

.UBAfiuba 
FACULTAD DE INGENIERÍA

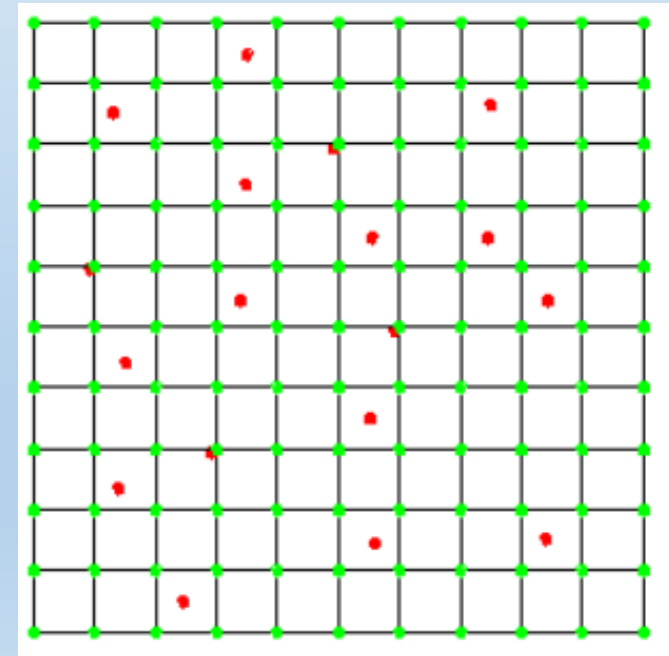
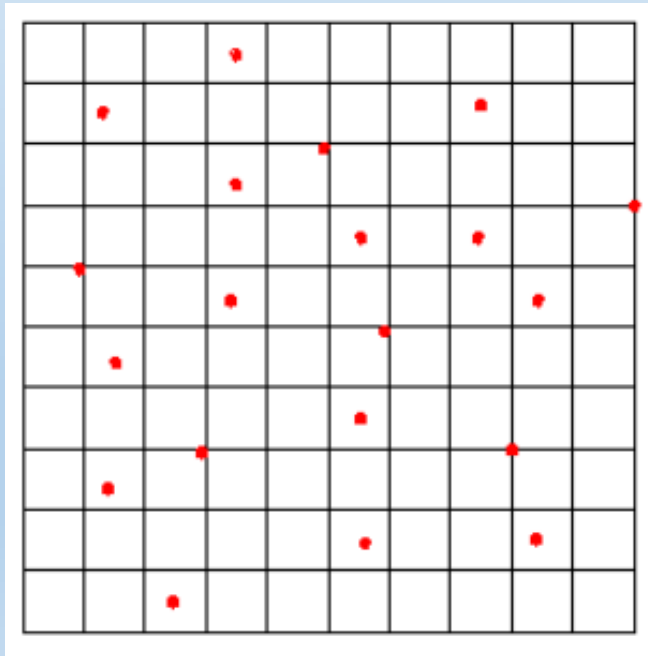
METODOS DE INTERPOLACIÓN

Sistemas de Información Geográfica II (70.42)

Año 2020

¿Que es una interpolación?

La interpolación es la estimación de los valores de uno o mas puntos, a partir de una cierta cantidad de datos existentes y encontrados en su entorno. Es decir que si tenemos un conjunto de puntos con coordenadas (X,Y,Z) distribuidos de forma irregular, realizada la interpolación se obtendrá un conjunto de puntos más denso y distribuido en forma regular.



La interpolación es viable ya que se prevé que los objetos distribuidos espacialmente están correlacionados espacialmente, es decir que los fenómenos cercanos tienden a tener características similares.

