**Curso de Geoestadística**

**Posgrado UNAM - IMP**

**Tarea 2: Análisis Estructural**

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE DATOS DE POZOS DE AGUA VARIABLES: LITIO y FLUOR

México D.F. 25/10/2005.

**CONTENIDO**:

1. **INTRODUCCIÓN**
2. **ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS**
   - **2.1. LITIO**
   - **2.2. FLUORURO**
3. **ANÁLISIS DE ESTACIONARIDAD - VARIOGRAMA ADIRECCIONAL**
   - **3.1. LITIO**
   - **3.2. FLUORURO**
4. **ANÁLISIS DE RESIDUOS**
   - **4.1. LITIO**
   - **4.2. FLUORURO**
5. **VALIDACIÓN CRUZADA – ANÁLISIS DE DIFERENCIAS (Z-Z*)**
   - **5.1. LITIO**
   - **5.2. FLUORURO**

**ANEXOS**

**Estimación de Variograma – Variable LI**
**Estimación de Variograma – Variable F**
**Estimación de Variograma – Variable LI sin valor atípico**
**Estimación de Variograma – Variable F sin valor atípico**
**Estimación de Variograma –Residuos de LI sin valor atípico**
**Estimación de Variograma –Residuos de F sin valor atípico**
**Estimación de Variograma –Residuos de F sin valores atípicos**
**Validación Cruzada – Residuos de LI sin valor atípico**
**Validación Cruzada – Residuos de F sin valores atípicos**

## 1. INTRODUCCIÓN

Los datos de Fluoruro (F) y de Litio (Li) fueron colectados en 50 pozos de agua potable y tres manantiales de las baterías que suministran agua a la Ciudad de León Guanajuato, localizados en un área de 40 km x 40 km (figura 1). En total son 53 pares de valores, los cuales se encuentran listados en la Tabla 1. Las concentraciones de Li y F están dadas en ppm y las coordenadas en UTM.

Seguidamente se presentan los resultados del análisis exploratorio y de estacionaridad para cada variable. Se exponen los pasos seguidos para ajustar el modelo de variograma propuesto y, finalmente, se comenta sobre el resultado de las diferencias obtenidas luego de la validación cruzada realizada con dicho modelo.

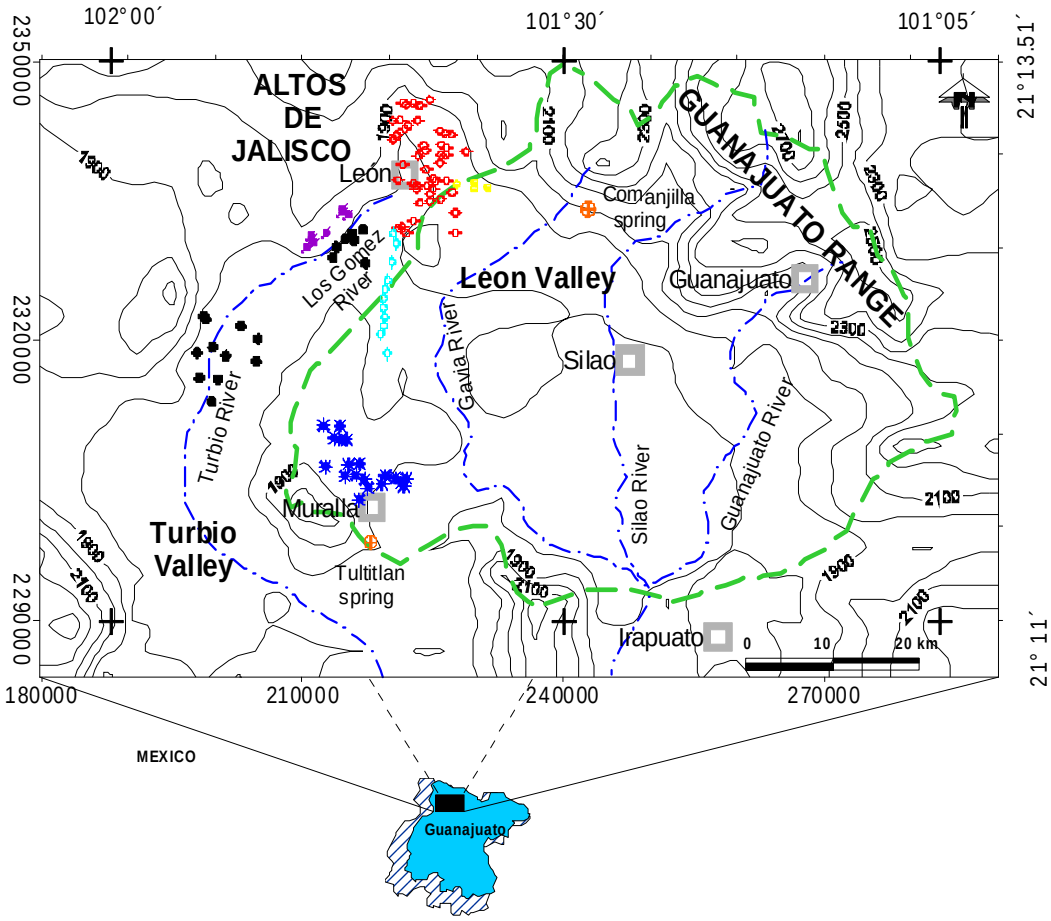


Figura 1. Distribución geográfica de baterías de pozos que suministran agua potable a la ciudad de León, Guanajuato. En Azul, la batería Muralla; en negro, la batería Turbio; en azul claro, la batería Sur; en violeta la batería Poniente y en amarillo, la batería Oriente.

| X | Y | LI | F |
|---|---|---|---|
| UTM | UTM | (0.01 mg/L) | (0.1 mg/L) |
| 216827 | 2332211 | 0.030 | 0.17 |
| 215789 | 2330968 | 0.088 | 0.45 |
| 215590 | 2331713 | 0.077 | 0.41 |
| 204944 | 2320603 | 0.112 | 0.94 |
| 204763 | 2318212 | 0.140 | 1.16 |
| 201286 | 2318812 | 0.103 | 0.71 |
| 199674 | 2313943 | 0.103 | 0.75 |
| 198325 | 2316422 | 0.153 | 0.91 |
| 199808 | 2319701 | 0.149 | 0.91 |
| 195500 | 2323100 | 0.069 | 1.27 |
| 198787 | 2323017 | 0.148 | 2.2 |
| 216032 | 2306264 | 0.222 | 1.45 |
| 216369 | 2303620 | 0.098 | 0.8 |
| 221304 | 2303100 | 0.154 | 0.99 |
| 221023 | 2306618 | 0.140 | 0.96 |
| 221503 | 2304997 | 0.147 | 1.09 |
| 219395 | 2306122 | 0.135 | 1.02 |
| 216448 | 2307422 | 0.230 | 1.38 |
| 212606 | 2307118 | 0.064 | 0.6 |
| 214984 | 2309982 | 0.180 | 1.41 |
| 218842 | 2321068 | 0.042 | 0.26 |
| 220134 | 2328685 | 0.035 | 0.21 |
| 220272 | 2331758 | 0.030 | 0.22 |
| 221690 | 2331808 | 0.017 | 0.1 |
| 221335 | 2332434 | 0.024 | 0.17 |
| 220829 | 2332390 | 0.016 | 0.08 |
| 222917 | 2336408 | 0.014 | 0.39 |
| 221621 | 2342744 | 0.019 | 0.31 |
| 224419 | 2345857 | 0.146 | 0.68 |
| 222534 | 2345432 | 0.079 | 0.39 |
| 221697 | 2345353 | 0.023 | 0.41 |
| 220279 | 2341649 | 0.038 | 0.43 |
| 218089 | 2338213 | 0.036 | 0.65 |
| 214566 | 2334357 | 0.026 | 0.48 |
| 214412 | 2333960 | 0.040 | 0.75 |
| 212690 | 2331786 | 0.029 | 0.71 |
| 211318 | 2330717 | 0.098 | 0.13 |
| 210754 | 2330686 | 0.171 | 0.57 |
| 215152 | 2333703 | 0.029 | 0.16 |
| 225531 | 2342541 | 0.023 | 0.24 |
| 224851 | 2344503 | 0.039 | 0.32 |
| 220791 | 2337335 | 0.044 | 0.34 |
| 221341 | 2338969 | 0.045 | 0.26 |
| 223774 | 2340944 | 0.058 | 0.23 |
| 228533 | 2340371 | 0.040 | 0 |
| 223937 | 2338460 | 0.019 | 0.22 |
| 226321 | 2337255 | 0.029 | 0.1 |
| 227467 | 2336873 | 0.030 | 0.03 |
| 230988 | 2336411 | 0.023 | 0.13 |
| 227255 | 2331810 | 0.015 | 0.07 |
| 215194 | 2340128 | 0.022 | 0.71 |
| 243068 | 2333454 | 1.077 | 9.8 |
| 228130 | 2345234 | 0.018 | 0.38 |

Tabla 1. Valores y coordenadas de datos de LI y F.

## 2. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

El AED implica realizar el examen gráfico cuantitativo y cualitativo de las variables estudiadas. Para ello se incluyen en este apartado los análisis de distribución espacial de los datos, normalidad y de valores atípicos (distribucionales y/o espaciales). A continuación se presentan los resultados para cada uno de los conjuntos de datos.

### 2.1. LITIO

El histograma de frecuencia para esta variable mostró una distribución lejana a la normal, como se aprecia en la figura 2. Es leptocurtica (G2=37.12) y con simetría positiva (G1=5.66). Se observa con claridad un valor atípico, el cual resalta aún más en el diagrama Box Plot, pues está muy alejado del intervalo intercuartil (25%-75%). La mediana es menor que el valor medio y éste a su vez es menor que la desviación estándar de la muestra, que es en realidad muy alta. Al costado derecho de la figura 2 se presentan los valores estadísticos de la variable Li. Seguidamente, en la figura 3, se observa el Q-Q plot y en la figura 4 se muestra la distribución espacial de los datos. En ambas imágenes resalta dicho valor atípico apartado de los restantes subgrupos de la muestra. Aparentemente el fenómeno expresado por este caso puntual es radicalmente diferente al manifestado por el resto de los componentes de la variable.

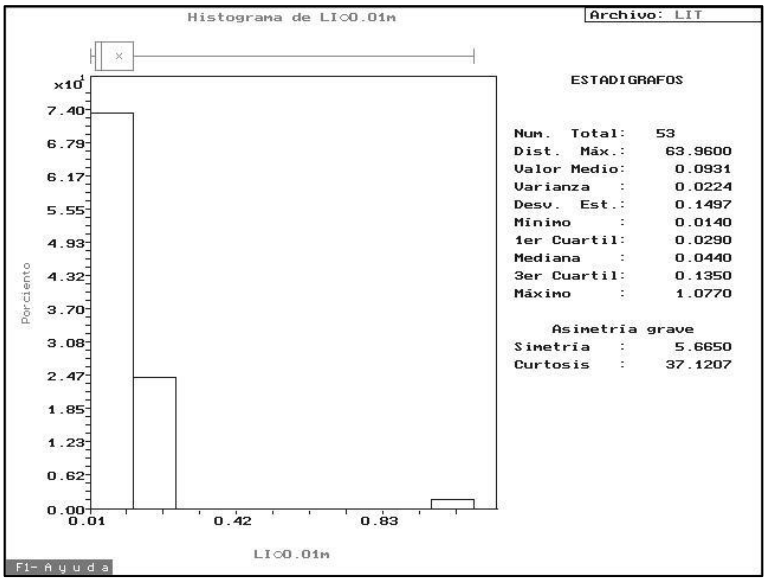


Figura 2. Histograma de frecuencia y estadígrafos de datos de Litio.

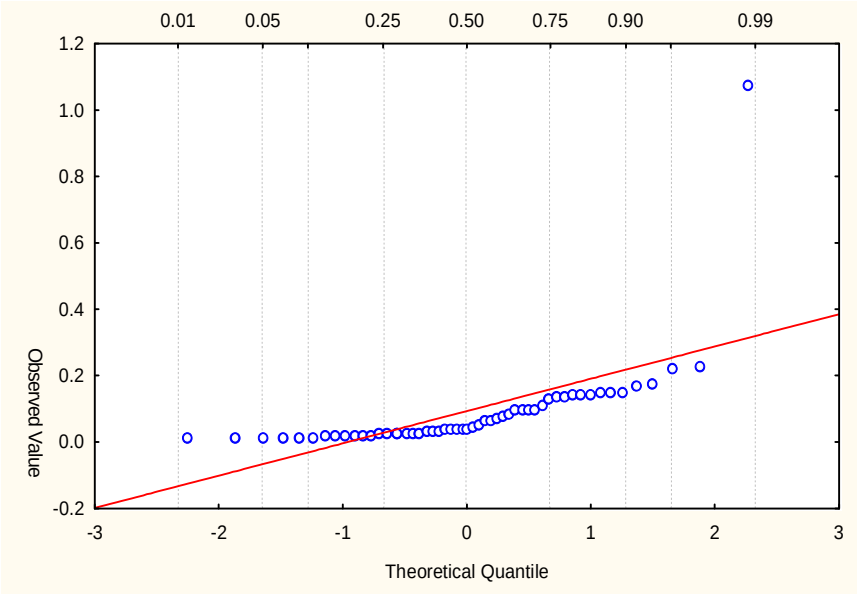


Figura 3. Q-Q plot de datos LI.

