

# ArcGIS Spatial Analyst

Metodos

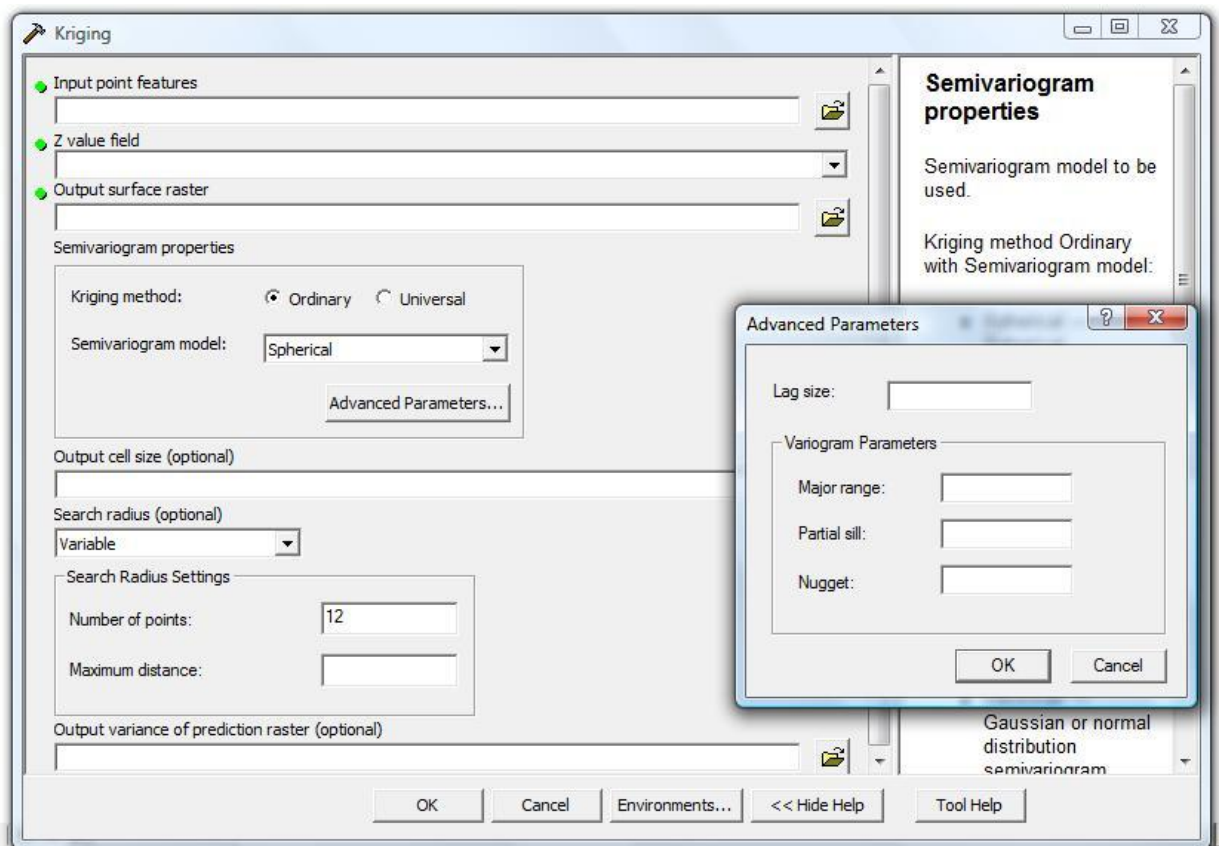
# Kriging

- Interpola una superficie de ráster a partir de puntos utilizando kriging.
- Kriging es un proceso intensivo del procesador. La velocidad de ejecución depende de la cantidad de puntos en el dataset de entrada y del tamaño de la ventana de búsqueda.
- Los valores bajos en la varianza del ráster de predicción de salida opcional indica un alto grado de confianza en el valor previsto. Los valores altos pueden indicar que se necesitan más puntos de datos.
- El tipo de kriging universal presupone que hay un componente estructural presente y que la tendencia local varía de una ubicación a otra.
- **Parámetros avanzados** permite controlar el semivariograma utilizado para kriging. Un valor predeterminado para **Tamaño de intervalo** se establece inicialmente en el tamaño de celda de salida predeterminado. Para **Rango principal**, **Meseta parcial** y **Nugget**, se calculará un valor predeterminado internamente, si no se especifica nada.

# Kriging

- La varianza del ráster de predicción de salida opcional contiene la varianza de kriging en cada celda del ráster de salida. Al suponer que, por lo general, los errores kriging se distribuyen, hay una probabilidad del 95,5 por ciento de que el valor  $z$  real en la celda sea el valor del ráster previsto, sumando o restando dos veces la raíz cuadrada del valor del ráster de predicción.
- Algunos datasets de entrada pueden tener algunos puntos con las mismas coordenadas  $x, y$ . Si los valores de los puntos de una ubicación común son los mismos, se consideran duplicados y no afectan a la salida. Si los valores son diferentes, se consideran puntos "coincidentes".
- Las distintas herramientas de interpolación pueden manejar esta condición de datos de maneras distintas. Por ejemplo, en algunos casos el primer punto coincidente encontrado se utiliza para el cálculo; en otros casos, se utiliza el último punto encontrado. Esto puede causar que algunas ubicaciones del ráster de entrada tengan valores distintos a los que puede esperar. La solución es preparar los datos quitando estos puntos coincidentes. La herramienta [Adquirir eventos](#) de la caja de herramientas de Estadística espacial es útil para identificar cualquier punto coincidente en los datos.

# Kriging – acceso desde el arctoolbox



<b>Parámetro</b>	<b>Explicación</b>	<b>Tipo de datos</b>
in_point_features	Entidades de punto de entrada que contienen los valores z que se interpolarán en un ráster de superficie.	Feature Layer
z_field	Campo que contiene un valor de altura o magnitud para cada punto.  Puede ser un campo numérico o el campo Forma si las entidades de punto de entrada contienen valores z.	Field

# Kriging - parámetros

- **SemiVariogram\_props - kriging\_model**
- La clase **KrigingModel** define qué modelo kriging se utilizará.
- Hay dos tipos de clases kriging. El método **KrigingModelOrdinary** tiene cinco tipos de semivariogramas disponibles. El método **KrigingModelUniversal** tiene dos tipos de semivariogramas disponibles.
- **KrigingModelOrdinary**
  - **semivariogramType**: el modelo de semivariograma que se utilizará. Los modelos disponibles son:
    - **SPHERICAL**: modelo de semivariograma esférico. Esta es la opción predeterminada.
    - **CIRCULAR**: modelo de semivariograma circular.
    - **EXPONENTIAL**: modelo de semivariograma exponencial.
    - **GAUSSIAN**: modelo de semivariograma Gaussiano (o de distribución normal).
    - **LINEAR**: modelo de semivariograma lineal con una meseta.

# Kriging - parámetros

- **KrigingModelUniversal**
  - **semivariogramType**: el modelo de semivariograma que se utilizará. Los modelos disponibles son:
    - **LINEARDRIFT**: kriging universal con coeficiente de tendencia lineal.
    - **QUADRATICDRIFT**: kriging universal con coeficiente de tendencia cuadrática.
- Después de {**semivariogramType**}, los demás parámetros son comunes entre kriging ordinario y universal.
  - **lagSize**: la opción predeterminada es el tamaño de celda ráster de salida.
  - **majorRange**: representa la distancia más allá de la cual hay poca o ninguna correlación.
  - **partialSill**: diferencia entre el nugget y la meseta.
- **nugget**: representa el error y la variación a una escala espacial que es demasiado fina para ser detectada. El efecto nugget se ve como una discontinuidad del origen.

# Kriging - parámetros

- cell\_size (Opcional)
  - El tamaño de celda con el que se creará el ráster de salida.
  - Este será el valor del entorno si se establece explícitamente; de lo contrario, es el valor más bajo del ancho o de la altura de la extensión de las entidades de punto de entrada, en la referencia espacial de entrada, dividido por 250.
- search\_radius (Opcional)
  - La clase **Radio** define cuáles de los puntos de entrada se utilizarán para interpolar el valor para cada celda en el ráster de salida.
  - Hay dos tipos de clases de radios: **RadiusVariable** y **RadiusFixed**. Un radio de búsqueda variable se utiliza para encontrar una cantidad específica de puntos de muestra de entrada para la interpolación. El tipo fijo utiliza una distancia fija especificada dentro de la cual todos los puntos de entrada se utilizarán para la interpolación. El tipo variable es la opción predeterminada.
- **RadiusVariable**
  - **{numberOfPoints}**: un valor entero que especifica la cantidad de puntos de muestra de entrada más próximos que se utilizarán para realizar la interpolación. El valor predeterminado es 12 puntos.
  - **{maxDistance}**: especifica la distancia, en unidades de mapa, mediante la cual se limitará la búsqueda de los puntos de muestra de entrada más próximos. El valor predeterminado es la longitud de la extensión de la diagonal.

