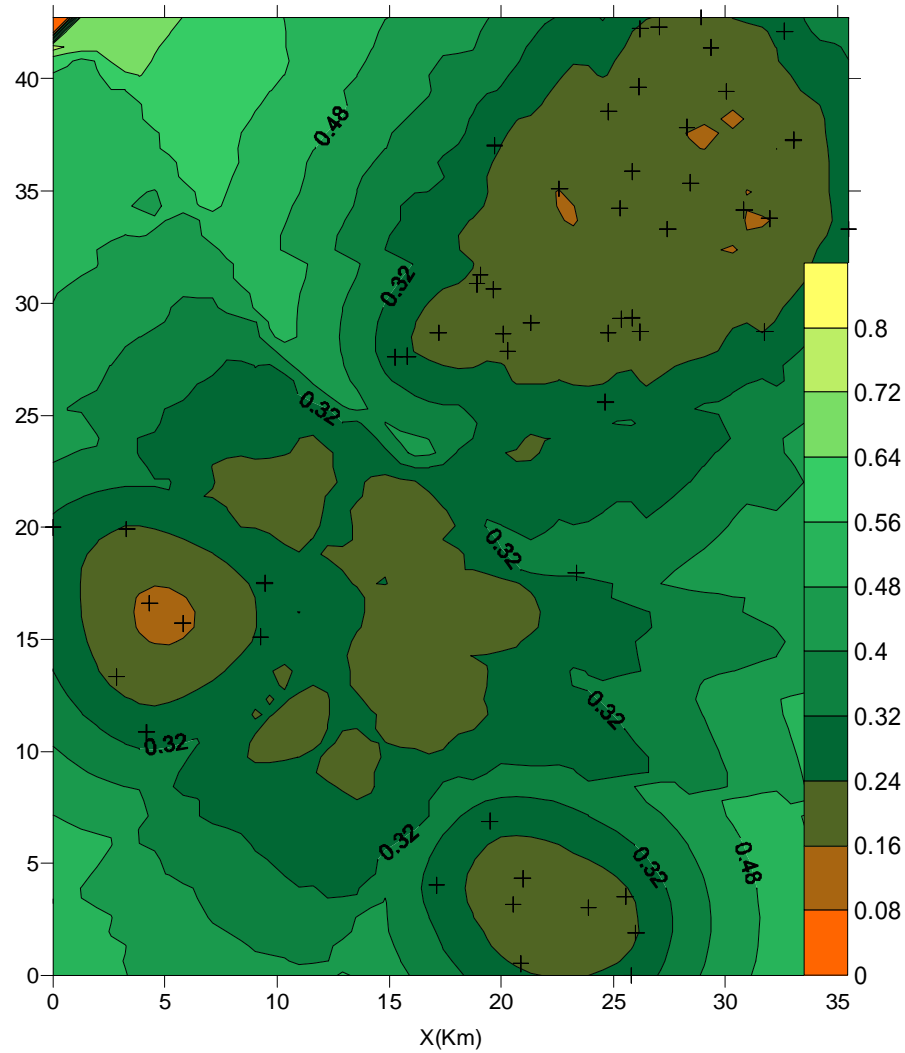


Tarea 3, Equipo 3

Comparación errores Kriging - Cokriging

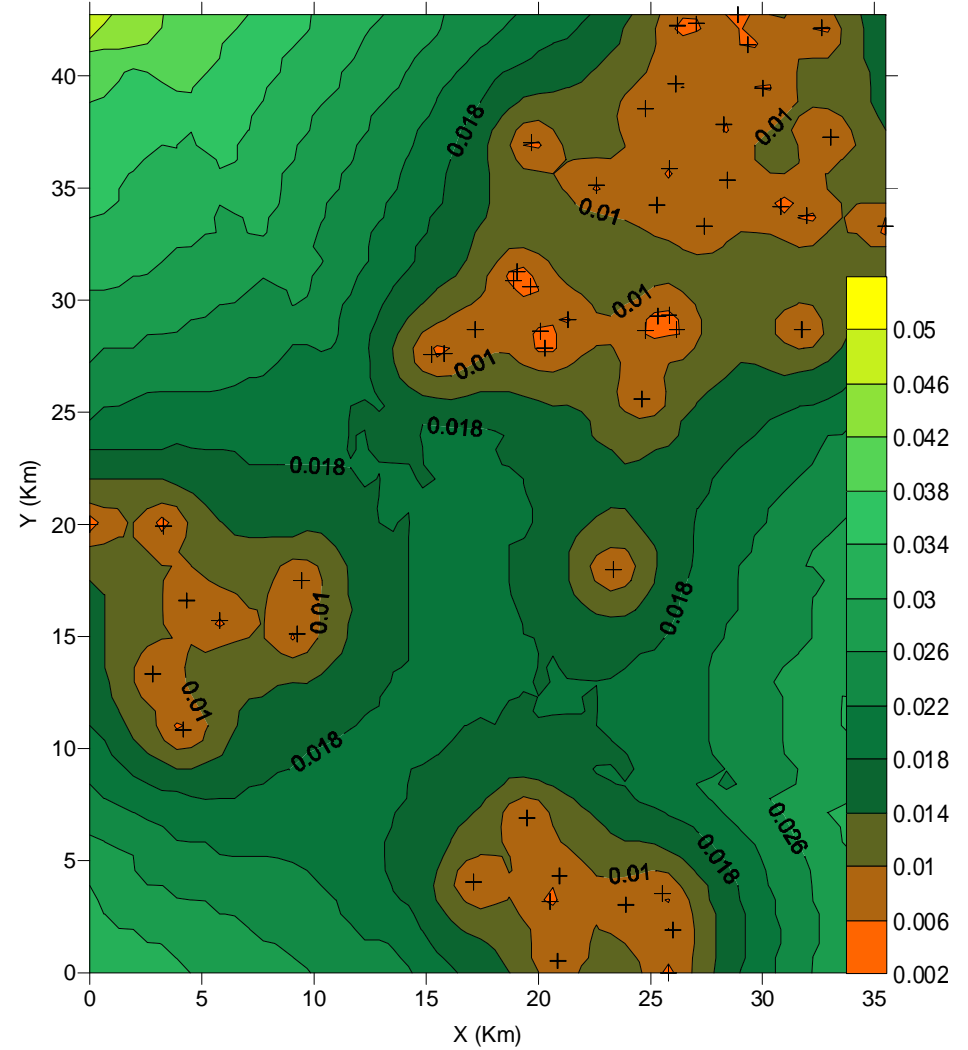


Desv. Est. Krig Res LI



Geoestadística, 2005

Desv. Est. Cokrig Res LI

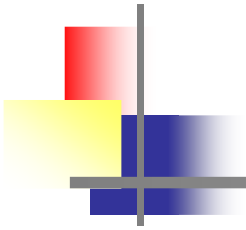


Tarea 3, Equipo 3



CONCLUSIONES – ESTIMACIÓN ESPACIAL

- **El AED y el análisis de estacionaridad nos condujeron a eliminar los valores atípicos que enmascaraban el comportamiento del resto de los datos.**
- **La presencia de “tendencia” en ambos grupos de datos nos llevó a estimar los respectivos residuos de 1er grado.**
- **No existieron suficientes argumentos para sostener la hipótesis de anisotropía, debido a la cantidad de datos y su distribución espacial.**
- **Se realizó la estimación espacial por kriging puntual en una malla regular para los residuos de ambas variables. La teoría de Kriging Universal permitió generar mapas de los valores estimados correspondientes.**
- **Se estimó por cokriging la variable Litio, lográndose mejores resultados respecto a la varianza del error en comparación a la obtenida por kriging.**



GRACIAS