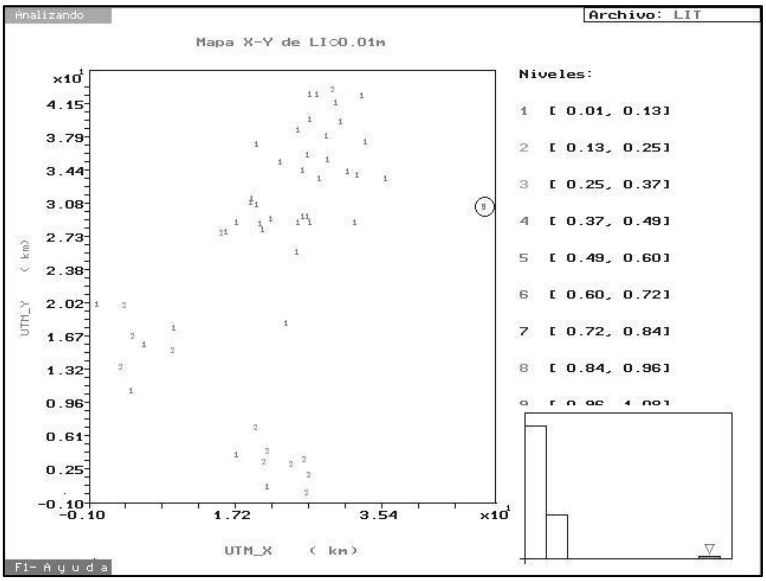


Figura 4. Distribución espacial de la variable LI. Se destaca la ubicación del valor atípico separado de los 3 subgrupos de datos.

## 2.2. FLUORURO

El comportamiento de estos datos resultó similar a los de Litio. Muestra de ello se observa en el histograma de frecuencia, el cual tampoco presenta una distribución normal (figura 5). Es de tipo leptocurtica y con asimetría positiva. Similar al caso anterior, se observa un valor atípico principal (de 2 identificados por el programa), el cual resalta aún más en el diagrama Box Plot, pues está considerablemente alejado del intervalo intercuartil.

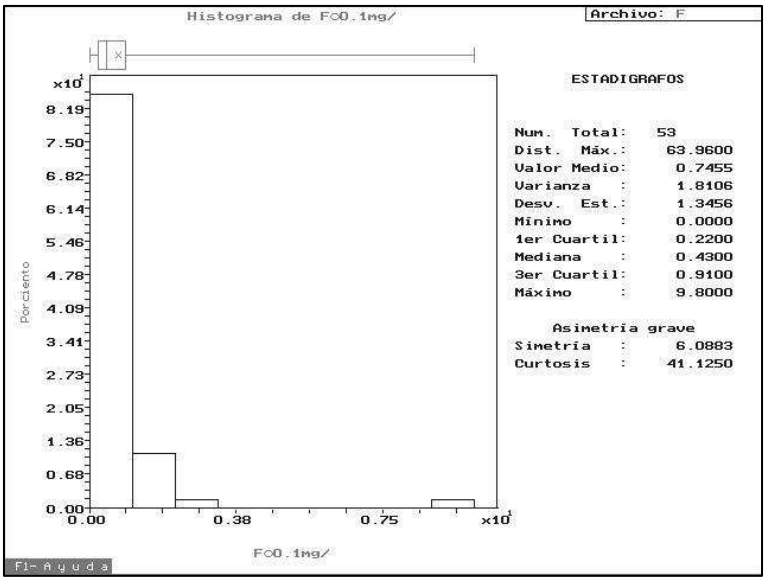


Figura 5. Histograma de frecuencia y estadígrafos de datos de Fluor.

Al costado derecho de la figura 5 se presentan los valores estadísticos de la variable F. Como se observa, la mediana es casi la mitad del valor medio y este a su vez lo es de la desviación estándar de la muestra. Hecho resultante de la marcada influencia que genera la magnitud del mencionado valor anómalo.

Luego, en las figuras 6 y 7, se observa el gráfico Q-Q y la distribución espacial de los datos, respectivamente, y al igual que en el caso de la variable LI, resalta el valor atípico principal aislado de los restantes subgrupos de la muestra.

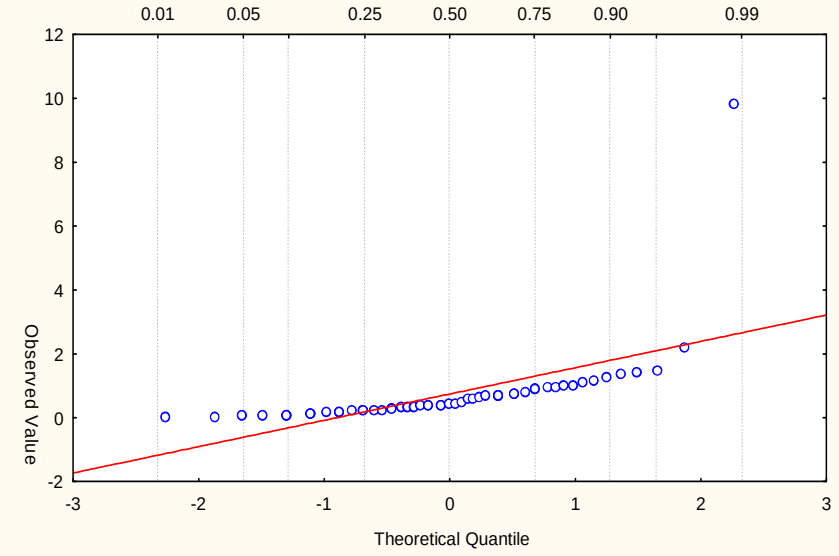


Figura 6. Q-Q Plot de datos F.

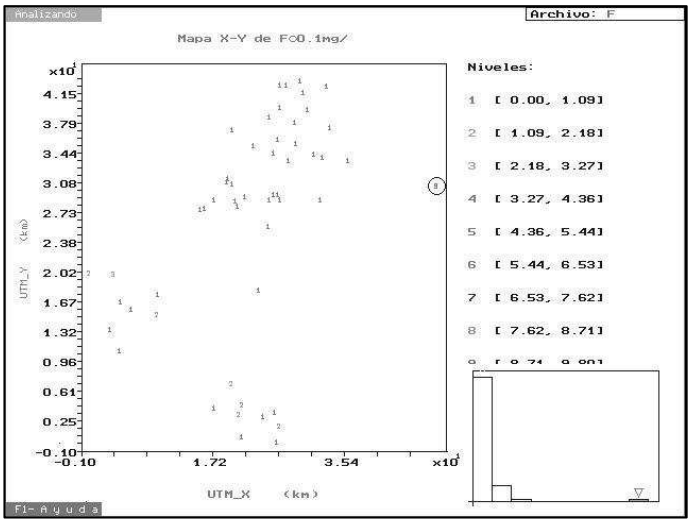


Figura 7. Distribución espacial de la variable F. Se destaca la ubicación del valor atípico separado de los 3 subgrupos de datos.

## 3. ANÁLISIS DE ESTACIONARIDAD - VARIOGRAMA ADIRECCIONAL

Para tener una idea general de la estacionaridad del par de variables estudiadas se procedió a estimar el variograma adireccional. Para ello se incluyeron todos los datos de F y LI. El principal objetivo es apreciar el comportamiento de dicho gráfico para establecer intuitivamente la posible existencia de tendencia.

### 3.1. LITIO

La figura 8 muestra el variograma adireccional para esta variable. *Ver anexos*. Se realizó aplicando los valores reportados por el programa estadístico GEOESTAD. A saber: Distancia máx=63km, lag=3.1km, dirección=0°, tolerancia=±90°.

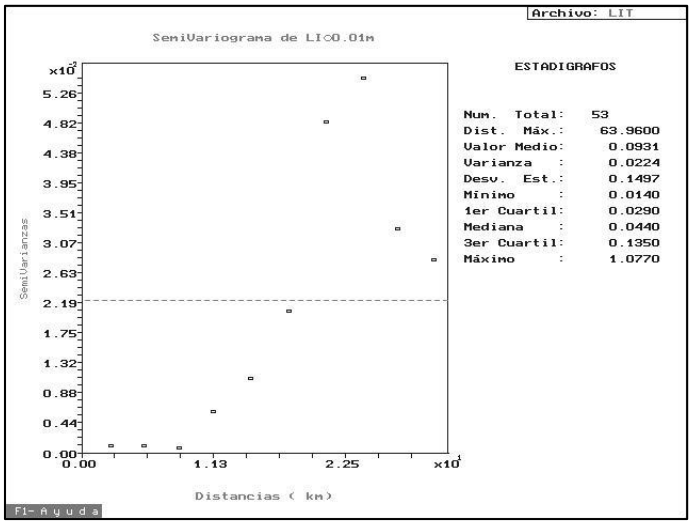


Figura 8. Variograma adireccional de datos LI.

Es notable el crecimiento rápido del variograma, el cual describe una forma semihiperbólica, decayendo hacia los últimos tres puntos estimados. Otro aspecto que resalta es que éste crecimiento no se encuentra acotado por la varianza, e incluso, dos de los valores estimados superan el doble de la misma. Sin embargo, el ajuste automático del programa identifica al modelo lineal del variograma como el de mejor AIC (Tabla 2).

```
Archivo  de  datos   : LIT.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: LI      0.01m  [g/L]

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS

-------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
-------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.00122      0.02120     20.71152   -302.15945
Exponencial      0.00122      0.02120     20.71152   -297.95233
Esférico         0.00122      0.02120     20.71152   -315.89467
Lineal           0.00122      0.02120     20.71152   -330.39063
-------------------------------------------------------------
```

Tabla 2. Modelos de ajuste del variograma para la variable LI.

El correspondiente variograma estimado en las cuatro direcciones solicitadas (0°, 45°, 90° y 135°) muestra una distribución particular (figura 9). *Ver anexos.* Si recordamos la escasa cantidad de datos (53) y su distribución espacial, el grado de confianza que se le puede atribuir a estos estimados es verdaderamente pequeño, en especial en las direcciones de 90° y 135°. Y son precisamente en estas direcciones donde se observan los mayores distanciamientos del variograma respecto a la varianza de la muestra. Lo cual en realidad no implica hablar de anisotropía, pues no existen suficientes argumentos para soportar dicha hipótesis.

Debido a las características del valor atípico presente en el grupo de datos LI, se decidió estimar el variograma si incluirlo, con la idea de observar su comportamiento y establecer comparaciones. La figura 10 muestra este nuevo resultado. *Ver anexos.* Igual que en el caso anterior, se realizó aplicando los nuevos valores reportados por el programa estadístico GEOESTAD, a saber: Distancia máx=55.5km, lag=2.7km, dirección=0°, tolerancia=±90°. Como era de esperarse, se observa una notable reducción de la varianza y del valor medio, sin embargo aún se aprecia un incremento rápido de los valores estimados que hacen suponer la posible existencia de tendencia.

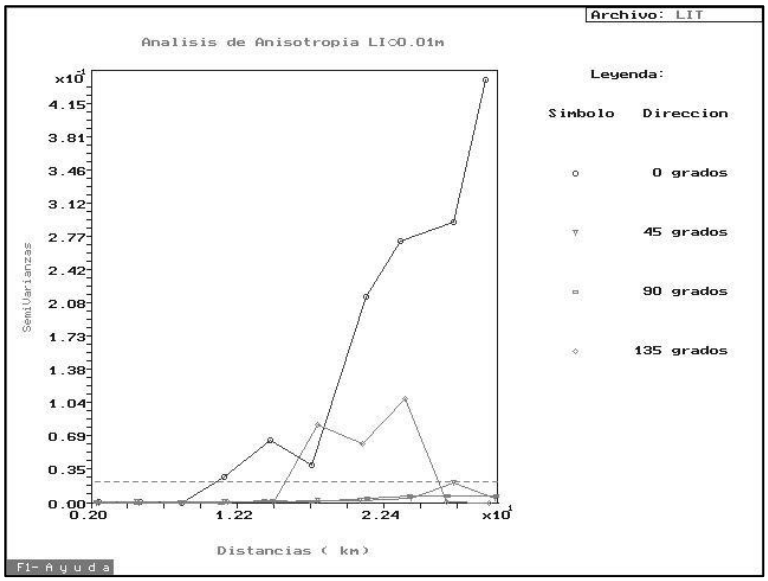


Figura 9. Variograma direccional de datos LI.

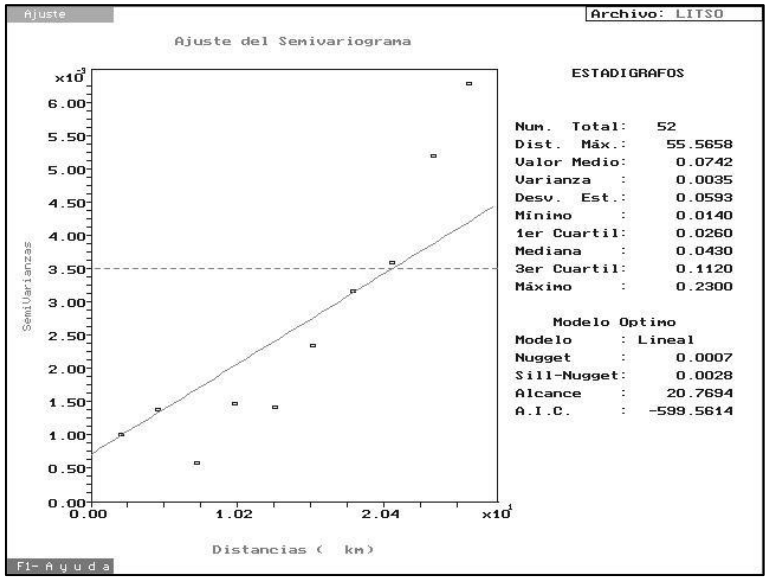


Figura 10. Variograma adireccional de datos LI sin outlier.

En este caso el ajuste automático del programa nuevamente identifica al modelo lineal del variograma como el de mejor AIC (Tabla 3).

El variograma estimado en las cuatro direcciones solicitadas (0°, 45°, 90° y 135°) se muestra en la figura 11. *Ver anexos.* Se evidencia un mejor comportamiento de los correspondientes estimados direccionales, al parecer el de 45° es el que mejor crece hacia la varianza de la muestra. En esa dirección se encuentra la mayor nube de datos, aunque recordemos que la distribución carece de homogeneidad.

```
Archivo  de  datos   : LITSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: LI    0.01m  [g/L]

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS
-------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
-------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.00073      0.00278     20.76939   -555.67963
Exponencial      0.00073      0.00278     20.76939   -549.81495
Esférico         0.00073      0.00278     20.76939   -563.74192
Lineal           0.00073      0.00278     20.76939   -599.56142
-------------------------------------------------------------
```

Tabla 3. Modelos de ajuste del variograma para la variable LI sin valor atípico.