# Kriging - parámetros

- **RadiusFixed**

- **{distance}**: especifica la distancia como un radio dentro del cual los puntos de muestra de entrada se utilizarán para realizar la interpolación.

- El valor del radio se expresa en unidades de mapa. El radio predeterminado es cinco veces el tamaño del ráster de salida.

- **{minNumberofPoints}**: un entero que define la cantidad de puntos mínima que se utilizará para la interpolación. El valor predeterminado es 0.

- `out_variance_prediction_raster` (Opcional)

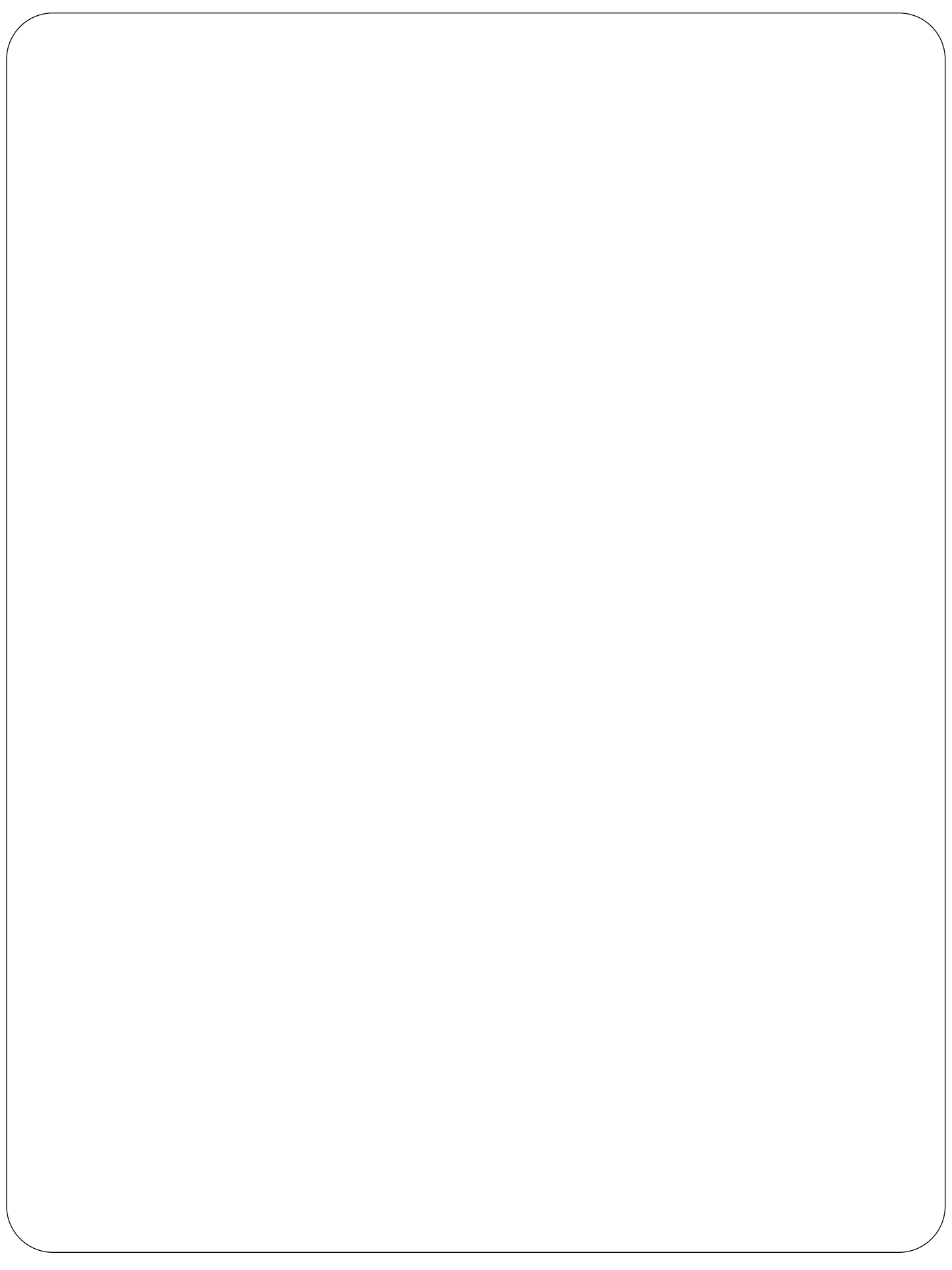
- Ráster de salida opcional donde cada celda contiene los valores de semivarianza previstos para esa ubicación.

- Raster Dataset

- **Valor de retorno**

- `out_surface_raster`

- Ráster de superficie interpolado de salida.



# Kriging – como funciona

- Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores  $z$ . A diferencia de otros métodos de interpolación compatibles con ArcGIS Spatial Analyst, utilizar la herramienta [Kriging](#) en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores  $z$  antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.
- Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores  $z$ . A diferencia de otros métodos de interpolación compatibles con ArcGIS Spatial Analyst, utilizar la herramienta [Kriging](#) en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores  $z$  antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.

# La fórmula de Kriging

- El método kriging es similar al de IDW en que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones. La fórmula general para ambos interpoladores se forma como una suma ponderada de los datos:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

- donde:
- $Z(s_i)$  = el valor medido en la ubicación  $i$
- $\lambda_i$  = una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación  $i$
- $s_0$  = la ubicación de la predicción
- $N$  = la cantidad de valores medidos

# La fórmula de Kriging

- En IDW, la ponderación,  $\lambda_i$ , depende exclusivamente de la distancia a la ubicación de la predicción. Sin embargo, con el método kriging, las ponderaciones están basadas no sólo en la distancia entre los puntos medidos y la ubicación de la predicción, sino también en la disposición espacial general de los puntos medidos. Para utilizar la disposición espacial en las ponderaciones, la correlación espacial debe estar cuantificada. Por lo tanto, en un kriging ordinario, la ponderación,  $\lambda_i$ , depende de un modelo ajustado a los puntos medidos, la distancia a la ubicación de la predicción y las relaciones espaciales entre los valores medidos alrededor de la ubicación de la predicción. En las siguientes secciones se describe cómo se utiliza la fórmula general de kriging para crear un mapa de la superficie de predicción y un mapa de la precisión de las predicciones.

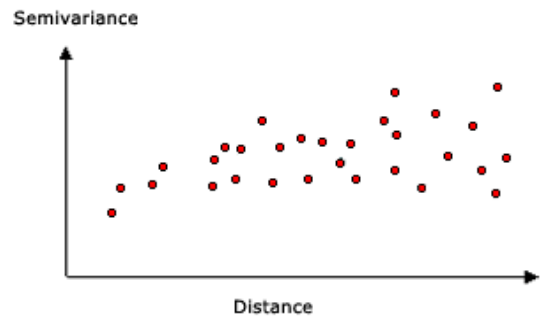
# Kriging – superficie de predicción

- Para llevar a cabo una predicción con el método de interpolación de kriging, es necesario realizar dos tareas:
- Descubrir las reglas de dependencia.
- Realizar las predicciones.
- A fin de completar estas dos tareas, kriging atraviesa un proceso de dos pasos:
- Crea los variogramas y las funciones de covarianza para calcular los valores de dependencia estadística (denominada autocorrelación espacial) que dependen del modelo de autocorrelación (ajustar un modelo).
- Prevé los valores desconocidos (hacer una predicción).
- Se dice que en este método los datos se utilizan dos veces, debido a estas dos tareas bien distintivas: la primera vez, para calcular la autocorrelación espacial de los datos, y la segunda, para hacer las predicciones.



# Kriging - Variografía

- A menudo, cada par de ubicaciones tiene una distancia única y suele haber varios pares de puntos. La diagramación de todos los pares rápidamente se vuelve imposible de administrar. En lugar de diagramar cada par, los pares se agrupan en bins de intervalo. Por ejemplo, calcule la semivarianza promedio de todos los pares de puntos que están a más de 40 metros de distancia pero a menos de 50 metros. El semivariograma empírico es un gráfico de los valores de semivariograma promediados en el eje Y, y la distancia (o intervalo) en el eje X (consulte el diagrama a continuación).



- La autocorrelación espacial cuantifica un principio básico de geografía: es más probable que las cosas que están más cerca sean más parecidas que las que están más alejadas. Entonces, los pares de ubicaciones que están más cerca (extremo izquierdo del eje X de la nube de semivariograma) deberían tener valores más similares (parte inferior en el eje Y de la nube de semivariograma). A medida que los pares de ubicaciones estén más separados entre sí (hacia la derecha en el eje X de la nube de semivariograma), deberían ser más distintos y tener una diferencia cuadrada más grande (hacia arriba en el eje Y de la nube de semivariograma).