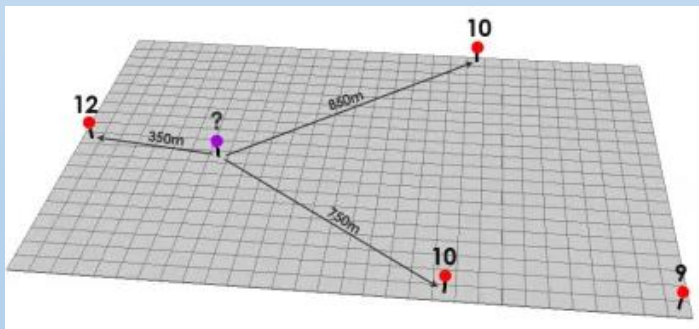
Ej. Si llueve de un lado de la calle, se puede prever con un alto nivel de confianza que está lloviendo del otro lado de la calle. Tendría menos certeza sobre si está lloviendo en toda la ciudad y menos acerca del estado del tiempo en la provincia vecina.

Los métodos de interpolación se pueden clasificar en dos grupos:

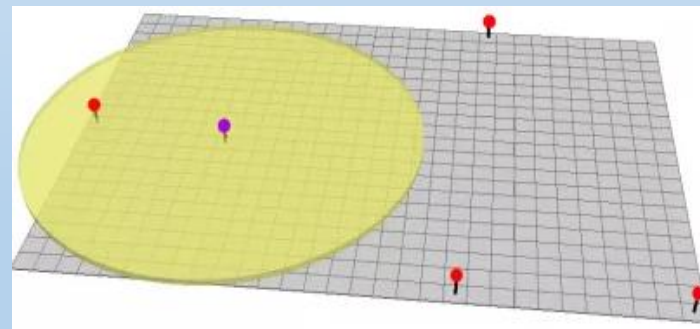
- **Determinísticos:** son aquellos que asignan valores a las ubicaciones basándose solo en las propiedades físicas de la muestra, es decir los valores medidos circundantes y en fórmulas matemáticas específicas que determinan la suavidad de la superficie resultante. IDW, Vecino Natural, Tendencia y Spline.
- **Geoestadísticos:** están basados en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación (la relación estadística entre los puntos medidos). Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no sólo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones. Kriging es un método de interpolación de estadísticas geográficas.

Distancia inversa ponderada IDW

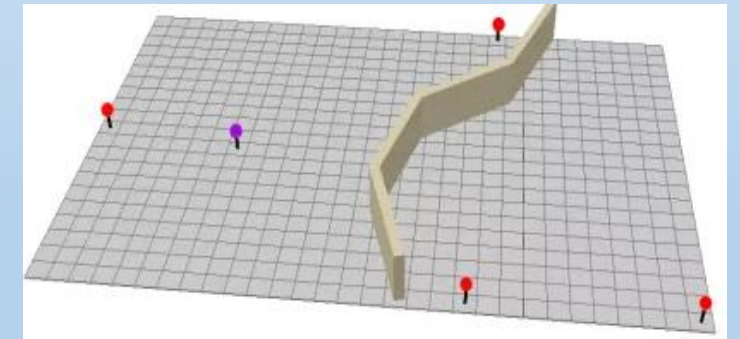
- Dado que la IDW es un promedio ponderado por su distancia, ningún valor calculado puede ser mayor que el valor máximo de la muestra o inferior que el valor mínimo. La consecuencia es que no podremos obtener crestas y balles si no los muestreamos.
- Los mejores resultados de la IDW se obtienen cuando la muestra es lo suficientemente densa respecto de la variación local que intenta simular.