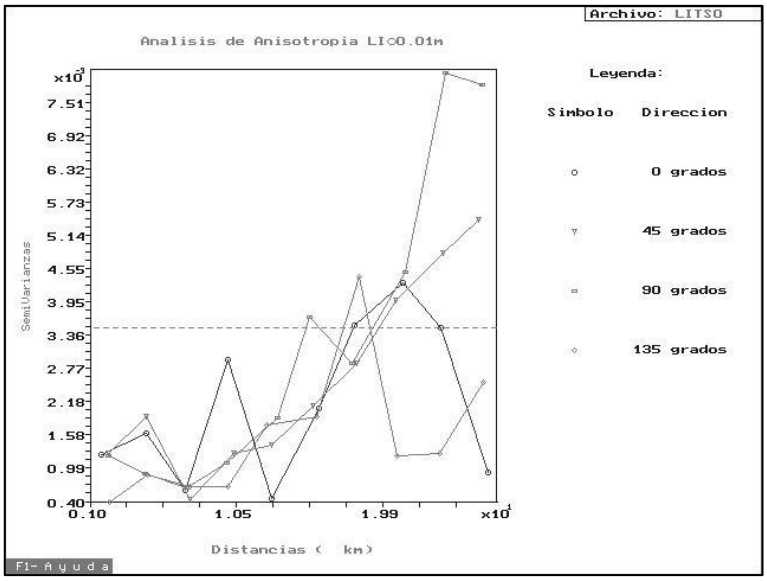


Figura 11. Variograma direccional de datos LI sin valor atípico.

Como complemento, la figura 12 muestra los gráficos correspondientes a las proyecciones en los ejes X e Y de la variable LI si el valor atípico. En ambos casos se manifiesta una disposición "inclinada" de los datos con pendiente negativa, lo cual podría estar influyendo también en la estimación del variograma.

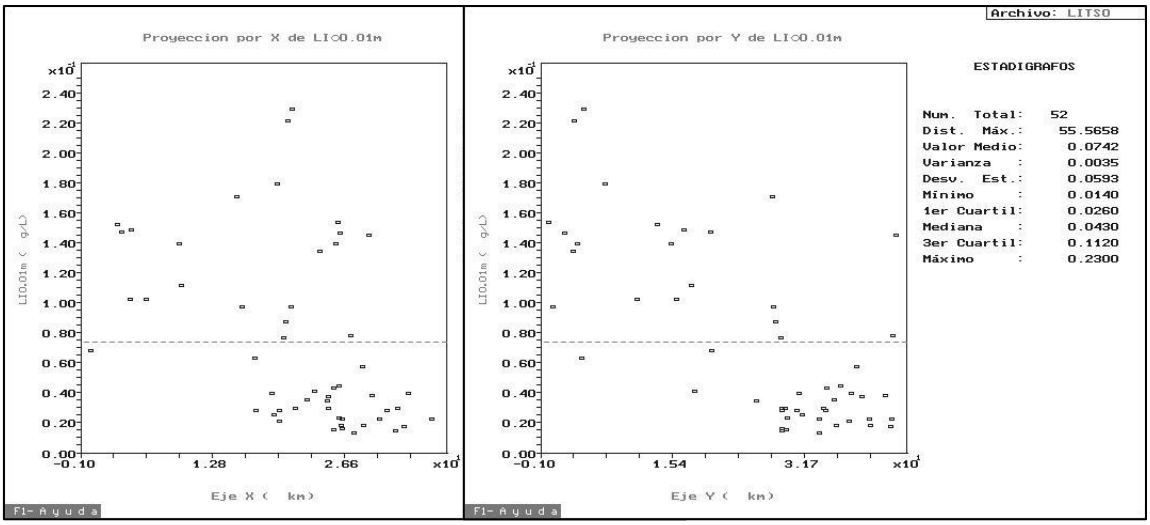


Figura 12. Proyecciones en ejes X e Y de datos LI sin valor atípico.

## 3.2. FLUORURO

El análisis de estacionaridad se hizo siguiendo el mismo procedimiento empleado para la variable LI. La figura 13 muestra el variograma adireccional de F, realizado con los valores reportados por el programa estadístico GEOESTAD. *Ver anexos.* A saber: Distancia máx=63km, lag=3.1km, dirección=0°, tolerancia=±90°.

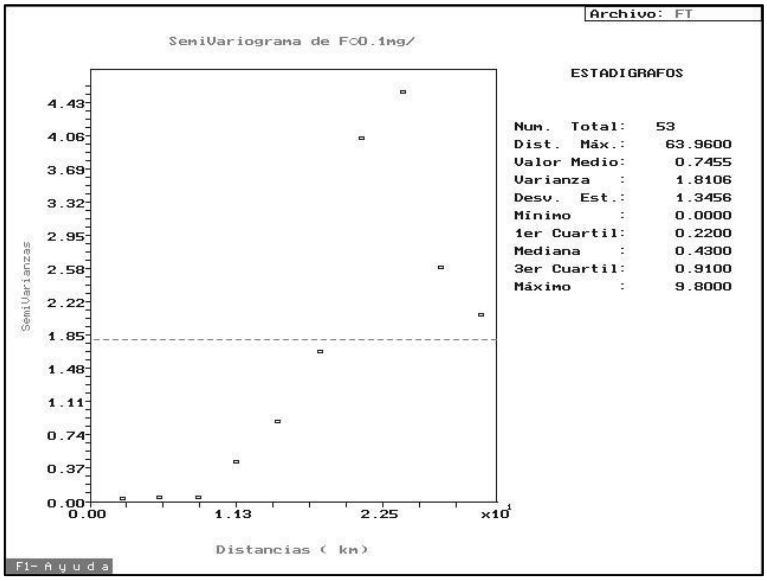


Figura 13. Variograma adireccional de datos F.

Es evidente el parecido de los variogramas adireccionales de LI (figura 6) y F (figura 13). Ambos crecen rápidamente, describiendo una forma semihiperbólica, y decayendo hacia los últimos dos puntos estimados. Dicho crecimiento tampoco se encuentra acotado por la varianza, e incluso. El ajuste automático del programa identifica al modelo lineal del variograma como el de mejor AIC (Tabla 4). Sin embargo en esta oportunidad dicho ajuste no es tan bueno como en el caso de la variable LI, ya que todos los índices AIC son positivos.

```
Archivo  de  datos   : FT.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: F 0.1mg/L

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS
---------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
---------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.04361      1.76696     20.71152    166.82227
Exponencial      0.04361      1.76696     20.71152    170.65388
Esférico         0.04361      1.76696     20.71152    152.84402
Lineal          -0.39875      2.07198     17.13619    128.67742
---------------------------------------------------------------
```

Tabla 4. Modelos de ajuste del variograma para la variable F.

La figura 14 muestra el variograma estimado en las cuatro direcciones solicitadas (0°, 45°, 90° y 135°) *Ver anexos*. La figura es prácticamente una copia del variograma direccional estimado para LI, con las respectivas salvedades del caso. De manera que los mismos comentarios son aplicables. Se tienen 53 datos con una distribución espacial muy heterogénea representada por tres subconjuntos, factor que afecta fuertemente la estimación de los variogramas orientados. Además, como ya se comprobó en el apartado anterior, el valor atípico principal también genera una influencia decisiva en estos estimados. De manera que en esta oportunidad tampoco existen argumentos suficientes para soportar la hipótesis de presencia de anisotropía.

La figura 15 muestra el variograma estimado sin incluir el valor atípico principal. Igual que en caso anterior, se realizó aplicando los nuevos valores reportados por el programa estadístico GEOESTAD, a saber: Distancia máx=55.5km, lag=2.7km, dirección=0°, tolerancia=±90°.

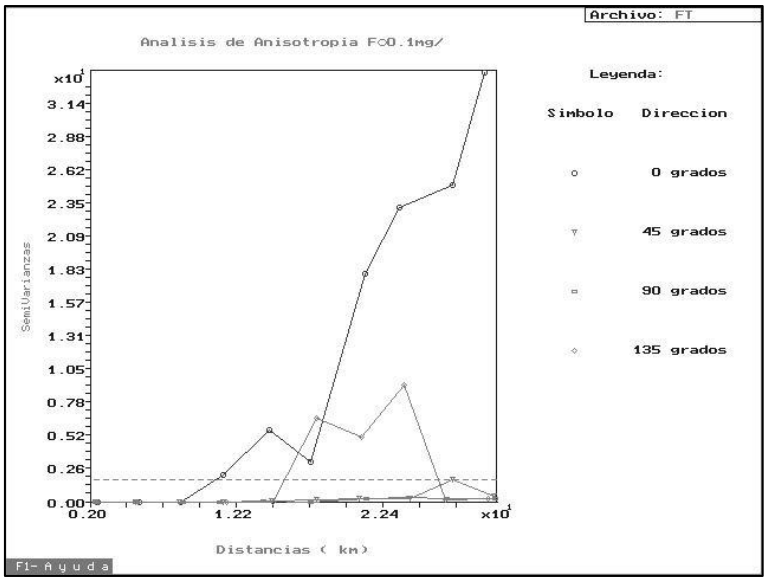


Figura 14. Variograma direccional de datos F.

Los estadígrafos muestran una importante reducción de la varianza y del valor medio, sin embargo aún se aprecia un incremento rápido de los valores estimados que hacen suponer la posible existencia de tendencia. En este caso el ajuste automático del programa nuevamente identifica al modelo lineal del variograma como el de mejor AIC (Tabla 5). En esta oportunidad, si bien han mejorando los índices AIC respecto a la estimación de los datos completos, dicho ajuste no describe satisfactoriamente el fenómeno expresado por la variable.

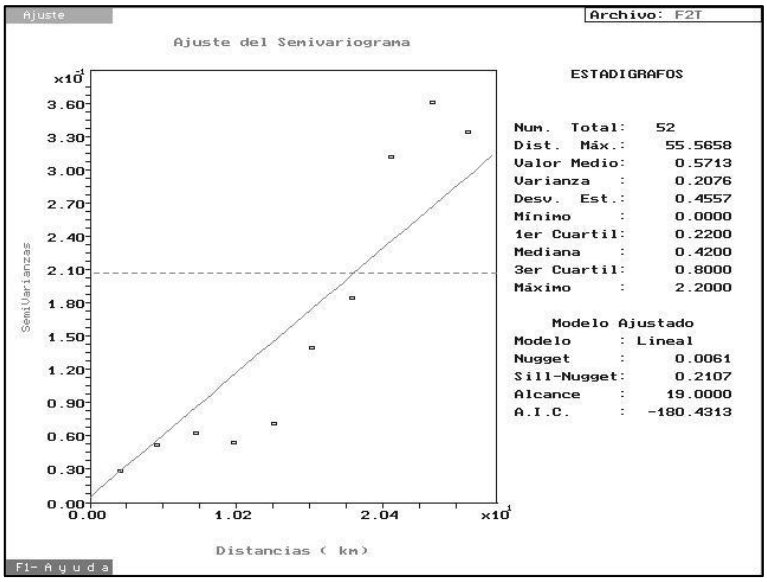


Figura 15. Variograma adireccional de datos F sin outlier.

```
Archivo  de  datos   : F2T.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: F     0.1mg/  [ L ]

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS
-------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
-------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.01059      0.19703     20.76939   -107.54803
Exponencial      0.01059      0.19703     20.76939   -104.87578
Esférico         0.02151      0.21066     36.02677   -135.73801
Lineal           0.00606      0.21066     19.00000   -180.43130
-------------------------------------------------------------
```

Tabla 5. Modelos de ajuste del variograma para la variable LI sin valor atípico.

El variograma estimado en las cuatro direcciones solicitadas (0°, 45°, 90° y 135°) se muestra en la figura 16. *Ver anexos.* Ahora se tienen 52 datos, sin embargo se evidencia un mejor comportamiento de los correspondientes estimados direccionales, excepto para la dirección de 0°. Hacia los 45° y 90° los estimados se comportan de manera similar, aunque llegan a crecer hasta casi el doble de la varianza de la muestra.

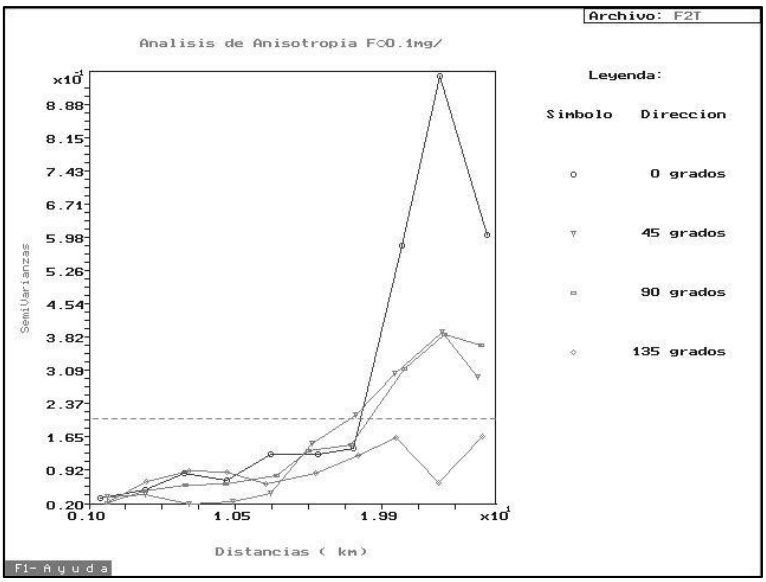


Figura 16. Variograma direccional de datos F sin valor atípico.

Finalmente, la figura 17 muestra los gráficos correspondientes a las proyecciones en los ejes X e Y de la variable F si el valor atípico. Análogo al caso de LI, se manifiesta una disposición "inclinada" de los datos con pendiente negativa, lo cual podría estar influyendo también en la estimación del variograma.