# Kriging - Ajustar un modelo al semivariograma empírico

- El siguiente paso es ajustar un modelo a los puntos que forman el semivariograma empírico. El moldeado del semivariograma es un paso clave entre la descripción espacial y la predicción espacial. La aplicación principal de kriging es la predicción de los valores de atributo en las ubicaciones que no fueron muestreadas. El semivariograma empírico proporciona información sobre la autocorrelación espacial de los datasets. Sin embargo, no suministra información para todas las direcciones y distancias posibles. Por esta razón, y para asegurar que las predicciones de kriging tengan varianzas de kriging positivas, es necesario ajustar un modelo (es decir, una función o curva continua) al semivariograma empírico. En resumen, esto es similar al análisis de regresión, en el que se ajusta una línea o curva continua a los puntos de datos.
- Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, seleccione una función que sirva como modelo, por ejemplo, un tipo esférico que se eleve y nivele las distancias más grandes que sobrepasan un determinado rango (vea el ejemplo del modelo esférico más abajo). Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo; algunos están por encima de la curva del modelo y algunos están por debajo. Sin embargo, si suma la distancia de cada punto por encima de la línea y la distancia de cada punto por debajo, los dos valores deberían ser similares. Existen varios modelos de semivariograma para elegir.

# Kriging - Ajustar un modelo al semivariograma empírico

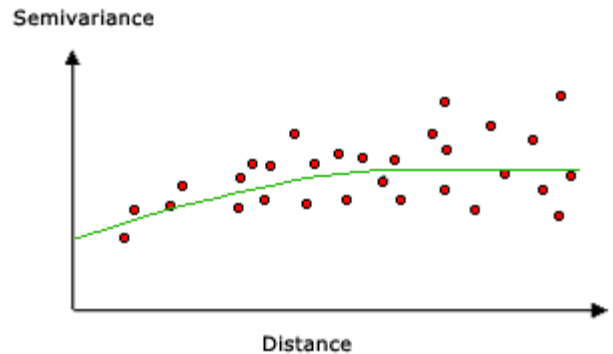
- Modelos de semivariograma
- ArcGIS Spatial Analyst proporciona las siguientes funciones para elegir para el modelado del semivariograma empírico:
- Circular
- Esférica
- Exponencial
- Gaussiana
- Lineal
- El modelo seleccionado influye en la predicción de los valores desconocidos, en particular cuando la forma de la curva cercana al origen difiere significativamente. Cuanto más pronunciada sea la curva cercana al origen, más influirán los vecinos más cercanos en la predicción. Como resultado, la superficie de salida será menos suave. Cada modelo está diseñado para ajustarse a diferentes tipos de fenómenos de forma más precisa.
- En los siguientes diagramas se muestran dos modelos comunes y se identifican las diferencias de las funciones:

# Kriging - Ajustar un modelo al semivariograma empírico

- **Un ejemplo del modelo esférico**

- En este modelo se muestra una disminución progresiva de la autocorrelación espacial (así como un aumento en la semivarianza) hasta cierta distancia, después de la cual la autocorrelación es cero. El modelo esférico es uno de los que más se utilizan.

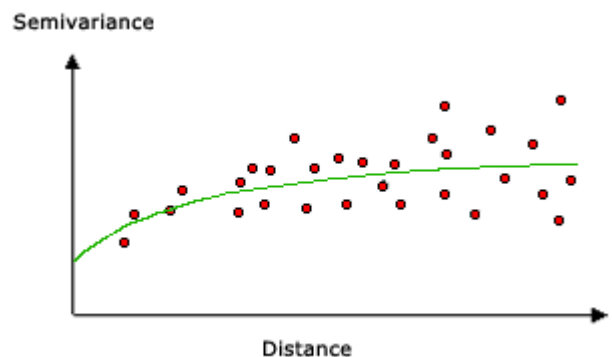
*Ejemplo de modelo esférico:*



## Un ejemplo del modelo exponencial

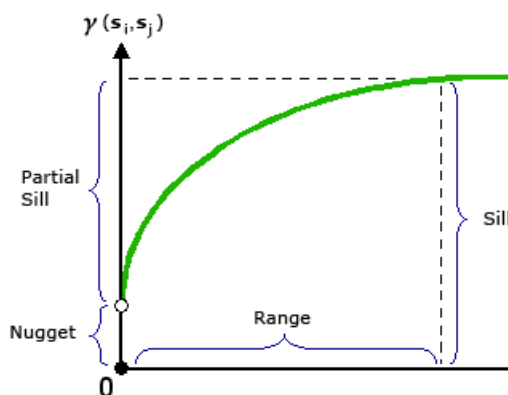
- Este modelo se aplica cuando la autocorrelación espacial disminuye exponencialmente cuando aumenta la distancia. En este caso, la autocorrelación desaparece por completo sólo a una distancia infinita. El modelo exponencial también es un modelo comúnmente utilizado. La elección de qué modelo se va a utilizar está basada en la autocorrelación espacial de los datos y en el conocimiento previo del fenómeno.

*Ejemplo de modelo exponencial*



# Kriging - Ajustar un modelo al semivariograma empírico

- Comprender un semivariograma: rango, meseta y nugget
- Como se indicó previamente, el semivariograma muestra la autocorrelación espacial de los puntos de muestra medidos. Tal como lo expresa un principio básico de la geografía (las cosas más cercanas son más parecidas), los puntos medidos que están cerca por lo general tendrán una diferencia cuadrada menor que la de aquellos que están más distanciados. Una vez diagramados todos los pares de ubicaciones después de haber sido colocados en un bin, se ajusta un modelo para estas ubicaciones. El rango, la meseta y el nugget se utilizan, generalmente, para describir estos modelos.
- **Rango y meseta**
- Al observar el modelo de un semivariograma, notará que a una determinada distancia, el modelo se nivela. La distancia a la que el modelo comienza a aplanarse se denomina rango. Las ubicaciones de muestra separadas por distancias más cortas que el rango están autocorrelacionadas espacialmente, mientras que las ubicaciones que están más alejadas que el rango, no lo están.



# Kriging - Ajustar un modelo al semivariograma empírico

- El valor en el cual el modelo de semivariograma alcanza el rango (el valor en el eje Y) se denomina meseta. Una meseta parcial es la meseta menos el nugget. El nugget se describe en la siguiente sección.
- **Nugget**
- En teoría, a una distancia de separación cero (por ej. intervalo = 0), el valor del semivariograma es 0. No obstante, a una distancia de separación infinitamente inferior, el semivariograma a menudo muestra un efecto nugget, que es un valor mayor que 0. Si el modelo de semivariograma intercepta el eje Y en 2, entonces el nugget es 2.
- El efecto nugget puede atribuirse a errores de medición o a fuentes espaciales de variación a distancias que son menores que el intervalo de muestreo (o a ambas cosas). Los errores de medición ocurren debido al error inherente a los dispositivos de medición. Los fenómenos naturales pueden variar espacialmente en un rango de escalas. La variación a microescalas más pequeñas que las distancias de muestreo aparecerán como parte del efecto nugget. Antes de recopilar datos, es importante lograr comprender las escalas de variación espacial en las que está interesado.

# Kriging - Ajustar un modelo al semivariograma empírico

- Realizar una predicción
- Cuando haya descubierto la dependencia o autocorrelación en sus datos (consulte la sección [Variografía](#) más arriba) y haya finalizado con el primer uso de los datos (usar la información espacial de los datos para calcular las distancias y modelar la autocorrelación espacial) puede realizar una predicción utilizando el modelo ajustado. Después de esto, se aparta el semivariograma empírico.
- Ahora puede utilizar los datos para realizar predicciones. Al igual que la interpolación de IDW, kriging forma ponderaciones a partir de los valores medidos circundantes para prever ubicaciones sin mediciones. Asimismo, los valores medidos que estén más cerca de las ubicaciones sin mediciones tienen la mayor influencia. Sin embargo, las ponderaciones de kriging para los puntos medidos circundantes son más sofisticadas que las del método IDW. Este último utiliza un algoritmo simple basado en la distancia, mientras que las ponderaciones de kriging provienen de un semivariograma que se desarrolló observando la naturaleza espacial de los datos. Para crear una superficie continua del fenómeno, se realizan predicciones para cada ubicación, o centro de celda, en el área de estudio basadas en el semivariograma y la disposición espacial de los valores medidos que son cercanos.