Cantidad de puntos

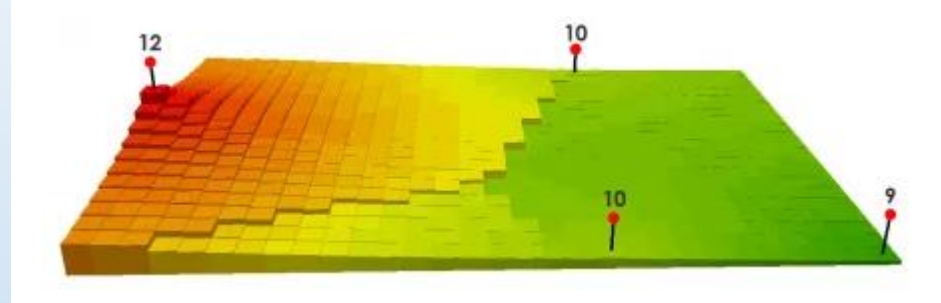


Radio de influencia

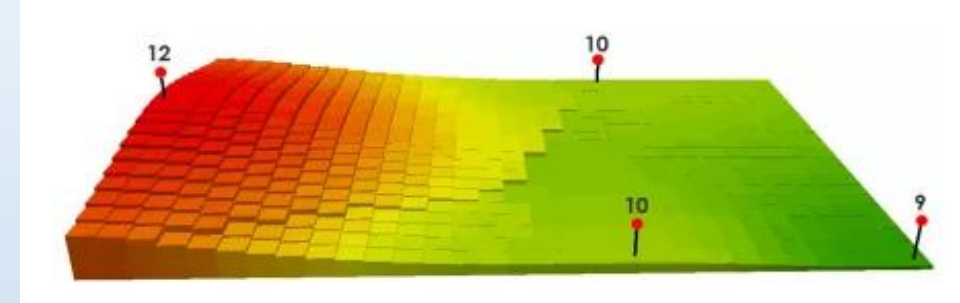


Barrera

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}}$$



potencia de 1



potencia de 2

Una potencia de 1 alisa la superficie interpolada. Una potencia de 2 aumenta la influencia global que tiene sobre los valores conocidos. Puede ver cómo los picos y valores son más localizados y no se promedian tanto como una potencia de 1.

Para una potencia de 1: $\frac{\frac{12}{350} + \frac{10}{750} + \frac{10}{850}}{\frac{1}{350} + \frac{1}{750} + \frac{1}{850}} = 11.1$

Para una potencia de 2: $\frac{\frac{12}{350^2} + \frac{10}{750^2} + \frac{10}{850^2}}{\frac{1}{350^2} + \frac{1}{750^2} + \frac{1}{850^2}} = 11.4$

Vecino mas próximo

Calcula el valor del punto, dependiendo de la posición de los puntos vecinos, a partir de un algoritmo similar al de IDW, basando su ponderación en este caso en base al porcentaje de superposición de los polígonos.

La metodología que utiliza consiste en:

- I. Generar un diagrama de Voronoi de los puntos a interpolar (puntos negros), graficado mediante los polígonos de color verde.
- II. Generar un segundo diagrama de Voronoi (en naranja) incluyendo el punto a interpolar (estrella roja).
- III. Asigna los pesos en función del área de superposición con el diagrama anterior.