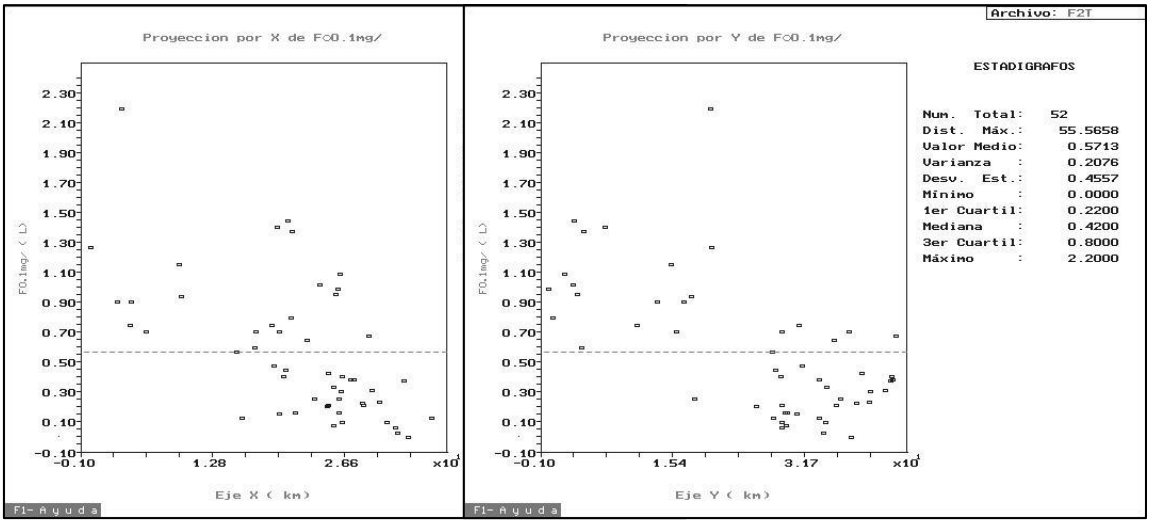


Figura 17. Proyecciones en ejes X e Y de datos F sin valor atípico.

Los modelos de variogramas para ambas variables (F y LI) no son totalmente satisfactorios, pues no describen completamente los fenómenos expresados por los mismos. Recordemos que una vez eliminados los valores atípicos, los ajustes lineales propuestos por el programa estadístico generaron índices AIC negativos, lográndose mejor ajuste para los datos de LI (-599.56) respecto a los de F (-180.43). Sin embargo, en ambos casos se observó que los variogramas presentaron comportamientos anómalos (semihiperbólicos), y no acotados por la varianza. Lo anterior nos permite concluir que es necesario estimar los residuos para establecer la posibilidad de expresar dichos fenómenos de la forma: Z(x)=m(x)+R(x).

## 4. <u>ANÁLISIS DE RESIDUOS</u>

Inicialmente se manejará la tendencia como un polinomio de primer grado. El objetivo es considerar los residuos como estacionarios, para ello es necesario que el variograma adireccional de los mismos posea un comportamiento característico de una distribución normal.

### 4.1. LITIO

Los 52 datos de LI se ajustaron a un polinomio de grado 1. Cuyos coeficientes resultaron: 1-) 1.7336362614E-01, 2-) 1.1959557835E-03 y 3-) 2.8832165125E-03. La figura 18 muestra el gráfico de distribución de los residuos correspondientes al ajuste, con el respectivo histograma de frecuencias y estadígrafos.

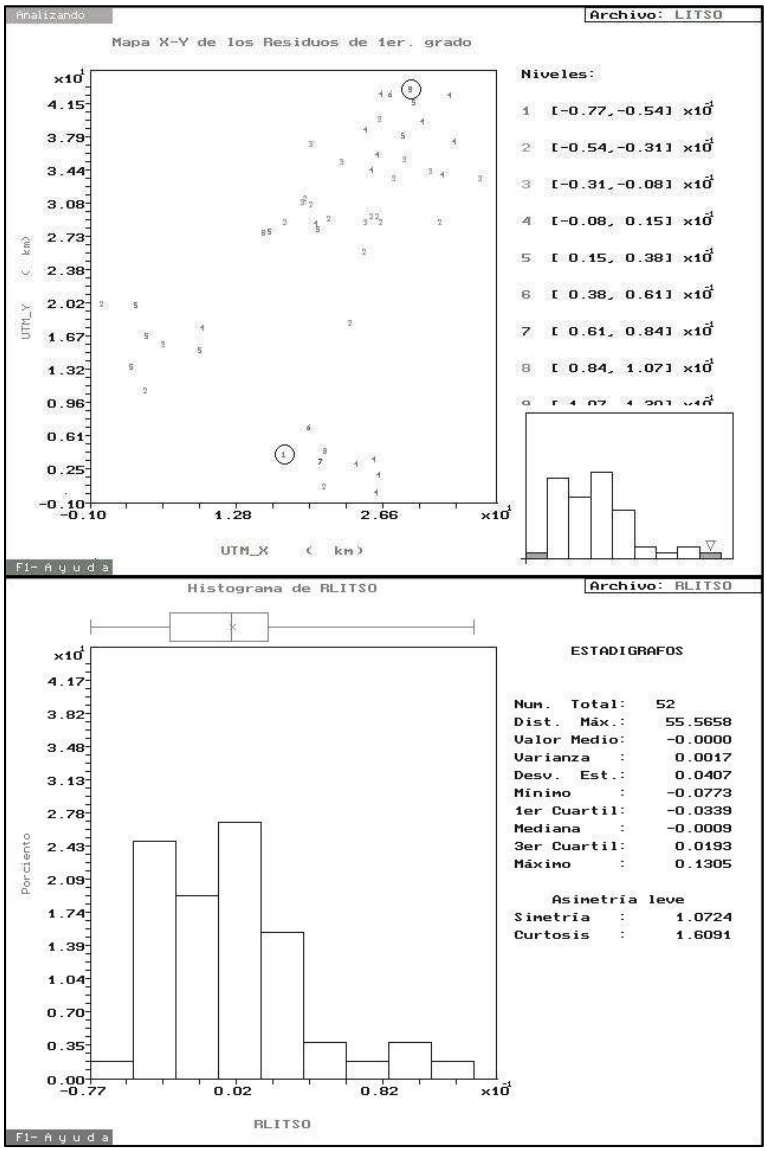


Figura 18. Distribución espacial, Histograma y estadígrafos de datos LI (si valor atípico)

En la figura 18 se aprecia que la distribución de los residuos y aunque presenta asimetría leve, es bastante más homogénea y normal que la distribución de los datos LI sin valor atípico. Los valores mínimos y máximos se ubican en zonas extremas. La mediana está muy cerca del valor medio, y ambos datos están próximos a cero, que es lo ideal. Con estos datos se procedió a estimar el variograma, mostrado en la figura 19 (izquierda). *Ver anexos*. La tabla 6 presenta los correspondientes modelos de ajuste automático, donde resalta el lineal como el de menor AIC. Sin embargo, mediante prueba y error se obtuvo un mejor ajuste, esférico, cuyo modelo se aprecia también el la figura 19 (derecha).

```
Archivo  de  datos   : RLITSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: RLITSO    [ g/L   ]

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS
-------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
-------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.00075      0.00091      9.94516   -670.02999
Exponencial      0.00075      0.00091      9.94516   -660.37944
Esférico         0.00051      0.00120     11.00736   -681.47034
Lineal           0.00095      0.00073     11.86502   -694.96840
-------------------------------------------------------------
```

Tabla 6. Modelos de ajuste automático del variograma para los residuos de 1er grado de la variable LI sin valor atípico

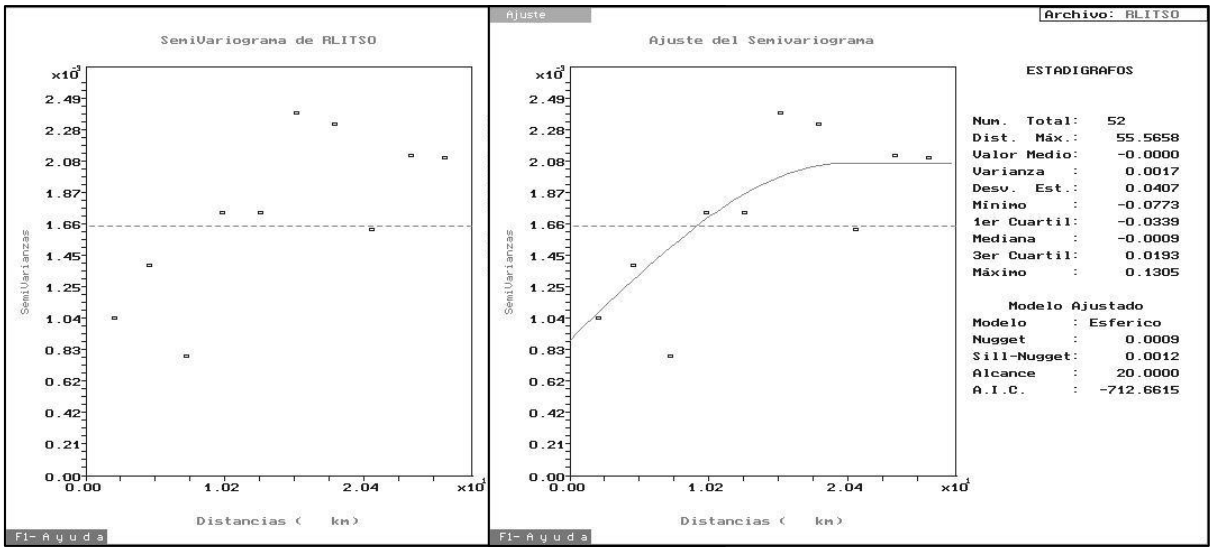


Figura 19. Variograma y modelo ajustado (prueba y error) de los residuos de 1er grado de la variable LI sin valor atípico.

A pesar de que el modelo de variograma generado a partir del ajuste visual (figura 19) no se encuentra acotado por la varianza de los residuos, resulta bastante aceptable y aparentemente suficiente para generar un estimado del fenómeno expresado por la variable LI de la forma Z(x)=m(x)+R(x). Sólo resta realizar la respectiva validación cruzada del modelo de variograma en procura de establecer conclusiones basadas en el análisis de las diferencias (Z-Z*).

### 4.2. FLUORURO

Igual que para el caso de LI, los 52 datos de F se ajustaron a un polinomio de grado 1. Los coeficientes resultantes fueron: 1-) 1.4464698763E+00, 2-) -2.1351666626E-02 y 3) 1.6283711831E-02. La figura 20 muestra el gráfico de distribución de los residuos correspondientes al ajuste, con el respectivo histograma de frecuencias y estadígrafos.

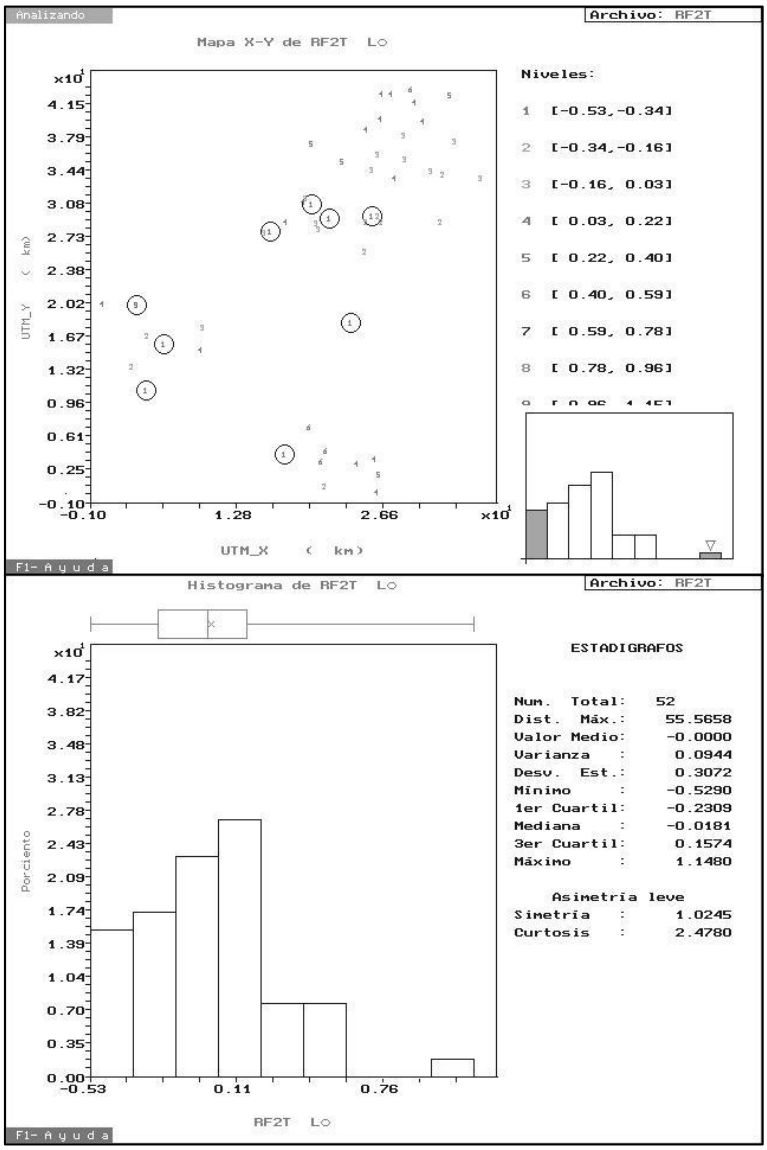


Figura 20. Distribución espacial, Histograma y estadígrafos de datos F (si valor atípico)

La distribución de los residuos de F posee asimetría leve, quizás propiciada por el valor atípico remanente que no fue eliminado de los datos F y que sigue manifestándose aquí.