# Kriging - métodos

- Los métodos kriging
- Existen dos métodos kriging: ordinario y universal.
- El kriging ordinario es el más general y más utilizado de los métodos kriging y es el predeterminado. Presupone que el valor medio constante es desconocido. Esa es una presuposición razonable a menos que haya una razón científica para rechazarla.
- El kriging universal presupone que hay una tendencia de invalidación en los datos, por ejemplo, un viento prevaleciente, y puede modelarse a través de la función determinística polinómica. Esta función polinómica se resta de los puntos medidos originalmente y la autocorrelación se modela a partir de los errores aleatorios. Una vez que el modelo se ajusta a los errores aleatorios y antes de realizar una predicción, se vuelve a sumar la función polinómica a las predicciones para obtener resultados significativos. El kriging universal sólo se debe utilizar si se conoce una tendencia en los datos y se puede dar una justificación científica para describirla.

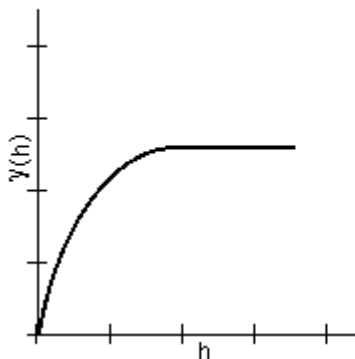
# Kriging - métodos

- Gráficos de semivariograma
- Kriging es un procedimiento complejo que requiere de un mayor conocimiento sobre las estadísticas espaciales que lo que se puede abarcar en este tema. Antes de utilizar este método, debe comprender profundamente sus principios básicos y evaluar la adecuación de sus datos para realizar un modelo con esta técnica. Si no comprende bien este procedimiento, se recomienda que repase algunas de las referencias enumeradas al pie de este tema.
- Kriging se basa en una teoría de variables regionalizadas que presupone que la variación espacial en el fenómeno representado por los valores  $z$  es estadísticamente homogénea a lo largo de toda la superficie (por ej., se puede observar el mismo patrón de variación en todas las ubicaciones sobre la superficie). Esta hipótesis de homogeneidad espacial es fundamental para la teoría de variables regionalizadas.

# Kriging - métodos

- Modelos matemáticos
  - A continuación se presentan las formas generales y las ecuaciones de los modelos matemáticos utilizados para describir la semivarianza.

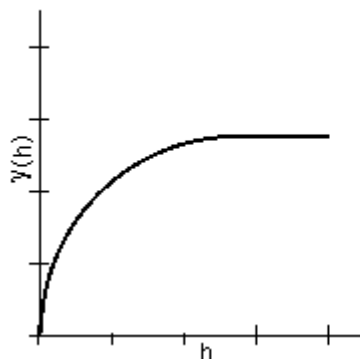
## SPHERICAL



$$\begin{aligned}\gamma(h) &= c_0 + c \left( \frac{3h}{2\alpha} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{\alpha} \right)^3 \right) & 0 < h \leq \alpha \\ \gamma(h) &= c_0 + c & h > \alpha \\ \gamma(0) &= 0\end{aligned}$$

- *Ilustración de modelo de semivarianza esférica*

## CIRCULAR

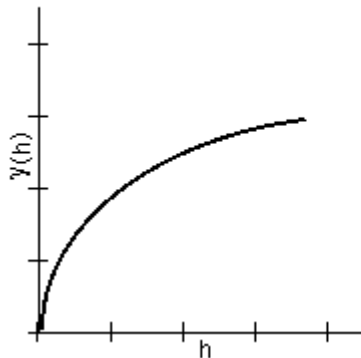


$$\begin{aligned}\gamma(h) &= c_0 + c \left( 1 - \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left( \frac{h}{\alpha} \right) + \sqrt{1 - \frac{h^2}{\alpha^2}} \right) & 0 < h \leq \alpha \\ \gamma(h) &= c_0 + c & h > \alpha \\ \gamma(0) &= 0\end{aligned}$$

- *Ilustración de modelo de semivarianza circular*

# Kriging - métodos

## EXPONENTIAL

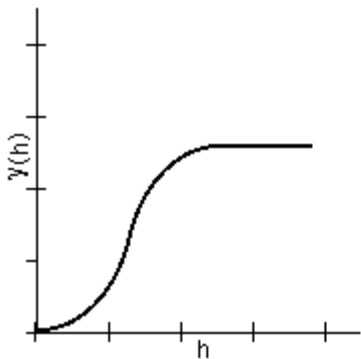


$$\gamma(\mathbf{h}) = c_0 + c \left( 1 - \exp\left(-\frac{h}{r}\right) \right) \quad h > 0$$

$$\gamma(0) = 0$$

- *Ilustración de modelo de semivarianza exponencial*

## GAUSSIAN

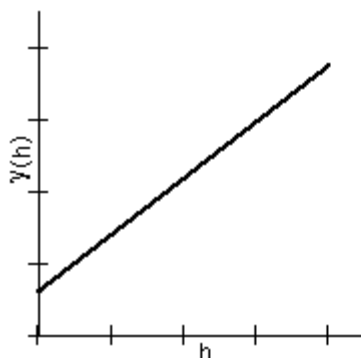


$$\gamma(\mathbf{h}) = c_0 + c \left( 1 - \exp\left(-\frac{h^2}{r^2}\right) \right) \quad h > 0$$

$$\gamma(0) = 0$$

- *Ilustración de modelo de semivarianza gaussiana*

## LINEAR



$$\gamma(\mathbf{h}) = c_0 + c \left( \frac{h}{\alpha} \right) \quad 0 < h \leq \alpha$$

$$\gamma(\mathbf{h}) = c_0 + c \quad h > \alpha$$

$$\gamma(0) = 0$$

*Ilustración de modelo de semivarianza lineal*

# Topo a ráster

- Interpola una superficie hidrológicamente correcta a partir de datos de punto, línea y polígono.
- Los mejores resultados se obtendrán si se almacenan todos los datos de entrada en el mismo sistema de coordenadas planas y tienen las mismas Z - UNITS. Los datos no proyectados (latitud–longitud) se pueden utilizar; sin embargo, los resultados pueden no ser exactos, en particular en latitudes altas.
- De topo a ráster sólo utilizará cuatro puntos de datos de entrada para la interpolación de cada celda de salida. Se ignoran todos los puntos adicionales. Si se encuentran demasiados puntos mediante el algoritmo, se puede producir un error que indica que el dataset de punto tiene demasiados puntos. La cantidad máxima de puntos que se puede utilizar es  $NRows * NCols$ , donde  $NRows$  es la cantidad de filas en el ráster de salida y  $NCols$  es la cantidad de columnas.

# Topo a ráster

- Cuando el tipo de entidad de entrada es CONTOUR, el algoritmo primero genera una morfología generalizada de la superficie basada en la curvatura de las curvas de nivel. El algoritmo entonces implementa las curvas de nivel como fuente de la información de elevación. Las curvas de nivel se adaptan mejor a los datos de gran escala donde las curvas de nivel y las esquinas son confiables indicadores de arroyos y cordones montañosos. En escalas más pequeñas puede ser igual de efectivo, y menos costoso, digitalizar puntos de esquina de curvas de nivel y utilizarlos como clase de entidad de punto de entrada.
- Representar arroyos trenzados o utilizar arcos para representar dos lados de un arroyo puede no producir resultados confiables. Los datos de los arroyos siempre tienen prioridad sobre los datos de punto o de curvas de nivel, los datos de puntos de elevación que presentan conflictos con el descenso de cada arroyo se ignoran. Los datos de los arroyos son una forma poderosa de agregar información topográfica a la interpolación, lo que asegura aún más la calidad del DEM de salida.

# Topo a ráster

- Los valores típicos para la configuración de **Tolerancia 1** y **Tolerancia 2** son:
  - Para los datos de punto a una escala 1:100.000, utilice 5,0 y 200,0.
  - Para los datos de punto con menos densidad a una escala de hasta 1:500.000, utilice 10,0 y 400,0.
  - Para los datos de curvas de nivel con un espaciado de curvas de nivel de 10, utilice 5,0 y 100,0.
- Para experimentar más fácilmente con las entradas y los parámetros, utilice el cuadro de diálogo De topo a ráster para crear un archivo de parámetros de salida, que pueda modificarse en cualquier editor de texto y utilizarse como entrada para la herramienta De topo a ráster por un archivo.

# Topo a ráster

**Topo to Raster**

**Input feature data**

Feature Layer	Field	Type

**Output surface raster**

Output cell size (optional)

Output extent (optional)

Margin in cells (optional) 20

Smallest z value to be used in interpolation (optional)

Largest z value to be used in interpolation (optional)

Drainage enforcement (optional) ENFORCE

Primary type of input data (optional) CONTOUR

Maximum number of iterations (optional) 40

**Input feature data**

The input features containing the z-values to be interpolated into a surface raster.

Each feature input can have a field specified that contains the z-values, and one of six types specified.

- <Feature Layer> — The input feature dataset.
- {Field} — The name of the field that stores the attributes, where appropriate.
- {Type} — The type of input feature dataset.

There are six types of accepted inputs:

- **POINTELEVATION** — A point feature class representing surface elevations. The field stores the elevations of the points.