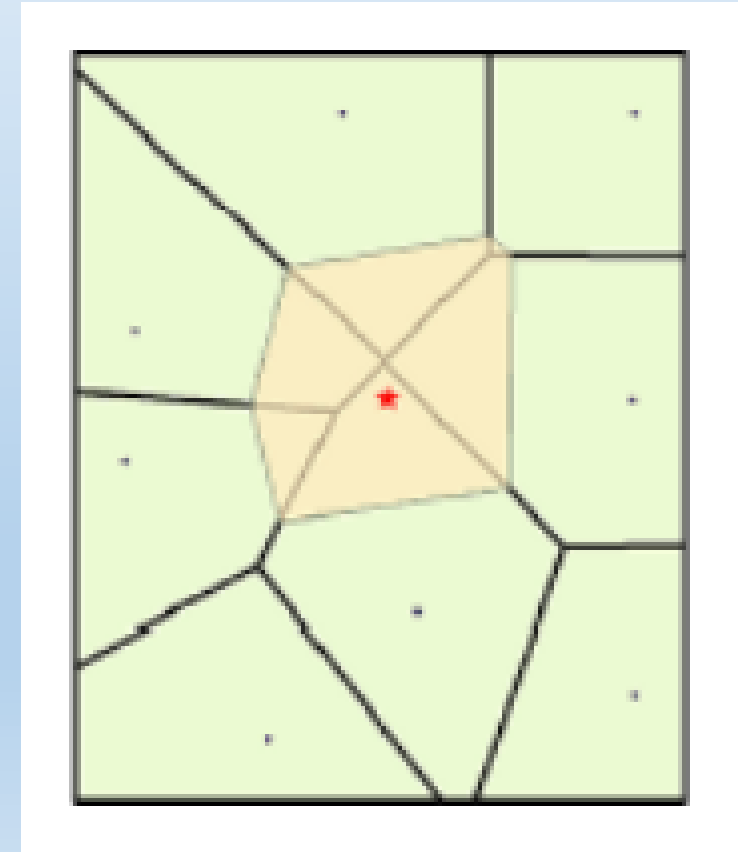
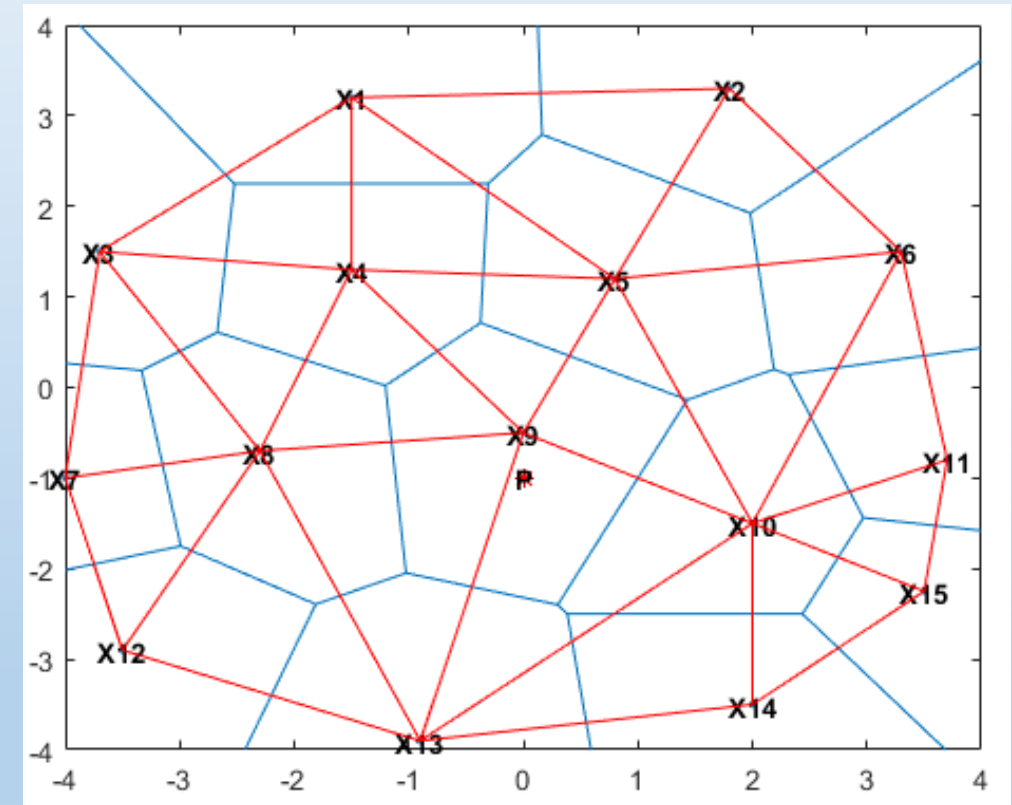


Diagrama de Voronoi: Es una construcción geométrica que permite construir una partición de un plano, basada en la distancia entre dos puntos.