En este caso los valores mínimos se hayan dispersos en el área, mientras que el máximo coincide con la posición del valor atípico, al costado izquierdo central del gráfico X-Y. La mediana está muy cerca del valor medio, y ambos datos están próximos a cero. Con estos datos se procedió a estimar el variograma, mostrado en la figura 21 (izquierda). *Ver anexos*. La tabla 7 presenta los correspondientes modelos de ajuste automático, donde resalta el gaussiano como el de menor AIC, cuyo modelo se aprecia también el la figura 21 (derecha). Se trató de encontrar un mejor ajuste de modelo esférico, sin consecuencias importantes.

```
Archivo  de  datos   : RF2T.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: RF2T  L       []

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS
-------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
-------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.03905      0.11670     15.64705   -294.71378
Exponencial      0.02164      0.07273     15.80419   -184.69781
Esférico         0.01280      0.09992     18.43043   -249.96571
Lineal           0.02757      1.44136    287.66054   -275.58885
-------------------------------------------------------------
```

Tabla 7. Modelos de ajuste automático del variograma para los residuos de 1er grado de la variable F sin valor atípico principal

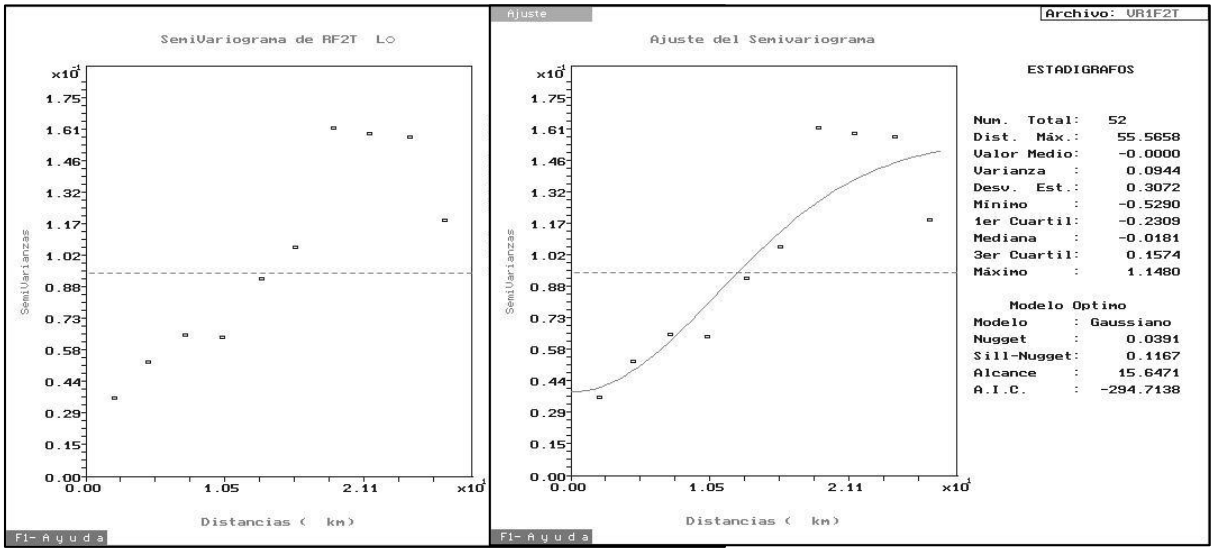


Figura 21. Variograma y modelo ajustado de los residuos de 1er grado de la variable F sin valor atípico.

Es notable que el modelo de variograma producto del ajuste automático (figura 21) no se encuentra acotado por la varianza de los residuos, de hecho es relativamente grande la diferencia Sill-varianza. De manera que en un intento por mejorar éste estimado, se decidió eliminar los dos valores atípicos distribucionales reportados inicialmente por el programa estadístico y calcular nuevamente los residuos de primer grado. Los nuevos coeficientes resultantes fueron: 1-) 1.2988220649E+00, 2-) 2 -1.4112985050E-02 y 3-) -1.7604455016E-02. La figura 22 muestra el gráfico de distribución de estos residuos, con el respectivo histograma de frecuencias y estadígrafos.

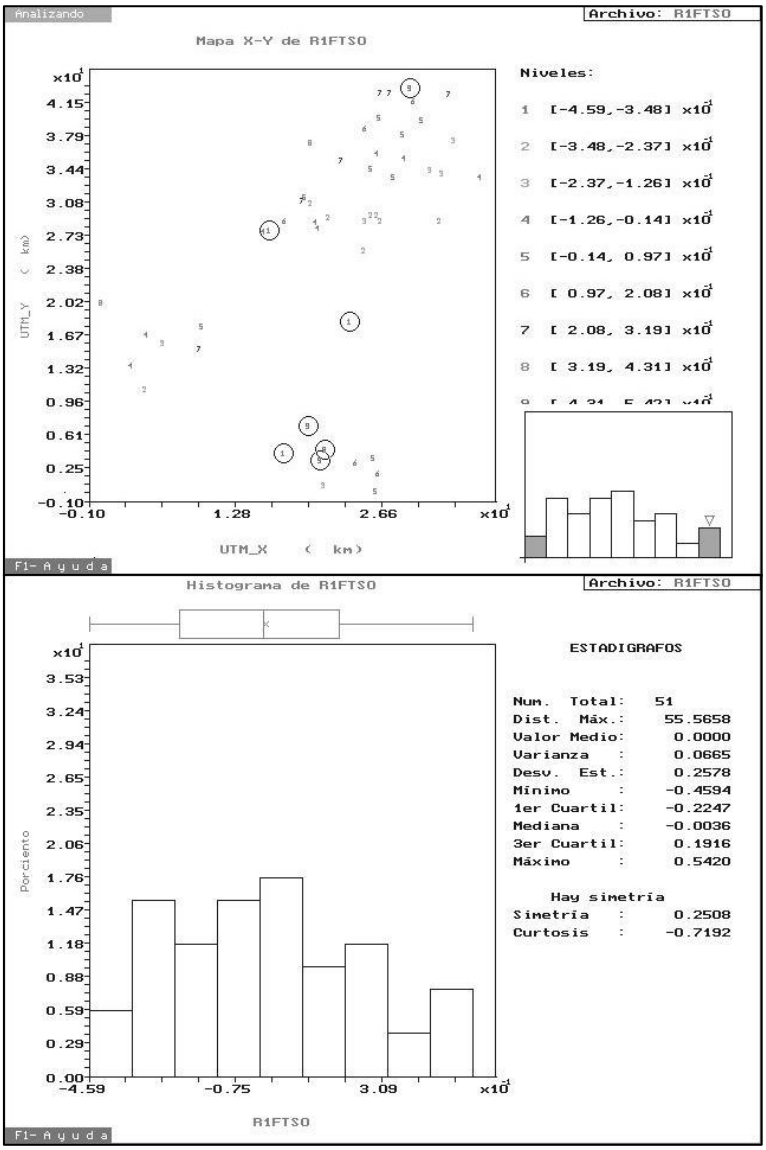


Figura 22. Distribución espacial, Histograma y estadígrafos de datos F (si valores atípicos)

Es evidente que esta distribución posee un comportamiento normal. La mediana disminuyó en un orden de magnitud y la varianza también mejoró notablemente. El variograma de estos residuos se presenta en la figura 23 (izquierda). *Ver anexos*. La tabla 8 muestra los correspondientes modelos de ajuste automático, donde resalta el esférico como el de menor AIC. A través de la prueba y error, se mejoró ligeramente éste ajuste. Las características finales del modelo de variograma se aprecian en la figura 23 (derecha). Este ajuste resulta más aceptable y aparentemente suficiente para generar un estimado del fenómeno expresado por la variable F de la forma Z(x)=m(x)+R(x). Sólo resta realizar la respectiva validación cruzada y el análisis de las diferencias (Z-Z*).

```
Archivo  de  datos   : R1FTSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: R1FTSO    [L]

AJUSTE DE LOS MODELOS POR MINIMOS CUADRADOS PONDERADOS
-------------------------------------------------------------
Modelo         Nugget     Sill-Nugget    Alcance      A.I.C.
-------------------------------------------------------------
Gaussiano        0.02796      0.06040     18.79105   -265.76757
Exponencial      0.02181      0.04465     13.21081   -240.02475
Esférico         0.00828      0.07219     15.28372   -332.74120
Lineal           0.02911   1192.71144 372748.28504   -308.52780
-------------------------------------------------------------
```

Tabla 8. Modelos de ajuste automático del variograma para los residuos de 1er grado de la variable F sin valores atípicos.

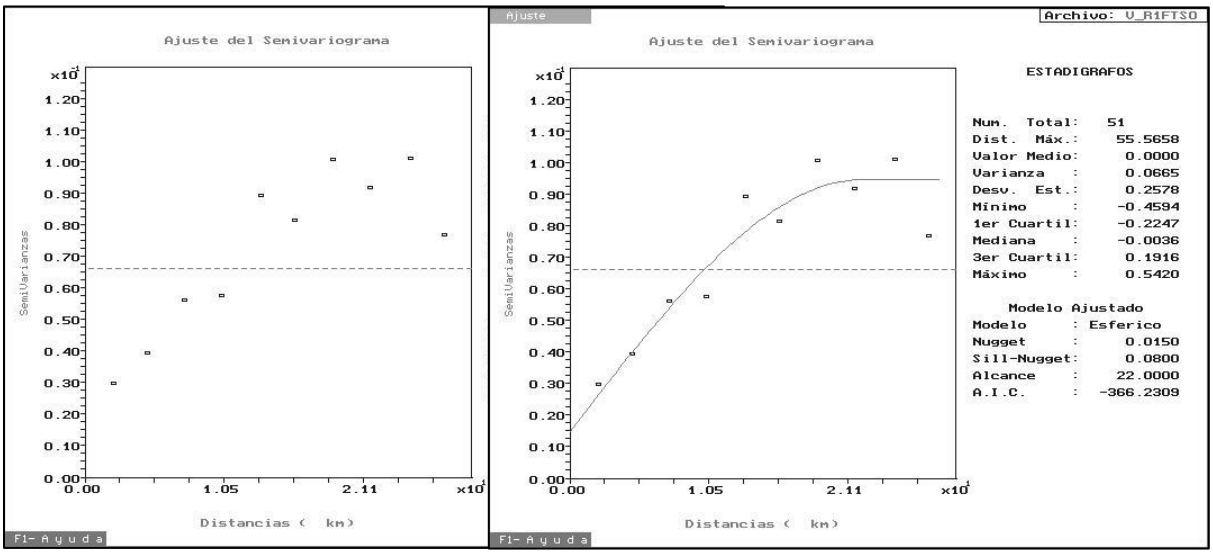


Figura 23. Variograma y modelo ajustado de los residuos de 1er grado de la variable F sin valores atípicos.

## 5. VALIDACIÓN CRUZADA – ANÁLISIS DE DIFERENCIAS (Z-Z*)

Para realizar la validación cruzada se utiliza el método de "dejar uno fuera" propuesto en la "receta práctica del análisis estructural". Para ello es necesario incluir los parámetros de ajuste del modelo de variograma de cada variable definidos en el apartado anterior. El resultado de la estimación por Kriging es un mapa de las diferencias entre el valor estimado y el valor real (Z-Z*)

### 5.1. LITIO

Recordemos que el modelo de variograma de los residuos de LI sin valor atípico es: Esférico, N=0.0009, S-N=0.0012 y A=20. El computo para esta variable generó el mapa de errores Z-Z* mostrado en la figura 24. *Ver anexos*. El histograma de la esquina inferior derecha evidencia una distribución normal. El **Valor Medio de Z-Z*=-4.97E-03** y la **Varianza de Z-Z*=1.49E-03**. La teoría dice que el valor medio de Z-Z* debe ser cercano a cero y la varianza debe ser pequeña. De manera que con el modelo de variograma ajustado para los residuos de LI se estarían cumpliendo los postulados.

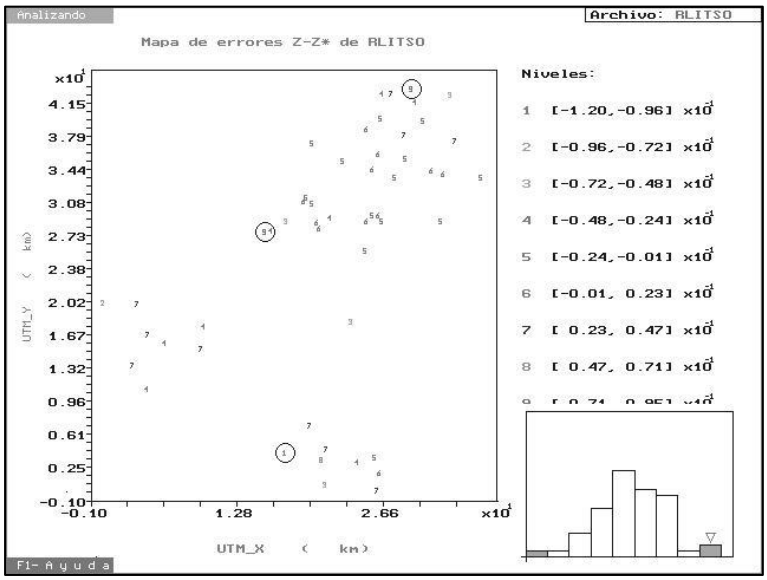


Figura 24. Mapa de errores de Z-Z* para los residuos de LI sin valor atípico.

### 5.2. FLUORURO

El modelo de variograma de los residuos de F sin valores atípicos es: Esférico, N=0.015, S-N=0.08 y A=22. El computo para esta variable generó el mapa de errores Z-Z* mostrado en la figura 25. *Ver anexos*. La distribución de los errores no resultó tan normal como para el caso anterior, sin embargo es bastante aceptable. El **Valor Medio de Z-Z*=-5.92E-04** y la **Varianza de Z-Z*=5.07E-02**. De acuerdo a la teoría, el modelo de variograma ajustado para los residuos de F, se estaría comportando de forma similar al caso de LI, pues si bien el valor medio está cercano a cero, la varianza es también pequeña.