# Topo to raster - parámetros

- **Parámetros**
- **in\_topo\_features / topo\_input**
  - La clase **Topo** especifica las entidades de entrada que contienen los valores z que se interpolarán en un ráster de superficie.
  - Hay seis tipos de entradas de datos aceptadas para la clase Topo: **TopoPointElevation**, **TopoContour**, **TopoStream**, **TopoSink**, **TopoBoundary**, **TopoLake**.
    - **TopoPointElevation**
      - Una clase de entidad de punto que representa elevaciones de superficie.
      - El **campo** almacena las elevaciones de los puntos.
    - **TopoContour**
      - Una clase de entidad de línea que representa curvas de nivel de elevación.
      - El **campo** almacena las elevaciones de las líneas de curvas de nivel.
    - **TopoStream**
      - Una clase de entidad de línea de las ubicaciones de arroyos. Todos los arcos deben estar orientados apuntando aguas abajo. La clase de entidad sólo debe contener arroyos de arcos simples.
    - **TopoSink**
      - Una clase de entidad de punto que representa depresiones topográficas conocidas. De topo a ráster no intentará quitar del análisis ningún punto explícitamente identificado como sumideros.
      - El **campo** utilizado debe almacenar la elevación del sumidero legítimo. Si se seleccionó NONE, sólo se usa la ubicación del sumidero.
    - **TopoBoundary**
      - Un límite es una clase de entidad que contiene un polígono simple que representa el límite exterior del ráster de salida. Las celdas en el ráster de salida fuera de este límite serán NoData. Esta opción se puede usar para recortar áreas de agua a lo largo de líneas de costa antes de hacer el ráster de salida final.

# Topo to raster - parámetros

- **TopoLake**
- Una clase de entidad poligonal que especifica la ubicación de lagos. Todas las celdas ráster de salida dentro de un lago se asignarán al valor de elevación mínimo de todas las celdas a lo largo de la costa.
- Los tipos PointElevation, Contour y Sink de entrada de entidades pueden tener un campo especificado que contiene los valores z. No hay opción de campo para los tipos de entrada Boundary, Lake o Stream.
- **cell\_size (Opcional)**
  - El tamaño de celda con el que se creará el ráster de salida.
  - Este será el valor del entorno si se establece explícitamente; de lo contrario, es el valor más bajo del ancho o de la altura de la extensión de las entidades de punto de entrada, en la referencia espacial de entrada, dividido por 250.
- **Extent (Opcional)**
  - La clase **Extensión** determina la extensión para el dataset ráster de salida.
  - La interpolación se producirá hasta los límites x e y, y las celdas afuera de esa extensión serán NoData. Para obtener mejores resultados de interpolación a lo largo de los bordes del ráster de salida, los límites x e y deben ser más pequeños que la extensión de los datos de entrada en al menos 10 celdas de cada lado.
  - La forma de la clase **Extensión** es:
  - **Extensión (XMin, YMin, XMax, YMax)**
  - donde:
    - **XMín:** la opción predeterminada es la coordenada x más pequeña de todas las entradas.

# Topo to raster - parámetros

- **YMín:** la opción predeterminada es la coordenada y más pequeña de todas las entradas.
- **XMáx:** la opción predeterminada es la coordenada x más grande de todas las entradas.
- **YMáx:** la opción predeterminada es la coordenada y más grande de todas las entradas.
- La extensión predeterminada es la más pequeña de todas las extensiones de los datos de entidad de entrada.
- **Margin (Opcional)**
  - Distancia en celdas para interpolar más allá de la extensión de salida especificada y el límite.
  - El valor debe ser mayor o igual que 0 (cero). El valor predeterminado es 20.
  - Si los datasets de entidad **Extensión** y **TopoBoundary** son los mismos que el límite de los datos de entrada (predeterminado), los valores interpolados a lo largo del borde del DEM no coincidirán bien con los datos DEM adyacentes. Esto se debe a que han sido interpolados utilizando la mitad de los datos que utilizan los puntos dentro del ráster, los cuales están circundados en todos los lados por datos de entrada. La opción **Margen** permite que se utilicen datos de entrada más allá de estos límites en la interpolación.

# Topo to raster - parámetros

- **minimum\_z\_value (Opcional)**

- El valor z mínimo que se utilizará en la interpolación.
- El valor predeterminado es 20 por ciento por debajo del valor más pequeño de todos los valores de entrada. Esta configuración rara vez debe ser menos que cero (nivel del mar).

- **maximum\_z\_value (Opcional)**

- El valor z máximo que se utilizará en la interpolación.
- El valor predeterminado es 20 por ciento por encima del valor más grande de todos los valores de entrada.

- **Enforce (Opcional)**

- El tipo de aplicación de drenaje que se utilizará.
- La opción de aplicación de drenaje se puede establecer para quitar todos los sumideros o depresiones de manera que pueda crearse un DEM hidrológicamente correcto. Si se han identificado explícitamente puntos de sumidero en los datos de entidad de entrada, estas depresiones no se completarán.
- ENFORCE — El algoritmo intentará quitar todos los sumideros que encuentra, ya sea si son "reales" o "espurios". Esta es la configuración predeterminada.
- NO\_ENFORCE — No se completará ningún sumidero.

# Topo to raster - parámetros

- ENFORCE\_WITH\_SINK — Los puntos identificados como sumideros en los datos de entidad de entrada representan depresiones topográficas conocidas y no se alterarán. Todo sumidero no identificado en los datos de entidad de entrada se considera espurio y el algoritmo intentará completarlo. Tener más de 8.000 sumideros espurios hace que la herramienta no funcione correctamente.
- **data\_type (Opcional)**
  - El tipo de datos de elevación principal de los datos de entidad de entrada.
  - CONTOUR — El tipo de datos de entrada principal será curvas de nivel de elevación. Esta es la configuración predeterminada.
  - SPOT — El tipo de entrada principal será punto.
  - Especificar la selección relevante optimiza el método de búsqueda utilizado durante la generación de arroyos y cordones montañosos.
- **maximum\_iterations (Opcional)**
  - La cantidad máxima de iteraciones de interpolación.
  - La cantidad de iteraciones debe ser mayor que cero. Un valor predeterminado de 40 es adecuado, por lo general, para los datos de curvas de nivel y de línea.
  - Un valor de 30 eliminará menos sumideros. Rara vez, los valores más altos (45–50) pueden ser útiles para eliminar más sumideros o para establecer más cordones montañosos y arroyos. La iteración se detiene para cada resolución de cuadrícula cuando se ha alcanzado la cantidad máxima de iteraciones.

# Topo to raster - parámetros

- **roughness\_penalty (Opcional)**
  - Derivada segunda cuadrada integrada como medida de rugosidad.
  - La penalización por rugosidad debe ser mayor o igual que cero. Si el tipo primario de datos de entrada es CONTOUR, el valor predeterminado es cero. Si el tipo primario de datos es SPOT, el valor predeterminado es 0,5. Por lo general, no se recomiendan los valores más grandes.
- **discrete\_error\_factor (Opcional)**
  - El factor de error discreto se utiliza para ajustar la cantidad de alisado al convertir los datos de entrada en un ráster.
  - El valor debe ser mayor que cero. El rango normal de ajuste es de 0,5 a 2 y el valor predeterminado es 1. Un valor más pequeño resulta en un suavizado de datos menor; un valor más grande provoca un suavizado mayor.
- **vertical\_standard\_error (Opcional)**
  - La cantidad de errores aleatorios en los valores z de los datos de entrada.
  - El valor debe ser mayor o igual que cero. El valor predeterminado es cero.
  - El error estándar vertical puede establecerse en un valor positivo pequeño si los datos tienen errores verticales (no sistemáticos) aleatorios significativos con varianza uniforme.

# Topo to raster - parámetros

- En este caso, establezca el error estándar vertical en la desviación estándar de estos errores. Para la mayoría de los datasets de elevación, el error vertical debe establecerse en cero pero puede establecerse en un valor positivo pequeño para estabilizar la convergencia cuando se rasterizan los datos de punto con los datos de línea de corriente.
- **tolerance\_1 (Opcional)**
  - Esta tolerancia refleja la precisión y la densidad de los puntos de elevación en relación con el drenaje de la superficie.
  - Para los datasets de punto, establezca la tolerancia en el error estándar de las alturas de los datos. Para los datasets de curvas de nivel, utilice la mitad del intervalo de curvas de nivel promedio.
  - El valor debe ser mayor o igual que cero. El valor predeterminado es 2,5 si el tipo de datos es CONTOUR y cero si el tipo de datos es SPOT.
- **tolerance\_2 (Opcional)**
  - Esta tolerancia impide el espacio de drenaje a través de barreras altas poco realistas.
  - El valor debe ser mayor que cero. El valor predeterminado es 100 si el tipo de datos es CONTOUR y 200 si el tipo de datos es SPOT.
- **out\_stream\_features (Opcional)**
  - La clase de entidad de línea de salida de las entidades de polilínea de arroyo y de las entidades de línea de cresta.