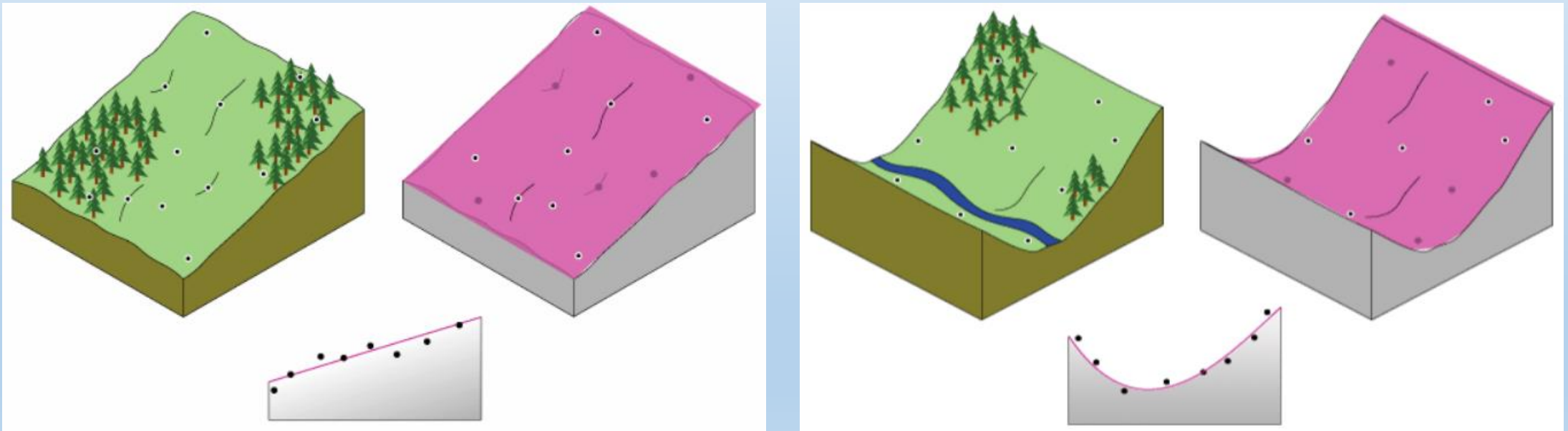
Se crea al unir los puntos entre si, trazando las mediatrices del segmento de unión, las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos es equidistante a los puntos vecinos

- Se recomienda que los datos de entrada estén en un sistema de coordenadas proyectadas en vez de en un sistema de coordenadas geográficas.



Tendencia

- Conceptualmente la interpolación por tendencia es tomar un papel y ajustarlo entre los puntos.
- El ajuste se da por una función polinómica, que según el orden se podrá ir curvando mas o menos a la superficie para ajustarse a los valores de muestra.



En la imagen se puede ver como queda representada la superficie de tendencia en color magenta.

Realiza el calculo mediante el ajuste de mínimos cuadrados, que se basa en una función F tal que para todo P=(X,Y) que pertenezca a un entorno D y siendo F=f (X,Y). La función f será una función polinómica, que se puede representar de la siguiente manera:

$$Z_{x,y} = \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^k a_{i,j} * X^i * Y^j$$

$$Z = a_0 + a_1 * X + a_2 * Y + a_3 * X * Y + a_4 * X^2 + a_5 * Y^2 + a_6 * X^2 * Y + a_7 * X * Y^2 + a_8 * X^2 * Y^2 + \dots$$

Archivo RMS de salida: guarda el error cuadrático medio de la interpolación, el cual se obtiene de comparar el valor real de los puntos de entrada con el valor interpolado por la función.

El valor del error RMS se usa para determinar el mejor valor de entrada para el parámetro correspondiente al orden de la función polinómica, la idea es utilizar la función cuyo RMS sea el menor.

Spline

- La superficie resultante pasa exactamente a través de los puntos de entrada.
- La superficie debe tener una curvatura mínima.