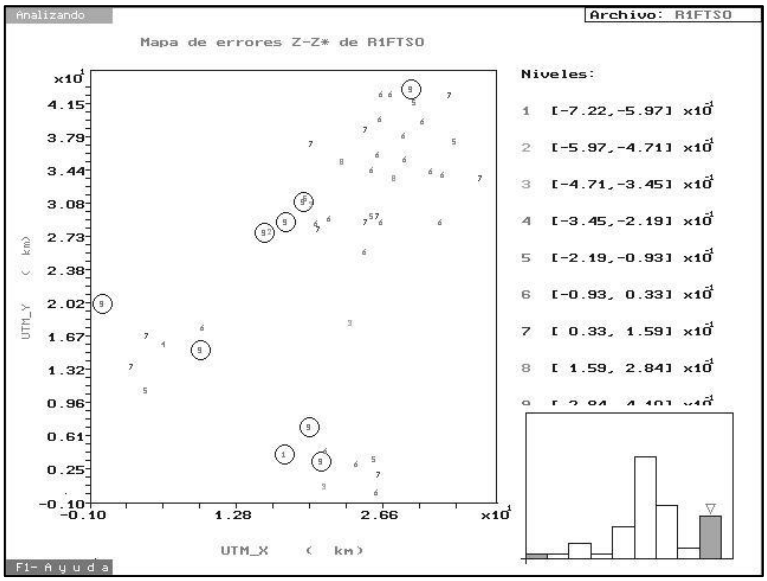


Figura 25. Mapa de errores de Z-Z* para los residuos de F sin valores atípicos.

## 6. <u>CONCLUSIONES</u>

Se realizó el análisis estructural del par de variables F y LI asociadas a pozos de agua potable de la Ciudad de León, Guanajuato. El AED y el análisis de estacionaridad nos condujeron a eliminar los valores atípicos que enmascaraban el comportamiento del resto de los datos. Se estimaron los modelos de variograma de los residuos, pues en ambos casos se evidenció la presencia de tendencia. No existieron suficientes argumentos para sostener la hipótesis de anisotropía, debido a la cantidad de datos y a su distribución espacial. Finalmente se hizo la validación cruzada de dichos modelos, cumpliéndose los criterios teóricos que soportan la misma.

## ANEXOS

### Estimación de Variograma – Variable LI

```
Archivo  de  datos   : LIT.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: LI    0.01m  [ g/L   ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [ km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [ km]

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.4671911664E+00      80   1.2064562500E-03
 2   5.2588412180E+00     156   1.1935320513E-03
 3   8.2438035164E+00     147   8.8665306122E-04
 4   1.1187875401E+01     115   6.1308434783E-03
 5   1.4347726916E+01     122   1.1065766393E-02
 6   1.7544343826E+01      92   2.0906527174E-02
 7   2.0711518616E+01      85   4.8558541176E-02
 8   2.3885700679E+01     106   5.4930985849E-02
 9   2.6770674702E+01     118   3.2945457627E-02
10   2.9855807785E+01      98   2.8342637755E-02
----------------------------------------------------


ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES


Direccion =   0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.5283946780E+00      27   1.5003148148E-03
 2   5.3867977749E+00      53   1.4354528302E-03
 3   8.2105495211E+00      34   1.1449264706E-03
 4   1.1216678732E+01      22   2.7343931818E-02
 5   1.4372776855E+01      17   6.6264470588E-02
 6   1.7211394190E+01      15   3.9556166667E-02
 7   2.0941599680E+01      13   2.1496400000E-01
 8   2.3364390946E+01      12   2.7315012500E-01
 9   2.6981169365E+01       9   2.9252077778E-01
10   2.9211483335E+01       5   4.4089880000E-01
----------------------------------------------------

Direccion =  45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.3845316299E+00      14   1.0989642857E-03
 2   5.1189697424E+00      36   1.7575555556E-03
 3   8.1880349805E+00      46   5.3027173913E-04
 4   1.1200877534E+01      50   1.2509700000E-03
 5   1.4507088105E+01      66   1.7686515151E-03
 6   1.7670041083E+01      52   3.2036730769E-03
 7   2.0535097627E+01      42   3.6558928572E-03
 8   2.4044225352E+01      39   5.0954230769E-03
 9   2.7041769629E+01      33   2.2114484848E-02
10   2.9899709516E+01      40   4.9686625000E-03
----------------------------------------------------
```

```
Direccion =  90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.3979624219E+00      20   1.4268000000E-03
 2   5.1679602133E+00      40   6.4398750000E-04
 3   8.3856810949E+00      38   1.2455526316E-03
 4   1.0975317019E+01      24   6.9427083334E-04
 5   1.3956412829E+01      32   2.9627968750E-03
 6   1.7241326321E+01      11   1.8954545455E-03
 7   2.1023906481E+01      12   4.9981250000E-03
 8   2.4007315429E+01      36   7.8093055556E-03
 9   2.6645679974E+01      64   7.7650859375E-03
10   2.9927574252E+01      48   7.6916770833E-03
----------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.5139971447E+00      19   6.3613157895E-04
 2   5.3288010623E+00      27   7.8075925926E-04
 3   8.1853428442E+00      29   6.7886206897E-04
 4   1.1388802833E+01      19   1.2773421053E-03
 5   1.4573207393E+01       7   1.7124285714E-03
 6   1.7672285236E+01      14   8.1615500000E-02
 7   2.0748739355E+01      18   6.2189944444E-02
 8   2.3659128237E+01      19   1.0868560526E-01
 9   2.6533931209E+01      12   2.3444583333E-03
10   2.9459960301E+01       5   1.0275000000E-03
----------------------------------------------------
```

## Estimación de Variograma – Variable F

```
Archivo  de  datos   : FT.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: F      0.1mg/  [ L    ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [ km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [ km]

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.4671911664E+00      80   4.9383125000E-02
 2   5.2588412180E+00     156   5.5914423077E-02
 3   8.2438035164E+00     147   5.9966666667E-02
 4   1.1187875401E+01     115   4.5748913043E-01
 5   1.4347726916E+01     122   8.9428893443E-01
 6   1.7544343826E+01      92   1.6771092391E+00
 7   2.0711518616E+01      85   4.0408088235E+00
 8   2.3885700679E+01     106   4.5568754717E+00
 9   2.6770674702E+01     118   2.6112338983E+00
10   2.9855807785E+01      98   2.0880295918E+00
----------------------------------------------------


ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES


Direccion =   0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
```

```
---------------------------------------------------
 1   2.5283946780E+00      27   6.1805555555E-02
 2   5.3867977749E+00      53   5.9966981132E-02
 3   8.2105495211E+00      34   7.7986764706E-02
 4   1.1216678732E+01      22   2.1941113636E+00
 5   1.4372776855E+01      17   5.7446441176E+00
 6   1.7211394190E+01      15   3.2424966667E+00
 7   2.0941599680E+01      13   1.8002365385E+01
 8   2.3364390946E+01      12   2.3214866667E+01
 9   2.6981169365E+01       9   2.5004505556E+01
10   2.9211483335E+01       5   3.3855800000E+01
---------------------------------------------------

Direccion =  45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.3845316299E+00      14   3.1067857143E-02
 2   5.1189697424E+00      36   3.9433333333E-02
 3   8.1880349805E+00      46   2.2708695652E-02
 4   1.1200877534E+01      50   3.4950000000E-02
 5   1.4507088105E+01      66   1.1357651515E-01
 6   1.7670041083E+01      52   2.1142019231E-01
 7   2.0535097627E+01      42   2.8932619048E-01
 8   2.4044225352E+01      39   3.6252820513E-01
 9   2.7041769629E+01      33   1.7764621212E+00
10   2.9899709516E+01      40   4.8943375000E-01
---------------------------------------------------

Direccion =  90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.3979624219E+00      20   6.7557500000E-02
 2   5.1679602133E+00      40   4.8638750000E-02
 3   8.3856810949E+00      38   6.4644736842E-02
 4   1.0975317019E+01      24   4.7297916667E-02
 5   1.3956412829E+01      32   1.0474062500E-01
 6   1.7241326321E+01      11   8.9950000000E-02
 7   2.1023906481E+01      12   3.4840833333E-01
 8   2.4007315429E+01      36   3.9730277778E-01
 9   2.6645679974E+01      64   3.3914531250E-01
10   2.9927574252E+01      48   2.9651458333E-01
---------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  3.1000000000E+00  km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.5139971447E+00      19   2.6094736842E-02
 2   5.3288010623E+00      27   8.0712962963E-02
 3   8.1853428442E+00      29   9.1808620690E-02
 4   1.1388802833E+01      19   7.6744736842E-02
 5   1.4573207393E+01       7   8.5221428571E-02
 6   1.7672285236E+01      14   6.6909500000E+00
 7   2.0748739355E+01      18   5.1725222222E+00
 8   2.3659128237E+01      19   9.2636263158E+00
 9   2.6533931209E+01      12   2.2970833333E-01
10   2.9459960301E+01       5   3.0757000000E-01
---------------------------------------------------
```

## Estimación de Variograma – Variable LI sin valor atípico

```
Archivo  de  datos   : LITSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: LI    0.01m  [  g/L  ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [  km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [  km]

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.1018551134E+00      58   1.0325862069E-03
 2   4.6070030175E+00     135   1.3936000000E-03
 3   7.2766729624E+00     136   5.9650735294E-04
 4   9.9451590608E+00     120   1.4939000000E-03
 5   1.2712661096E+01      97   1.4404742268E-03
 6   1.5304826542E+01      94   2.3622606383E-03
 7   1.8074160994E+01      72   3.1700208333E-03
 8   2.0769389221E+01      69   3.5987173913E-03
 9   2.3615006811E+01      79   5.2153101266E-03
10   2.6084173112E+01     101   6.2951534653E-03
----------------------------------------------------


ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES


Direccion =   0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   1.7102413730E+00      14   1.2612857143E-03
 2   4.5921857375E+00      51   1.6275882353E-03
 3   7.0962769794E+00      36   6.2613888889E-04
 4   9.8057355318E+00      25   2.9444400000E-03
 5   1.2656711714E+01      17   4.6717647059E-04
 6   1.5648372357E+01      13   2.0842692308E-03
 7   1.7921807866E+01       8   3.5536250000E-03
 8   2.1025536572E+01       8   4.3100625000E-03
 9   2.3463845687E+01       5   3.5119000000E-03
10   2.6487247909E+01       4   9.3887500000E-04
----------------------------------------------------

Direccion =  45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.1912925862E+00      12   1.2679583333E-03
 2   4.6281859486E+00      29   1.9200862069E-03
 3   7.4105133522E+00      40   4.5845000000E-04
 4   1.0194610969E+01      45   1.2731111111E-03
 5   1.2660891359E+01      40   1.4178625000E-03
 6   1.5267839298E+01      57   2.1102456140E-03
 7   1.8120764479E+01      45   2.8841555556E-03
 8   2.0626347874E+01      37   4.0062702703E-03
 9   2.3598757344E+01      29   4.8472758621E-03
10   2.5876690484E+01      29   5.4300172414E-03
----------------------------------------------------

Direccion =  90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
```

```
---------------------------------------------------
 1   2.2037020079E+00      17   1.2278235294E-03
 2   4.5370439310E+00      31   9.0791935484E-04
 3   7.1983138596E+00      32   6.5701562500E-04
 4   9.7814458106E+00      34   1.1027205882E-03
 5   1.2994134783E+01      27   1.9184629630E-03
 6   1.5041107085E+01      16   3.7054375000E-03
 7   1.7763798659E+01       9   2.8711111111E-03
 8   2.1171617033E+01      11   4.4968181818E-03
 9   2.3760990590E+01      29   8.0479655173E-03
10   2.6145137992E+01      57   7.8373771930E-03
---------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.2803848124E+00      15   4.0956666667E-04
 2   4.7032575162E+00      24   8.8754166666E-04
 3   7.4069633582E+00      28   6.8648214286E-04
 4   9.8093154889E+00      16   6.7965625000E-04
 5   1.2360517977E+01      13   1.7900769231E-03
 6   1.5537537617E+01       8   1.9232500000E-03
 7   1.8265653919E+01      10   4.4185500000E-03
 8   2.0678531153E+01      13   1.2410769231E-03
 9   2.3427101223E+01      16   1.2805000000E-03
10   2.6168691193E+01      11   2.5321818182E-03
---------------------------------------------------
```

## Estimación de Variograma – Variable F sin valor atípico

```
Archivo  de  datos   : F2T.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: F      0.1mg/  [ L    ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [ km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [ km]

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00  km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.1018551134E+00      58   2.9735344827E-02
 2   4.6070030175E+00     135   5.2550370371E-02
 3   7.2766729624E+00     136   6.3933088235E-02
 4   9.9451590608E+00     120   5.5017500000E-02
 5   1.2712661096E+01      97   7.2558247423E-02
 6   1.5304826542E+01      94   1.4084308511E-01
 7   1.8074160994E+01      72   1.8570694444E-01
 8   2.0769389221E+01      69   3.1282028985E-01
 9   2.3615006811E+01      79   3.6196898734E-01
10   2.6084173112E+01     101   3.3448019802E-01
---------------------------------------------------


ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES


Direccion =   0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00  km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   1.7102413730E+00      14   3.5010714286E-02
 2   4.5921857375E+00      51   5.3260784314E-02
 3   7.0962769794E+00      36   8.7748611111E-02
```

```
 4   9.8057355318E+00      25   7.2166000000E-02
 5   1.2656711714E+01      17   1.2903529412E-01
 6   1.5648372357E+01      13   1.3021153846E-01
 7   1.7921807866E+01       8   1.4339375000E-01
 8   2.1025536572E+01       8   5.8282500000E-01
 9   2.3463845687E+01       5   9.5102000000E-01
10   2.6487247909E+01       4   6.0652500000E-01
----------------------------------------------------

Direccion =  45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.1912925862E+00      12   3.5741666667E-02
 2   4.6281859486E+00      29   4.0701724138E-02
 3   7.4105133522E+00      40   2.2361250000E-02
 4   1.0194610969E+01      45   2.5691111111E-02
 5   1.2660891359E+01      40   4.4045000000E-02
 6   1.5267839298E+01      57   1.5152280702E-01
 7   1.8120764479E+01      45   2.1338222222E-01
 8   2.0626347874E+01      37   3.0582702703E-01
 9   2.3598757344E+01      29   3.9540862069E-01
10   2.5876690484E+01      29   2.9735172414E-01
----------------------------------------------------

Direccion =  90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.2037020079E+00      17   2.4814705882E-02
 2   4.5370439310E+00      31   4.9009677419E-02
 3   7.1983138596E+00      32   6.3656250000E-02
 4   9.7814458106E+00      34   6.3958823529E-02
 5   1.2994134783E+01      27   8.2700000000E-02
 6   1.5041107085E+01      16   1.3800625000E-01
 7   1.7763798659E+01       9   1.5063888889E-01
 8   2.1171617033E+01      11   3.1462727273E-01
 9   2.3760990590E+01      29   3.8928275862E-01
10   2.6145137992E+01      57   3.6630614035E-01
----------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00  km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.2803848124E+00      15   2.5583333333E-02
 2   4.7032575162E+00      24   6.9931250000E-02
 3   7.4069633582E+00      28   9.3017857143E-02
 4   9.8093154889E+00      16   9.1703125000E-02
 5   1.2360517977E+01      13   6.5373076923E-02
 6   1.5537537617E+01       8   8.7700000000E-02
 7   1.8265653919E+01      10   1.2658000000E-01
 8   2.0678531153E+01      13   1.6503846154E-01
 9   2.3427101223E+01      16   6.7775000000E-02
10   2.6168691193E+01      11   1.6852272727E-01
----------------------------------------------------
```