# Topo to raster - parámetros

- Las entidades de línea se crean al comienzo del proceso de interpolación. Proporciona la morfología general de la superficie para la interpolación. Se puede utilizar para verificar el drenaje y la morfología correctos al comparar los datos conocidos del arroyo y del cordón montañoso.
- **out\_sink\_features (Opcional)**
  - La clase de entidad de punto de salida de las entidades de punto de sumidero restantes.
  - Estos son los sumideros que no se especificaron en los datos de entidad de entrada de sumidero y que no se limpiaron durante la aplicación de drenaje. Ajustar los valores de las tolerancias, tolerance\_1 y tolerance\_2, puede reducir la cantidad de sumideros restantes. A menudo, los sumideros restantes indican errores en los datos de entrada que no se pudieron resolver con el algoritmo de aplicación de drenaje. Esta puede ser una forma eficiente de detectar errores de elevación sutiles.
- **out\_diagnostic\_file (Opcional)**
  - El archivo de diagnóstico de salida que incluye todas las entradas y los parámetros utilizados y la cantidad de sumideros eliminados en cada resolución e iteración.
- **out\_parameter\_file (Opcional)**
  - El archivo de parámetros de salida que incluye todas las entradas y los parámetros utilizados, que se pueden utilizar con De topo a ráster por un archivo para ejecutar la interpolación nuevamente.

# Topo to raster - parámetros

- **Valor de retorno**
  - out\_surface\_raster
    - Ráster de superficie interpolado de salida.

# Topo to raster – como funciona

- La herramienta [De topo a ráster](#) es un método de interpolación diseñado específicamente para crear modelos digitales de elevación (DEM) hidrológicamente correctos. Está basado en el programa ANUDEM desarrollado por Michael Hutchinson (1988, 1989). Consulte Hutchinson y Dowling (1991) para ver un ejemplo de una aplicación sustancial de ANUDEM y obtener referencias adicionales sobre el tema. En Hutchinson (1993) se brinda un breve resumen de ANUDEM y algunas aplicaciones. La versión actual de ANUDEM utilizada en ArcGIS es 4.6.3.
- De topo a ráster interpola los valores de elevación para un ráster mientras se imponen restricciones que aseguran:
  - Una estructura de drenaje conectado
  - La correcta representación de crestas y arroyos a partir de los datos de curvas de nivel de entrada
  - Como tal, es el único interpolador de ArcGIS diseñado específicamente para trabajar de forma inteligente con entradas de curvas de nivel.
- La herramienta [De topo a ráster por un archivo](#) es útil para ejecutar la herramienta De topo a ráster varias veces, ya que es a menudo más fácil cambiar una entrada única en el archivo de parámetros y volver a ejecutar la herramienta que volver a completar el cuadro de diálogo de la herramienta todas las veces.

# Topo to raster – como funciona

- El proceso de interpolación
- El procedimiento de interpolación se diseñó para aprovechar los tipos de datos de entrada comúnmente disponibles y las características conocidas de las superficies de elevación. Este método utiliza una técnica de interpolación de diferencia finita iterativa. Se optimiza para tener la eficacia computacional de los métodos de interpolación local, como la interpolación de distancia inversa ponderada (IDW), sin perder la continuidad de la superficie de los métodos de interpolación global, como Kriging y Spline. Es, esencialmente, una técnica de spline de lámina delgada discretizada (Wahba, 1990) a la cual se le modificó la penalización por rugosidad para permitir que el DEM ajustado siga los cambios abruptos en el terreno, como arroyos y crestas.
- El agua es la principal fuerza erosiva que determina la forma general de la mayoría de los paisajes. Es por esto que la mayoría de los paisajes tienen varias cumbres (máximos locales) y pocos sumideros (mínimos locales), lo que resulta en un patrón de drenaje conectado. De topo a ráster utiliza este conocimiento de las superficies e impone restricciones al proceso de interpolación que resulta en una estructura de drenaje conectado y la correcta representación de crestas y arroyos. Esta condición de drenaje impuesto produce superficies con mayor precisión y menos datos de entrada. La cantidad de datos de entrada puede ser de hasta un orden de magnitud menor que lo que se requiere normalmente para describir de manera adecuada una superficie con curvas de nivel digitalizadas, lo que minimiza aún más las expensas de obtener DEM confiables. La condición de drenaje global también elimina prácticamente cualquier necesidad de edición o postproceso para quitar los sumideros espurios de la superficie generada.

# Topo to raster – como funciona

- El programa actúa de manera conservadora en la eliminación de sumideros y no impone condiciones de drenaje en las ubicaciones que podrían contradecir los datos de elevación de entrada. Estas ubicaciones suelen aparecer en el archivo de diagnóstico como sumideros. Utilice esta información para corregir los errores en los datos, en particular cuando procesa datasets de gran tamaño.
- **El proceso de aplicación de drenaje**
- El propósito del proceso de aplicación de drenaje es quitar todos los puntos de sumideros en el DEM de salida que no se identificaron como sumideros en el dataset de entidades de sumidero 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 (Goodchild y Mark, 1987).
- El algoritmo de aplicación de drenaje intenta eliminar los sumideros espurios modificando el DEM, infiriendo las líneas de drenaje a través del punto de collado más bajo en el área de drenaje que circunda cada sumidero espurio. No intenta eliminar los sumideros reales suministrados por la función Sumidero. Como la eliminación de sumideros está sujeta a la tolerancia de elevación, el programa es conservador al intentar eliminar los sumideros espurios. Es decir, no elimina los sumideros espurios que puedan contradecir los datos de elevación de entrada por más del valor de Tolerancia 1.
- La aplicación de drenaje también se puede complementar con la incorporación de los datos de línea de corriente. Esto es útil cuando se requiere una ubicación más precisa de los arroyos.

# Topo to raster – como funciona

- Es posible desactivar la aplicación de drenaje, en cuyo caso, se ignora el proceso de eliminación de sumideros. Esto puede ser útil si tiene datos de curvas de nivel de algo diferente a la elevación (por ejemplo, la temperatura) para los que desea crear una superficie.
- **Uso de los datos de curvas de nivel**
- Las curvas de nivel eran originalmente el método más común para el almacenamiento y la presentación de la información de elevación. Lamentablemente, este método también es el más difícil de utilizar de manera adecuada con las técnicas de interpolación general. La desventaja radica en el submuestreo de la información entre las curvas de nivel, en especial en las áreas de relieve bajo.
- Al comienzo del proceso de interpolación, De topo a ráster emplea información inherente a las curvas de nivel para construir un modelo de drenaje generalizado. Al identificar las áreas de curvatura local máxima en cada curva de nivel, se identifican las áreas de pendiente más empinada y se crea una red de arroyos y crestas (Hutchinson, 1988). Esta información se utiliza para garantizar propiedades hidromorfológicas adecuadas del DEM de salida y también para verificar la precisión del DEM de salida.
- Una vez que se determina la morfología general de la superficie, los datos de curvas de nivel también se utilizan en la interpolación de valores de elevación en cada celda.
- Cuando estos datos se usan para interpolar información de elevación, se leen y generalizan todos los datos de curvas de nivel. Se lee un máximo de 50 puntos de datos de estas curvas de nivel dentro de cada celda. Después de la resolución final, se utiliza sólo un punto crítico para cada celda. Por esta razón, es redundante tener una densidad de curvas de nivel con varias curvas de nivel que cruzan las celdas de salida.