Es una función que ajusta una curva suave al conjunto de puntos, con la condición de que esa curva pase por dichos puntos. El algoritmo que utiliza se basa en la siguiente fórmula para la interpolación de la superficie:

$$S(X, Y) = T(X, Y) + \sum_{j=1}^n \lambda_j * R(r_j)$$

n es la cantidad de puntos

λ_j coeficientes determinados por la solución de un sistema de ecuaciones lineales

r_j es la distancia del punto (x, y) al punto j

$T(X, Y)$ y $R(r_j)$ dependerá de si el método es regular o tencional

Opción regular: genera una superficie suavizada con valores que pueden escapar al rango de la muestra.

$$T(X, Y) = a_1 + a_2X + a_3Y$$

$$R_{(r)} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{r^2}{4} \left(\ln \left(\frac{r}{2\tau} \right) + c - 1 \right) + \tau^2 \left(k_0 \left(\frac{r}{\tau} \right) + c + \ln \left(\frac{r}{2\pi} \right) \right) \right)$$

r es la distancia entre el punto y la muestra

τ^2 es el parametro de peso

k_0 es la función de Bessel modificada

c es una constante igual a 0.577215

Opción tención: genera una superficie mas rígida con valores restringidos al rango de la muestra.

$$T(X, Y) = a_1$$

$$R_{(r)} = \frac{1}{2\pi\varphi^2} \left(\ln \left(\frac{r\varphi}{2} \right) + c + k_0(r\varphi) \right)$$

r es la distancia entre el punto y la muestra

φ^2 es el parametro de peso

k_0 es la función de Bessel modificada

c es una constante igual a 0.577215

Kriging

Es un método de interpolación que se basa en la utilización de modelos estadísticos, que relacionan los puntos medidos. Además de predecir los valores de los puntos incógnita, permite saber con qué probabilidad se realizó la predicción de dicho punto.

Los datos de entrada se utilizan para construir una función matemática con un semivariograma, crear una superficie de predicción y validar el modelo con validación cruzada. La geoestadística no sólo proporciona una superficie de predicción óptima, sino que también proporciona una medida de confianza sobre la probabilidad de que esa predicción sea cierta.

Kriging es la técnica de interpolación óptima si sus datos cumplen ciertos criterios.

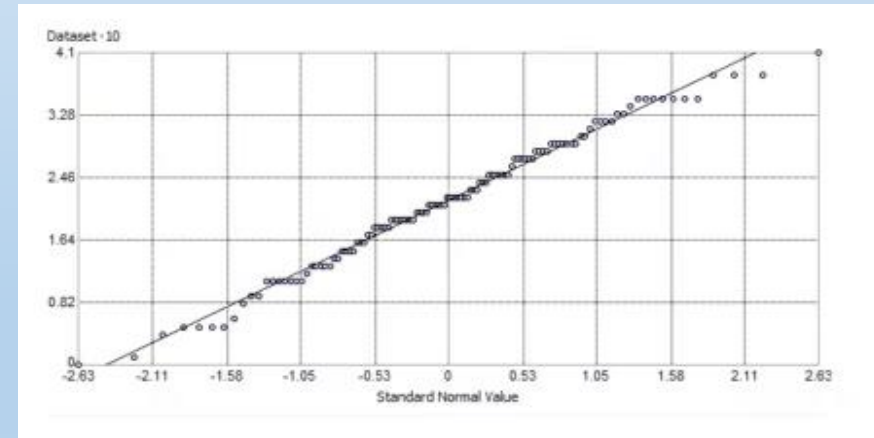
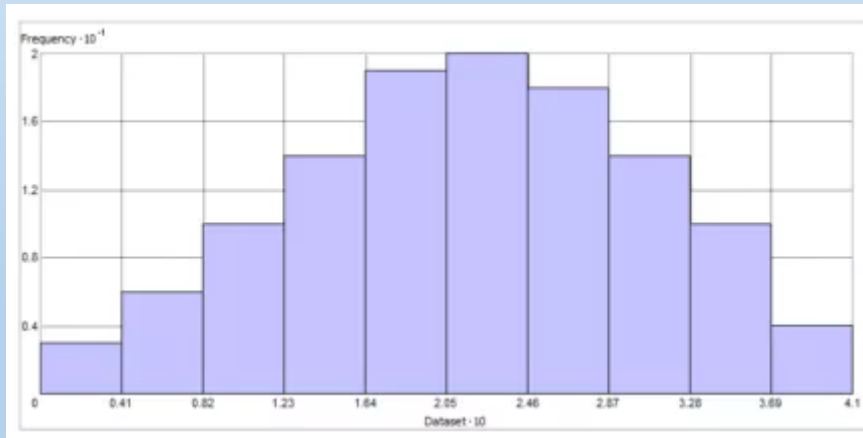
- Sus datos deben tener una distribución normal.
- Los datos deben ser estacionarios.
- Sus datos no pueden tener tendencias.