## Estimación de Variograma –Residuos de LI sin valor atípico

```
Archivo  de  datos   : RLITSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: RLITSO    [ g/L      ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [   km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [   km]
```

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion = 0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo = 2.7000000000E+00 km

| Nlag | Intervalos (Lags) | Npares | Semivarianzas |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.1018551134E+00 | 58 | 1.0445050715E-03 |
| 2 | 4.6070030175E+00 | 135 | 1.3975481540E-03 |
| 3 | 7.2766729624E+00 | 136 | 7.9295797159E-04 |
| 4 | 9.9451590608E+00 | 120 | 1.7421974034E-03 |
| 5 | 1.2712661096E+01 | 97 | 1.7413746782E-03 |
| 6 | 1.5304826542E+01 | 94 | 2.4028578676E-03 |
| 7 | 1.8074160994E+01 | 72 | 2.3270554922E-03 |
| 8 | 2.0769389221E+01 | 69 | 1.6279879238E-03 |
| 9 | 2.3615006811E+01 | 79 | 2.1195428880E-03 |
| 10 | 2.6084173112E+01 | 101 | 2.1074909044E-03 |

ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES

Direccion = 0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo = 2.7000000000E+00 km

| Nlag | Intervalos (Lags) | Npares | Semivarianzas |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.7102413730E+00 | 14 | 1.3211842047E-03 |
| 2 | 4.5921857375E+00 | 51 | 1.5278579026E-03 |
| 3 | 7.0962769794E+00 | 36 | 5.7718395879E-04 |
| 4 | 9.8057355318E+00 | 25 | 2.4241112691E-03 |
| 5 | 1.2656711714E+01 | 17 | 4.0048207111E-04 |
| 6 | 1.5648372357E+01 | 13 | 1.4947447705E-03 |
| 7 | 1.7921807866E+01 | 8 | 2.3360904315E-03 |
| 8 | 2.1025536572E+01 | 8 | 2.2854487153E-03 |
| 9 | 2.3463845687E+01 | 5 | 1.4330940666E-03 |
| 10 | 2.6487247909E+01 | 4 | 6.9681591133E-05 |

Direccion = 45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo = 2.7000000000E+00 km

| Nlag | Intervalos (Lags) | Npares | Semivarianzas |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.1912925862E+00 | 12 | 1.1600870962E-03 |
| 2 | 4.6281859486E+00 | 29 | 1.8381957821E-03 |
| 3 | 7.4105133522E+00 | 40 | 8.2601851207E-04 |
| 4 | 1.0194610969E+01 | 45 | 1.4913065298E-03 |
| 5 | 1.2660891359E+01 | 40 | 1.2020141188E-03 |
| 6 | 1.5267839298E+01 | 57 | 2.2131085213E-03 |
| 7 | 1.8120764479E+01 | 45 | 1.8193718077E-03 |
| 8 | 2.0626347874E+01 | 37 | 1.4941863261E-03 |
| 9 | 2.3598757344E+01 | 29 | 1.0219261275E-03 |
| 10 | 2.5876690484E+01 | 29 | 9.8924547040E-04 |

Direccion = 90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo = 2.7000000000E+00 km

| Nlag | Intervalos (Lags) | Npares | Semivarianzas |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.2037020079E+00 | 17 | 1.2959683801E-03 |
| 2 | 4.5370439310E+00 | 31 | 1.1274935211E-03 |
| 3 | 7.1983138596E+00 | 32 | 9.9909757094E-04 |
| 4 | 9.7814458106E+00 | 34 | 1.9686510508E-03 |
| 5 | 1.2994134783E+01 | 27 | 2.9876931702E-03 |
| 6 | 1.5041107085E+01 | 16 | 4.1503109667E-03 |
| 7 | 1.7763798659E+01 | 9 | 3.0758023646E-03 |
| 8 | 2.1171617033E+01 | 11 | 2.0166009191E-03 |
| 9 | 2.3760990590E+01 | 29 | 3.9452129385E-03 |

```
10   2.6145137992E+01      57   2.7434871893E-03
---------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.7000000000E+00    km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.2803848124E+00      15   4.0881384443E-04
 2   4.7032575162E+00      24   9.3701128844E-04
 3   7.4069633582E+00      28   7.8756424525E-04
 4   9.8093154889E+00      16   9.0112356943E-04
 5   1.2360517977E+01      13   2.5659129412E-03
 6   1.5537537617E+01       8   1.7355995449E-03
 7   1.8265653919E+01      10   3.9305319362E-03
 8   2.0678531153E+01      13   1.2753902190E-03
 9   2.3427101223E+01      16   1.0144615568E-03
10   2.6168691193E+01      11   2.5009969589E-03
---------------------------------------------------
```

## Estimación de Variograma –Residuos de F sin valor atípico

```
Archivo  de  datos   : RF2T.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: RF2T  L         []
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [  km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [  km]

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.1933645862E+00      63   3.6488600789E-02
 2   4.7066804613E+00     135   5.3499630223E-02
 3   7.4523451486E+00     144   6.5690481046E-02
 4   1.0300123371E+01     125   6.5057739221E-02
 5   1.3221147288E+01      97   9.1888635348E-02
 6   1.5804186382E+01      92   1.0666921605E-01
 7   1.8652618488E+01      70   1.6183467597E-01
 8   2.1387185489E+01      73   1.5892759934E-01
 9   2.4399141896E+01      94   1.5742102682E-01
10   2.7038183408E+01     107   1.1914913661E-01
---------------------------------------------------


ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   1.9825351194E+00      17   5.8206084226E-02
 2   4.7271007418E+00      50   4.0391928926E-02
 3   7.2889446424E+00      37   6.4285678264E-02
 4   1.0146372983E+01      25   3.9635574629E-02
 5   1.2991710478E+01      15   5.1810868049E-02
 6   1.5935847258E+01      14   6.1348711703E-02
 7   1.8222614142E+01       6   1.1765502329E-01
 8   2.1197218757E+01       9   3.0194223591E-01
 9   2.4001546466E+01       5   4.9851204576E-01
10   2.7072386589E+01       4   9.6183455295E-02
---------------------------------------------------

Direccion =  45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
```

```
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.1912925862E+00      12   3.2576593940E-02
 2   4.7111425797E+00      31   5.6068493549E-02
 3   7.6038653081E+00      42   3.0755339525E-02
 4   1.0560073932E+01      50   4.0898355156E-02
 5   1.3337272294E+01      43   6.7195615859E-02
 6   1.5804941439E+01      55   1.0900560149E-01
 7   1.8753850692E+01      46   1.6881865000E-01
 8   2.1254401827E+01      32   9.2994796588E-02
 9   2.4385416449E+01      37   1.1841770740E-01
10   2.7307401481E+01      32   1.0944915959E-01
----------------------------------------------------

Direccion =  90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.2037020079E+00      17   2.6380525623E-02
 2   4.5824337304E+00      32   6.1141184988E-02
 3   7.4460943538E+00      36   9.6029258991E-02
 4   1.0143055295E+01      33   1.0506470517E-01
 5   1.3435669681E+01      28   1.6096863863E-01
 6   1.5733343655E+01      14   1.5301564183E-01
 7   1.8351343712E+01       7   1.6531301888E-01
 8   2.1866527964E+01      17   1.9464122005E-01
 9   2.4616865592E+01      38   1.7056232831E-01
10   2.6966663206E+01      60   1.0720822159E-01
----------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.3953192196E+00      17   2.7640609116E-02
 2   4.8347057200E+00      22   6.8555109735E-02
 3   7.4491382742E+00      29   8.0416606591E-02
 4   1.0066563266E+01      17   9.5839706383E-02
 5   1.2534015462E+01      11   6.7227385866E-02
 6   1.5704966137E+01       9   9.0795427203E-02
 7   1.8655551958E+01      11   1.5451346785E-01
 8   2.1241182536E+01      15   1.7330002647E-01
 9   2.3986450341E+01      14   1.0301376023E-01
10   2.6632676227E+01      11   2.2085067214E-01
----------------------------------------------------
```

## Estimación de Variograma –Residuos de F sin valores atípicos

```
Archivo  de  datos   : R1FTSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: R1FTSO    [L  ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [  km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [  km]

ESTIMACION EN UNA SOLA DIRECCION

Direccion =   0 grados, Tolerancia = 90.0 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
----------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
----------------------------------------------------
 1   2.1757084062E+00      62   3.0041185291E-02
 2   4.7145918152E+00     133   3.9649930129E-02
 3   7.4627309267E+00     141   5.6349348591E-02
 4   1.0309662674E+01     124   5.7959531948E-02
 5   1.3210810622E+01      96   8.9412489734E-02
 6   1.5809333818E+01      90   8.1599005171E-02
 7   1.8614493810E+01      65   1.0081983496E-01
```

```
 8   2.1425363574E+01      68   9.2196317807E-02
 9   2.4436382913E+01      86   1.0120471819E-01
10   2.7027106599E+01     100   7.7273137608E-02
---------------------------------------------------


ESTIMACION EN CUATRO DIRECCIONES PREFERENCIALES


Direccion =   0 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   1.9009405801E+00      16   3.1652977194E-02
 2   4.7271007418E+00      50   4.0995265674E-02
 3   7.3077119020E+00      36   5.4465768521E-02
 4   1.0146372983E+01      25   4.5504923495E-02
 5   1.2991710478E+01      15   7.5629571303E-02
 6   1.5935847258E+01      14   5.9098717666E-02
 7   1.8222614142E+01       6   1.0015908982E-01
 8   2.1219832129E+01       7   5.0220814268E-02
 9   2.4093492666E+01       3   1.8847415145E-01
10   2.7072386589E+01       4   1.8658187360E-01
---------------------------------------------------

Direccion =  45 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.1912925862E+00      12   3.2721831666E-02
 2   4.7111425797E+00      31   5.2676492425E-02
 3   7.6038653081E+00      42   2.7510529849E-02
 4   1.0560073932E+01      50   3.5144693640E-02
 5   1.3316410510E+01      42   4.4327666340E-02
 6   1.5813710861E+01      53   6.8712807915E-02
 7   1.8705754519E+01      41   8.4565456724E-02
 8   2.1286874581E+01      31   6.5135244331E-02
 9   2.4412147460E+01      33   4.5896823696E-02
10   2.7282815491E+01      28   4.0240597551E-02
---------------------------------------------------

Direccion =  90 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.2037020079E+00      17   2.6746534161E-02
 2   4.6183307892E+00      31   3.6143205217E-02
 3   7.4699495509E+00      35   7.3302106488E-02
 4   1.0175111714E+01      32   7.3076462603E-02
 5   1.3435669681E+01      28   1.6607949548E-01
 6   1.5733343655E+01      14   1.5084191039E-01
 7   1.8351343712E+01       7   1.6761518302E-01
 8   2.1866527964E+01      17   1.8586828780E-01
 9   2.4616865592E+01      38   1.5885555342E-01
10   2.6966663206E+01      60   9.5155607773E-02
---------------------------------------------------

Direccion = 135 grados, Tolerancia = 22.5 grados
Longitud del intervalo =  2.8000000000E+00   km
---------------------------------------------------
Nlag Intervalos (Lags)  Npares    Semivarianzas
---------------------------------------------------
 1   2.3953192196E+00      17   2.9926634837E-02
 2   4.8319999953E+00      21   2.2393656978E-02
 3   7.4413162485E+00      28   8.0838375135E-02
 4   1.0066563266E+01      17   1.1492219934E-01
 5   1.2534015462E+01      11   8.5197053202E-02
 6   1.5704966137E+01       9   8.4773650347E-02
```

```
 7   1.8655551958E+01      11   1.1925861149E-01
 8   2.1289370058E+01      13   5.6834649549E-02
 9   2.4017224486E+01      12   4.8923091515E-02
10   2.6562810927E+01       8   1.8114133575E-02
-----------------------------------------------------
```