# Topo to raster – como funciona

- **Interpolación de varias resoluciones**
- El programa utiliza un método de interpolación de varias resoluciones, que comienza con un ráster grueso y sigue con la resolución más fina especificada por el usuario. En cada resolución, se aplican las condiciones de drenaje, se lleva a cabo la interpolación y se registra la cantidad de sumideros restantes en el archivo de diagnóstico de salida.
- Procesar datos de arroyos
- La herramienta De topo a ráster requiere que los datos de la red de arroyos tengan todos los arcos apuntando hacia abajo y que no haya polígonos (lagos) o arroyos trenzados en la red.
- Los datos de arroyos deben estar compuestos por arcos individuales en un patrón dendrítico, con todos los arroyos trenzados, bancos de arroyos paralelos, polígonos de lago, etc. limpiados a través de la edición interactiva. Al editar polígonos de lago fuera de la red, se debe ubicar un arco individual desde el principio al final del área contenida. El arco debe seguir la ruta de un lecho fluvial histórico si se conoce o existe uno. Si se conoce la elevación del lago, el polígono del lago y su elevación se pueden utilizar como entrada de CURVA DE NIVEL.
- Para visualizar la dirección de las secciones de línea, cambie la Simbología a la opción Flecha en el extremo. Con esta opción se dibujarán las secciones de línea con un símbolo de flecha que muestra las direcciones de las líneas.
- Crear rásteres adyacentes y realizar mosaicos con ellos

# Topo to raster – como funciona

- A veces es necesario crear DEM a partir de teselas adyacentes de datos de entrada. Generalmente, esto ocurre cuando las entidades de entrada se derivan de una serie de hojas de mapa o cuando, debido a limitaciones de memoria, los datos de entrada deben procesarse en varias partes.
- El proceso de interpolación utiliza datos de entrada de las áreas circundantes para definir la morfología y el drenaje de la superficie, e interpolar los valores de salida. Sin embargo, los valores de celda de los bordes de cualquier DEM de salida no son tan confiables como los del área central ya que están interpolados con la mitad de la información.
- Para realizar las predicciones más precisas en los bordes del área de interés, la extensión de los datasets de entrada debe ser mayor que el área de interés. El parámetro **Margen en celdas** proporciona un método para acortar los bordes de los DEM de salida según una distancia especificada por el usuario. Los bordes de las áreas superpuestas deben tener al menos 20 celdas de ancho.
- Debe haber un poco de superposición de los datos de entrada en las áreas adyacentes cuando se combinan varios DEM de salida en un ráster único. Sin esta superposición, es posible que los bordes de los DEM fusionados no sean suaves. Las extensiones de los datasets de entrada de cada una de las interpolaciones deben tener un área aún más grande que si sólo se fuera a hacer una interpolación para una interpolación simple, de forma de asegurar que los bordes se puedan prever de manera tan precisa como sea posible.
- Después de crear los DEM, se pueden combinar mejor utilizando la herramienta de geoprocésamiento [Mosaico](#) con las opciones Combinar o Valor medio. Esta función proporciona opciones para administrar áreas superpuestas a fin de suavizar la transición entre los datasets.

# Topo to raster – como funciona

- **Evaluar la salida**

- Cada superficie creada se debe evaluar para asegurar que los datos y parámetros suministrados al programa resulten en una representación realista de la superficie. Hay varias formas de evaluar la calidad de una superficie de salida, según el tipo de entrada disponible para crear la superficie.
- La evaluación más común es crear curvas de nivel a partir de la superficie nueva con la herramienta [Curva de nivel](#) y compararlas con los datos de curvas de nivel de entrada. Es mejor crear estas curvas de nivel nuevas a la mitad del intervalo de la curva de nivel original para examinar los resultados entre éstas. Dibujar las curvas de nivel originales y las nuevas una sobre la otra puede ayudar a identificar los errores de interpolación.
- Otro método de comparación visual es comparar la cubierta opcional de drenaje de salida con arroyos y crestas conocidos. La clase de entidad de drenaje contiene los arroyos y las crestas que se generaron mediante el programa durante el proceso de aplicación de drenaje. Estos arroyos y crestas deben coincidir con los arroyos y las crestas conocidos del área. Si se utilizó una clase de entidad de arroyo como entrada, los arroyos de salida deben superponerse casi perfectamente con los arroyos de entrada, aunque pueden ser levemente más generalizados.
- Un método común para evaluar la calidad de una superficie generada es retener un porcentaje de los datos de entrada del proceso de interpolación. Después de generar la superficie, la altura de estos puntos conocidos se puede sustraer de la superficie generada para examinar con qué precisión la superficie nueva representa la superficie real. Estas diferencias se pueden usar para calcular una medida de error para la superficie, como el error cuadrático medio (RMS).

# Topo to raster – como funciona

- El archivo de diagnóstico opcional se puede usar para evaluar con qué efectividad los ajustes de tolerancia eliminan los sumideros de los datos de entrada. Disminuir los valores de las tolerancias puede hacer que el programa se comporte de forma más conservadora al eliminar los sumideros.
- **Influencia de las curvas de nivel**
- Existe una influencia menor en el algoritmo de interpolación que hace que las curvas de nivel de entrada tengan un efecto más fuerte en la superficie de salida en la curva de nivel. Esta influencia puede resultar en un aplanamiento leve de la superficie de salida cuando cruza la curva de nivel. Esto puede generar resultados confusos al calcular la curvatura del perfil de la superficie de salida pero no es notable de otro modo.
- **Causas posibles de problemas con De topo a ráster**
- No hay recursos de sistemas suficientes disponibles. Los algoritmos utilizados en la herramienta De topo a ráster contienen tanta información como es posible en la memoria durante el procesamiento. Esto permite acceder simultáneamente a los datos de punto, de curvas de nivel, de sumidero, de arroyo y de lago. Para facilitar el procesamiento de datasets grandes, se recomienda cerrar las aplicaciones innecesarias antes de ejecutar la herramienta para liberar memoria RAM física. También es importante tener cantidades suficientes de espacio de intercambio del sistema en el disco.

# Topo to raster – como funciona

- La curva de nivel o el punto de entrada puede ser demasiado denso para el tamaño de la celda de salida especificado. Si una celda de salida cubre varias curvas de nivel o puntos de entrada, el algoritmo podría no poder determinar el valor de esa celda. Para resolver esto, intente una de las siguientes opciones:
  - Disminuya el tamaño de la celda, luego, realice un remuestreo al tamaño más grande de celda después de De topo a ráster.
  - Rasterice las secciones más pequeñas de los datos de entrada utilizando la Extensión de salida y el Margen en celdas. Ensamble los rásteres de componentes resultantes con la herramienta Mosaico.
  - Recorte los datos de entrada en secciones superpuestas y ejecute De topo a ráster en cada sección por separado. Ensamble los rásteres de componentes resultantes con la herramienta Mosaico.
- La aplicación de un interpolador de superficie puede no ser consistente con el dataset de entrada. Por ejemplo, la herramienta fallará si hay una entrada de sumideros con más puntos que las celdas que habrá en el ráster de salida. Las fuentes de datos muestreados densamente, tales como los datos LiDAR, pueden tener problemas similares. Usar la opción NO\_ENFORCE puede ayudar en este caso, pero es importante comprender adecuadamente cómo funciona el interpolador para evitar una aplicación incorrecta.

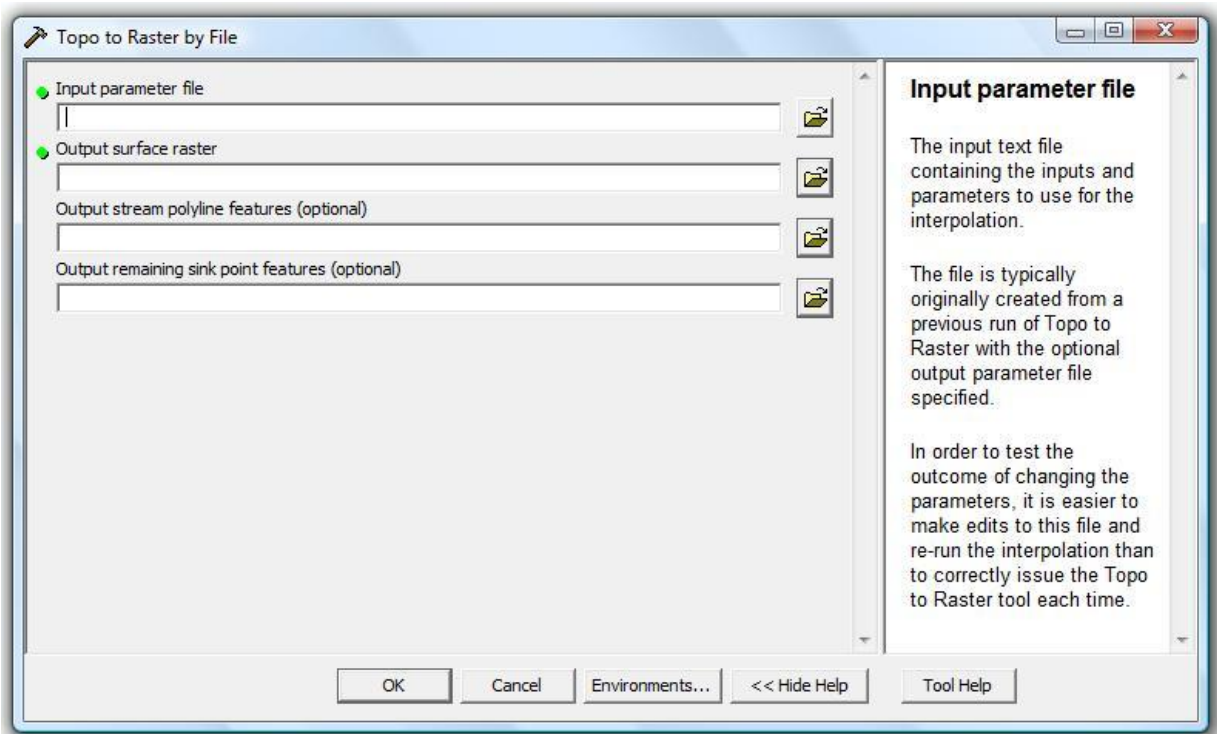
# Topo a ráster por archivo

- Interpola una superficie de ráster hidrológicamente correcta a partir de datos de punto, línea y polígono mediante el uso de parámetros especificados en un archivo.
- El archivo de parámetros se estructura con los dataset de entrada que se incluyen en primer lugar, seguido por varias configuraciones de parámetro y luego las opciones de salida.
- Los datos de entrada identifican los dataset de entrada y, según corresponda, los campos. Hay seis tipos de entradas: **Curvas de nivel, puntos, sumideros, arroyos, lagos y límites.** Puede utilizar tantas entradas como desee, dentro de lo razonable. El orden en el que se introducen las entradas no tiene ninguna relación con el resultado. <Ruta> indica una ruta a un dataset, <Elemento> indica un nombre de un campo y <#> indica un valor que se escribirá.
- La siguiente tabla incluye todos los parámetros, la definición de cada uno y su sintaxis.
- **Curvas de nivel**
  - Dataset de línea de curvas de nivel con elemento que contiene valores de altura.
    - Curva de nivel <Ruta> <Elemento>