Los pasos siguientes son maneras de verificar sus datos para ver si cumplen con estos criterios.

1. **Sus datos tienen una distribución normal:** En esta prueba no estamos explorando las propiedades espaciales, sólo estamos comprobando que los valores estén distribuidos normalmente.

“Una de las maneras de explorar esto es usando un histograma. En ArcGIS, haga clic en Geostatistical Analysis > Explore Data > Histogram.”

“Puede comprobar sus datos con un gráfico QQ normal. Un gráfico QQ normal compara cómo se alinean sus datos con los datos distribuidos normalmente. Si todos los puntos tienen una distribución perfectamente normal, todos tus puntos caerán en la línea de 45°.”



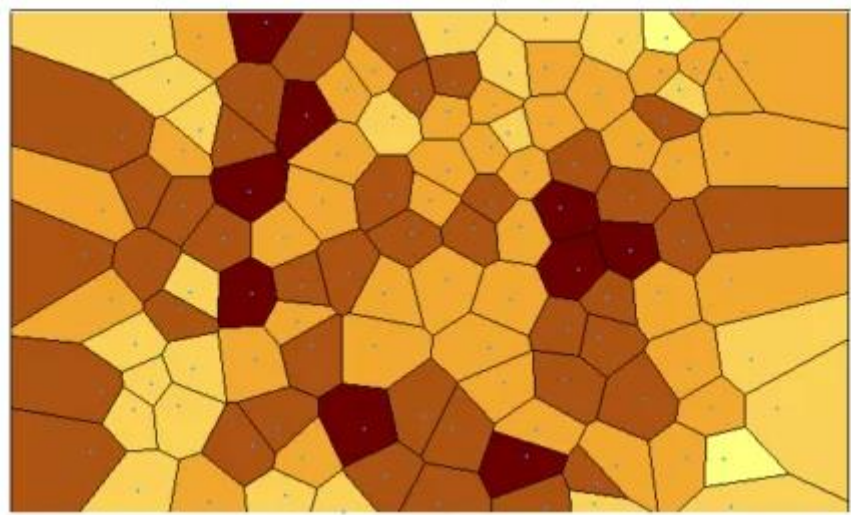
En el caso de que no se presente una distribución normal, tendrá que aplicar una transformación como un log o un arco hasta que se vuelva normal. Por ejemplo la transformación de puntaje normal, es tan poderosa que ahora es el método predeterminado como simple kriging.

2. Sus datos son estacionarios

Esto significa que la variación local no cambia en diferentes áreas del mapa. Por ejemplo, 2 puntos de datos separados por 5 metros en diferentes ubicaciones deberían tener diferencias similares en su valor medido.

Kriging no es óptimo para cambios bruscos y líneas de rotura.

“Puede comprobar la estacionalidad de sus datos con un mapa Voronoi simbolizado por entropía (variación entre vecinos) o desviación estándar y buscar aleatoriedad. En ArcGIS, haga clic en Geostatistical Analysis > Explore Data > Voronoi Map.”