## Validación Cruzada – Residuos de LI sin valor atípico

```
Archivo  de  datos   : RLITSO.gsd
Tipo de variable     : 2-D
Nombre de la variable: RLITSO    [ g/L    ]
Nombre Coordenada X  : UTM_X     [    km]
Nombre Coordenada Y  : UTM_Y     [    km]

VALIDACION CRUZADA
Radio de búsqueda =  2.0000000000E+01
        Variograma:
Modelo      = Esférico
Nugget      =  9.0000000000E-04
Sill-Nugget =  1.2000000000E-03
Alcance     =  2.0000000000E+01
```

| X | Y | Z | Z* | Desv. Est. | Z-Z* | Zscore | Np |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 20.00 | -0.04670 | 0.03183 | 0.02273 | -0.07852 | -3.45458 | 10 |
| 2.83 | 13.32 | 0.02143 | -0.01791 | 0.01735 | 0.03934 | 2.26706 | 10 |
| 3.29 | 19.92 | 0.03599 | -0.00209 | 0.01828 | 0.03808 | 2.08296 | 10 |
| 4.17 | 10.84 | -0.03411 | 0.00354 | 0.02053 | -0.03765 | -1.83414 | 10 |
| 4.31 | 16.60 | 0.02865 | 0.00096 | 0.01408 | 0.02769 | 1.96617 | 10 |
| 5.79 | 15.71 | -0.01814 | 0.02363 | 0.01409 | -0.04177 | -2.96440 | 10 |
| 9.26 | 15.11 | 0.02129 | -0.01431 | 0.01726 | 0.03559 | 2.06199 | 10 |
| 9.44 | 17.50 | 0.00040 | 0.03284 | 0.01807 | -0.03244 | -1.79591 | 10 |
| 15.25 | 27.59 | 0.09542 | 0.02069 | 0.01005 | 0.07473 | 7.43470 | 10 |
| 15.82 | 27.62 | 0.02318 | 0.06464 | 0.00887 | -0.04146 | -4.67233 | 10 |
| 17.11 | 4.02 | -0.07732 | 0.04247 | 0.02046 | -0.11979 | -5.85437 | 10 |
| 17.19 | 28.69 | -0.04110 | 0.01572 | 0.01340 | -0.05682 | -4.23942 | 10 |
| 18.91 | 30.86 | -0.02177 | -0.03322 | 0.00759 | 0.01145 | 1.50815 | 10 |
| 19.07 | 31.26 | -0.03444 | -0.02453 | 0.00812 | -0.00991 | -1.22055 | 10 |
| 19.48 | 6.88 | 0.04978 | 0.02385 | 0.01907 | 0.02593 | 1.35939 | 10 |
| 19.65 | 30.60 | -0.03263 | -0.02626 | 0.00978 | -0.00637 | -0.65111 | 10 |
| 19.69 | 37.03 | -0.02105 | -0.01127 | 0.02165 | -0.00978 | -0.45172 | 10 |
| 20.09 | 28.61 | 0.01016 | -0.00513 | 0.00946 | 0.01529 | 1.61594 | 10 |
| 20.29 | 27.87 | 0.01925 | 0.00040 | 0.01078 | 0.01885 | 1.74890 | 10 |
| 20.53 | 3.16 | 0.08231 | 0.03294 | 0.01209 | 0.04937 | 4.08388 | 10 |
| 20.87 | 0.52 | -0.04891 | 0.02271 | 0.01855 | -0.07161 | -3.86076 | 10 |
| 20.95 | 4.32 | 0.09415 | 0.06421 | 0.01237 | 0.02994 | 2.41991 | 10 |
| 21.33 | 29.11 | -0.03392 | -0.00479 | 0.01252 | -0.02913 | -2.32721 | 10 |
| 22.59 | 35.11 | -0.00911 | -0.00829 | 0.01600 | -0.00082 | -0.05133 | 10 |
| 23.34 | 17.97 | -0.05164 | 0.00943 | 0.03046 | -0.06107 | -2.00514 | 10 |
| 23.89 | 3.02 | -0.00107 | 0.03026 | 0.01355 | -0.03133 | -2.31180 | 10 |
| 24.63 | 25.58 | -0.03514 | -0.02630 | 0.01896 | -0.00883 | -0.46574 | 10 |
| 24.77 | 28.66 | -0.03111 | -0.04107 | 0.01060 | 0.00996 | 0.93937 | 10 |
| 24.78 | 38.55 | 0.00542 | -0.00752 | 0.01408 | 0.01294 | 0.91926 | 10 |
| 25.29 | 34.23 | -0.00041 | -0.01315 | 0.01319 | 0.01274 | 0.96574 | 10 |
| 25.33 | 29.29 | -0.04262 | -0.03271 | 0.00773 | -0.00991 | -1.28132 | 10 |
| 25.52 | 3.52 | 0.00730 | 0.01252 | 0.01370 | -0.00522 | -0.38084 | 10 |
| 25.80 | 0.00 | 0.01150 | -0.01360 | 0.01712 | 0.02510 | 1.46620 | 9 |
| 25.84 | 29.33 | -0.03389 | -0.04248 | 0.00770 | 0.00859 | 1.11578 | 10 |
| 25.84 | 35.87 | 0.00596 | 0.00092 | 0.01300 | 0.00504 | 0.38732 | 10 |
| 26.00 | 1.90 | 0.01020 | 0.00592 | 0.01275 | 0.00428 | 0.33558 | 9 |
| 26.12 | 39.64 | -0.00882 | 0.01056 | 0.01304 | -0.01939 | -1.48705 | 10 |
| 26.19 | 28.71 | -0.04227 | -0.03545 | 0.01023 | -0.00682 | -0.66682 | 10 |
| 26.20 | 42.25 | 0.00279 | 0.04958 | 0.01139 | -0.04679 | -4.10879 | 10 |
| 27.03 | 42.33 | 0.06002 | 0.03551 | 0.01017 | 0.02451 | 2.41023 | 10 |
| 27.42 | 33.31 | -0.03054 | -0.01654 | 0.01445 | -0.01400 | -0.96867 | 10 |
| 28.27 | 37.84 | 0.02756 | -0.00781 | 0.01377 | 0.03537 | 2.56800 | 10 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28.44 | 35.36 | -0.01840 | -0.00061 | 0.01346 | -0.01779 | -1.32178 | 10 |
| 28.92 | 42.76 | 0.13050 | 0.03578 | 0.01300 | 0.09472 | 7.28841 | 10 |
| 29.35 | 41.40 | 0.02011 | 0.06778 | 0.01203 | -0.04766 | -3.96144 | 10 |
| 30.03 | 39.44 | -0.00073 | 0.01360 | 0.01382 | -0.01433 | -1.03720 | 10 |
| 30.82 | 34.16 | -0.00903 | -0.01232 | 0.01206 | 0.00329 | 0.27327 | 10 |
| 31.76 | 28.71 | -0.03761 | -0.02432 | 0.02300 | -0.01329 | -0.57801 | 10 |
| 31.97 | 33.77 | -0.00776 | -0.01005 | 0.01252 | 0.00229 | 0.18305 | 10 |
| 32.63 | 42.13 | 0.00514 | 0.05724 | 0.02051 | -0.05210 | -2.54075 | 10 |
| 33.03 | 37.27 | 0.01360 | -0.01210 | 0.01777 | 0.02571 | 1.44646 | 10 |
| 35.49 | 33.31 | -0.01188 | -0.00693 | 0.02171 | -0.00494 | -0.22775 | 10 |

Valor Medio de Z-Z* = -4.9758138941E-03
Varianza de Z-Z* = 1.4912174348E-03
Valor Medio de Zscore = -1.5140853111E-01
Varianza de Zscore = 7.0407849613E+00
Porciento de puntos estimados = 100.00%

## Validación Cruzada – Residuos de F sin valores atípicos

Archivo de datos : R1FTSO.gsd
Tipo de variable : 2-D
Nombre de la variable: R1FTSO [L ]
Nombre Coordenada X : UTM_X [ km]
Nombre Coordenada Y : UTM_Y [ km]

VALIDACION CRUZADA
Radio de busqueda = 2.2000000000E+01
Variograma:
Modelo = Esferico
Nugget = 1.5000000000E-02
Sill-Nugget = 8.0000000000E-02
Alcance = 2.2000000000E+01

| X | Y | Z | Z* | Desv. Est. | Z-Z* | Zscore | Np |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 20.00 | 0.32327 | -0.01903 | 0.22566 | 0.34230 | 1.51688 | 10 |
| 2.83 | 13.32 | -0.11443 | -0.18037 | 0.13495 | 0.06594 | 0.48864 | 10 |
| 4.17 | 10.84 | -0.29903 | -0.13918 | 0.15962 | -0.15985 | -1.00141 | 10 |
| 4.31 | 16.60 | -0.03577 | -0.09829 | 0.11547 | 0.06252 | 0.54149 | 10 |
| 5.79 | 15.71 | -0.23056 | 0.00707 | 0.10964 | -0.23764 | -2.16749 | 10 |
| 9.26 | 15.11 | 0.25795 | -0.06690 | 0.13417 | 0.32484 | 2.42108 | 10 |
| 9.44 | 17.50 | 0.08259 | 0.13242 | 0.14177 | -0.04983 | -0.35146 | 10 |
| 15.25 | 27.59 | -0.02791 | -0.43600 | 0.07826 | 0.40809 | 5.21446 | 10 |
| 15.82 | 27.62 | -0.45940 | 0.01220 | 0.06906 | -0.47160 | -6.82880 | 10 |
| 17.11 | 4.02 | -0.38667 | 0.33581 | 0.15870 | -0.72249 | -4.55248 | 10 |
| 17.19 | 28.69 | 0.15878 | -0.16723 | 0.10427 | 0.32601 | 3.12646 | 10 |
| 18.91 | 30.86 | 0.26136 | -0.06213 | 0.05910 | 0.32349 | 5.47342 | 10 |
| 19.07 | 31.26 | 0.00052 | 0.15639 | 0.06319 | -0.15587 | -2.46662 | 10 |
| 19.48 | 6.88 | 0.50731 | 0.09709 | 0.14797 | 0.41022 | 2.77238 | 10 |
| 19.65 | 30.60 | -0.32272 | 0.05844 | 0.07613 | -0.38117 | -5.00679 | 10 |
| 19.69 | 37.03 | 0.34098 | 0.29906 | 0.16842 | 0.04191 | 0.24887 | 10 |
| 20.09 | 28.61 | -0.10158 | -0.12715 | 0.07365 | 0.02558 | 0.34731 | 10 |
| 20.29 | 27.87 | -0.07188 | -0.15018 | 0.08385 | 0.07830 | 0.93379 | 10 |
| 20.53 | 3.16 | 0.49665 | 0.17124 | 0.09409 | 0.32541 | 3.45830 | 10 |
| 20.87 | 0.52 | -0.19514 | 0.15700 | 0.14434 | -0.35214 | -2.43963 | 10 |
| 20.95 | 4.32 | 0.45290 | 0.45027 | 0.09629 | 0.00264 | 0.02739 | 10 |
| 21.33 | 29.11 | -0.31535 | -0.22984 | 0.09740 | -0.08551 | -0.87788 | 10 |
| 22.59 | 35.11 | 0.28812 | 0.06863 | 0.12442 | 0.21949 | 1.76411 | 10 |
| 23.34 | 17.97 | -0.39308 | 0.00280 | 0.23437 | -0.39588 | -1.68916 | 10 |
| 23.89 | 3.02 | 0.11161 | 0.20371 | 0.10548 | -0.09210 | -0.87315 | 10 |
| 24.63 | 25.58 | -0.29075 | -0.24078 | 0.14720 | -0.04997 | -0.33947 | 10 |
| 24.77 | 28.66 | -0.22471 | -0.34728 | 0.08250 | 0.12258 | 1.48576 | 10 |
| 24.78 | 38.55 | 0.15952 | 0.10891 | 0.10948 | 0.05060 | 0.46219 | 10 |
| 25.29 | 34.23 | 0.00080 | 0.04599 | 0.10263 | -0.04519 | -0.44032 | 10 |
| 25.33 | 29.29 | -0.34572 | -0.23725 | 0.06019 | -0.10847 | -1.80207 | 10 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25.52 | 3.52 | 0.08332 | 0.19472 | 0.10659 | -0.11140 | -1.04520 | 10 |
| 25.80 | 0.00 | 0.05535 | 0.05273 | 0.13347 | 0.00262 | 0.01965 | 9 |
| 25.84 | 29.33 | -0.24780 | -0.32461 | 0.05991 | 0.07680 | 1.28189 | 10 |
| 25.84 | 35.87 | -0.04267 | 0.04603 | 0.10118 | -0.08870 | -0.87673 | 10 |
| 26.00 | 1.90 | 0.19155 | 0.06440 | 0.09922 | 0.12715 | 1.28151 | 10 |
| 26.12 | 39.64 | 0.07773 | 0.12902 | 0.10143 | -0.05128 | -0.50562 | 10 |
| 26.19 | 28.71 | -0.32381 | -0.25274 | 0.07959 | -0.07107 | -0.89302 | 10 |
| 26.20 | 42.25 | 0.22474 | 0.21181 | 0.08863 | 0.01293 | 0.14587 | 10 |
| 27.03 | 42.33 | 0.21794 | 0.29179 | 0.07916 | -0.07385 | -0.93289 | 10 |
| 27.42 | 33.31 | 0.06448 | -0.11405 | 0.11240 | 0.17854 | 1.58842 | 10 |
| 28.27 | 37.84 | -0.00357 | 0.00630 | 0.10716 | -0.00987 | -0.09207 | 10 |
| 28.44 | 35.36 | -0.05500 | -0.03896 | 0.10473 | -0.01604 | -0.15313 | 10 |
| 28.92 | 42.76 | 0.54203 | 0.22629 | 0.10112 | 0.31573 | 3.12228 | 10 |
| 29.35 | 41.40 | 0.16429 | 0.32014 | 0.09363 | -0.15585 | -1.66459 | 10 |
| 30.03 | 39.44 | 0.05934 | 0.03029 | 0.10750 | 0.02905 | 0.27028 | 10 |
| 30.82 | 34.16 | -0.16257 | -0.16114 | 0.09382 | -0.00143 | -0.01524 | 10 |
| 31.76 | 28.71 | -0.27524 | -0.20993 | 0.17870 | -0.06531 | -0.36549 | 10 |
| 31.97 | 33.77 | -0.22312 | -0.16470 | 0.09738 | -0.05841 | -0.59985 | 10 |
| 32.63 | 42.13 | 0.28343 | 0.20172 | 0.15955 | 0.08171 | 0.51214 | 10 |
| 33.03 | 37.27 | -0.17649 | -0.04798 | 0.13811 | -0.12852 | -0.93056 | 10 |
| 35.49 | 33.31 | -0.08156 | -0.23637 | 0.16887 | 0.15481 | 0.91676 | 10 |

```
Valor Medio de Z-Z* = -5.9184592127E-04
Varianza de Z-Z* =  5.0714430283E-02
Valor Medio de Zscore =  1.0004075721E-02
Varianza de Zscore =  4.8955550287E+00
Porciento de puntos estimados = 100.00%
```