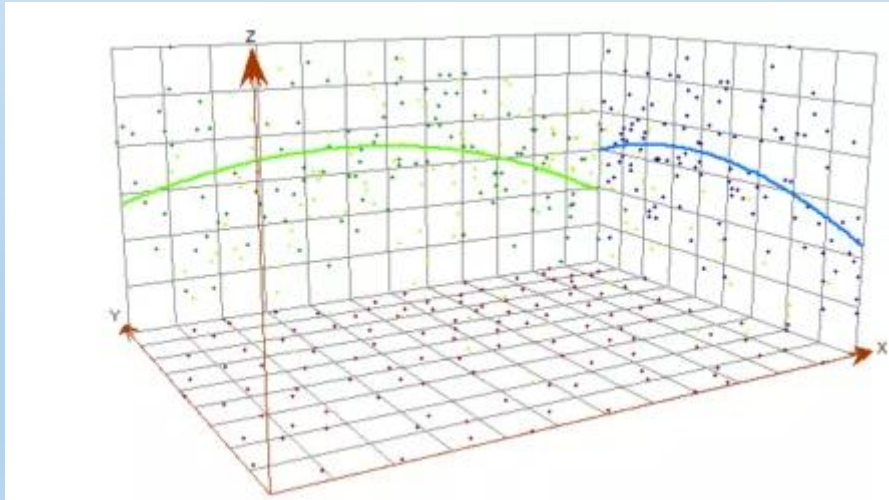


El kriging bayesiano empírico puede ayudar tratando la varianza local por separado. En lugar de que la desviación sea similar en su totalidad, EBK realiza el kriging como un proceso subyacente separado en áreas diferentes. Todavía realiza el kriging, pero se hace localmente.

3. Sus datos no tienen tendencias

Las tendencias son cambios sistemáticos en los datos de toda un área de estudio.

“Podemos comprobar el análisis de tendencias con la herramienta ESDA. En ArcGIS, haga clic en Geostatistical Analysis > Explore Data > Trend Analysis. La línea verde muestra la tendencia en la dirección este-oeste, y la línea azul representa la tendencia en la dirección norte-sur.”



Aunque tener grandes tendencias en toda su área de estudio puede ser una razón para cambiar los métodos de interpolación, la herramienta de eliminación de tendencias puede ser de ayuda para que el siguiente análisis no se vea influenciado por esa tendencia en sus datos.

De topo a ráster

Es un tipo de interpolación que genera un modelo de elevaciones hidrológicamente correcto. Se basa en el programa ANUDEM desarrollado por Michael Hutchinson. Interpola los valores imponiendo las siguientes restricciones:

- Una estructura de drenaje conectada.
- La correcta representación de crestas y arroyos a partir de los datos de curvas de nivel de entrada.

Siendo que el agua determina la forma general de la mayoría de los paisajes, es que estos tienen varias cumbres (máximos locales) y pocos sumideros (mínimos locales), lo que resulta en un patrón de drenaje conectado.

El propósito del proceso de aplicación de drenaje es quitar todos los puntos de sumideros en el MDE de salida que no se identificaron como sumideros en los datos de entrada. El programa presupone que todos los sumideros no identificados son errores, ya que, por lo general, es poco común encontrarlos en paisajes naturales.

La aplicación de drenaje se puede complementar con la incorporación de las líneas de corriente, siendo útil cuando se requiere una ubicación más precisa de las mismas.

Algunos de los objetos geográficos que se pueden considerar en este tipo de interpolación son:

Puntos de elevación	→	Puntos con cota
Contornos	→	Curvas de nivel
Stream	→	Cursos de agua
Sink	→	Puntos de depresión (sumideros)
Demarcación	→	Limite de la interpolación
Lake	→	Espejos de agua
Acantilado	→	Líneas de quiebre
Exclusión	→	Zonas que no se interpolan
Costa	→	Las celdas fuera de este limite tendrán un valor asignado por el usuario.

El proceso utiliza varias iteraciones en las que cada vez ajusta y refina mas el resultado.

Para que la interpolación sea optima, las corrientes de agua deben ser digitalizadas en el sentido de drenaje de las mismas si este echo no sucede la interpolación no será adecuada, la razón es la correcta estructura de drenaje en la que se fundamenta el método de interpelación.

La orientación de las líneas de quiebre tiene que ser tal que determine que el lado izquierdo de la línea este en el lado bajo y el lado derecho de al lado alto.

www.ingenieria.uba.ar

    /ingenieriauba

 /FIUBAoficial