# Topo a ráster por archivo

- Interpola una superficie de ráster hidrológicamente correcta a partir de datos de punto, línea y polígono mediante el uso de parámetros especificados en un archivo.
- El archivo de parámetros se estructura con los dataset de entrada que se incluyen en primer lugar, seguido por varias configuraciones de parámetro y luego las opciones de salida.
- Los datos de entrada identifican los dataset de entrada y, según corresponda, los campos. Hay seis tipos de entradas: **Curvas de nivel, puntos, sumideros, arroyos, lagos y límites**. Puede utilizar tantas entradas como desee, dentro de lo razonable. El orden en el que se introducen las entradas no tiene ninguna relación con el resultado. <Ruta> indica una ruta a un dataset, <Elemento> indica un nombre de un campo y <#> indica un valor que se escribirá.
- La siguiente tabla incluye todos los parámetros, la definición de cada uno y su sintaxis.
- **Curvas de nivel**
  - Dataset de línea de curvas de nivel con elemento que contiene valores de altura.
    - Curva de nivel <Ruta> <Elemento>

# Topo a ráster por archivo



# Topo a ráster por archivo - Parámetros

- **Puntos**

- Dataset de punto con elemento que contiene valores de altura.
  - Punto <Ruta> <Elemento>

- **Sumideros**

- Dataset de punto que contiene ubicaciones de sumideros. Si el dataset tiene valores de elevación para los sumideros, especifique el nombre del campo como el <Elemento>. Si sólo se utilizarán ubicaciones de sumideros, utilice NONE para <Elemento>.
  - Sumidero <Ruta> <Elemento>

- **Arroyos**

- Dataset de línea de corriente. Los valores de altura no son necesarios.
  - Arroyo <Ruta>

- **Lagos**

- Dataset de polígono de lago. Los valores de altura no son necesarios.

- **Límite**

- Dataset de polígono de límite. Los valores de altura no son necesarios.

- **Aplicar**

- Controla si se aplica la aplicación de drenaje.

# Topo a ráster por archivo - Parámetros

- **Tipo de datos**
  - Tipo primario de datos de entrada
- **Iteraciones**
  - La cantidad máxima de iteraciones que realiza el algoritmo.
- **Penalización por rugosidad**
  - La medida de rugosidad de la superficie.
- **Factor del error de discretización**
  - La cantidad para ajustar el suavizado de datos de los datos de entrada en un ráster.
- **Error estándar vertical**
  - La cantidad de errores aleatorios en los valores z de los datos de entrada.
- **Tolerancias**
  - La primera refleja la precisión de los datos de elevación en relación con el drenaje de la superficie y la otra impide el espacio de drenaje a través de barreras altas poco realistas.
- **Límites Z**
  - Límites de altura superior e inferior.
- **Extensión**
  - x mínima, y mínima, x máxima e y máxima y límites de coordenadas.

# Topo a ráster por archivo - Parámetros

- **Tamaño de celda**
  - La resolución del ráster de salida final.
- **Margen**
  - Distancia en celdas para interpolar más allá de la extensión de salida especificada y el límite.
- **Entidades de arroyo de salida**
  - Sólo utilice esta opción si **Entidades de polilínea de arroyo de salida** se establece en el cuadro de diálogo De topo a ráster por un archivo.
- **Entidades de sumidero de salida**
  - Sólo utilice esta opción si **Entidades de puntos de sumideros restantes de salida** está establecida en el cuadro de diálogo De topo a ráster por un archivo.
    - OUT\_SINK
- **Archivo de diagnóstico de salida**
  - La ubicación y el nombre del archivo de diagnóstico.
    - OUT\_DIAGNOSTICS <Ruta>
- No especifique nombres de rutas de acceso para los dataset de entidad de salida opcional en el archivo del parámetros. Utilice **Entidades de polilínea de arroyo de salida** y **Entidades de punto de sumideros restantes de salida** en el cuadro de diálogo de la herramienta para identificar estas salidas.

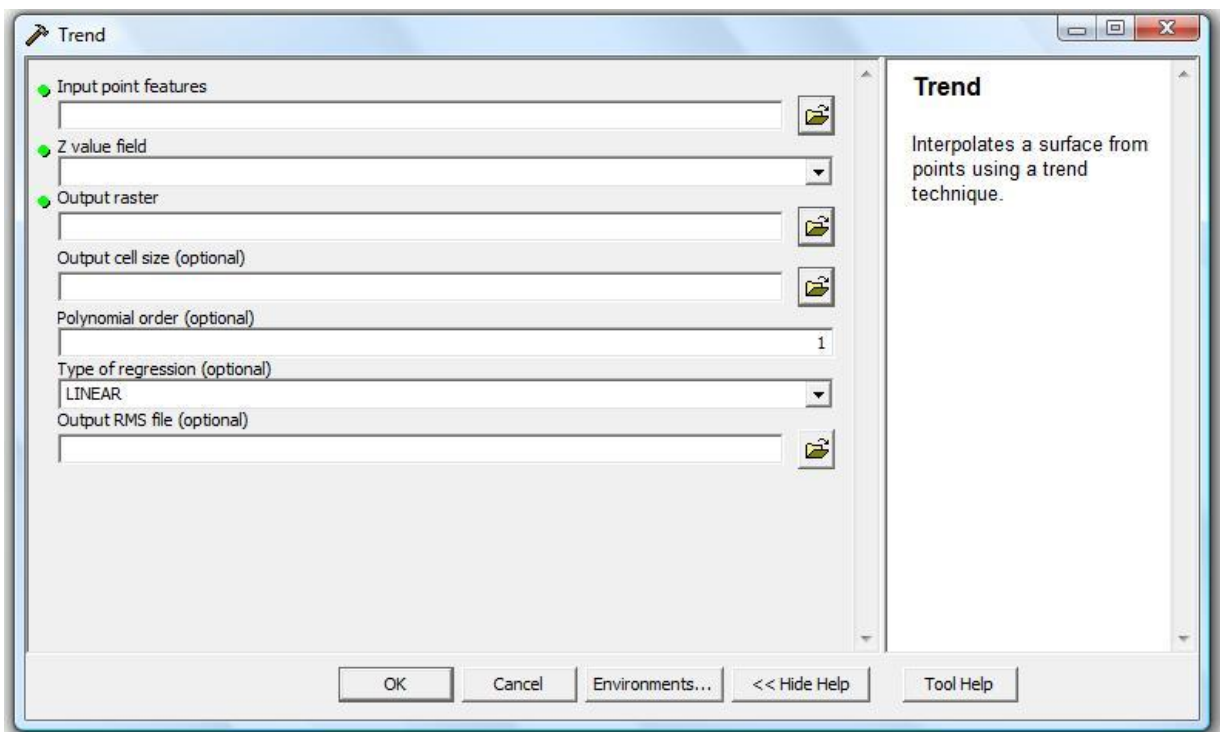
# Tendencia

- Interpola una superficie de ráster a partir de puntos utilizando una técnica de tendencia.
- A medida que aumenta el orden de la función polinómica, la superficie que se ajusta se vuelve cada vez más compleja. Una función polinómica de mayor orden no siempre generará la superficie más precisa, esto depende de los datos.
- La salida del archivo RMS opcional contiene información sobre el error RMS (error cuadrático medio) de la interpolación. Esta información se puede utilizar para determinar el mejor valor para el orden de la función polinómica, cambiando el valor del orden hasta obtener el error RMS más bajo. Consulte [Cómo funciona Tendencia](#) para obtener información sobre el archivo RMS.
- Para la opción LOGISTIC de **Tipo de regresión**, el campo valor z de las entidades de punto de entrada debe tener códigos de cero (0) y uno (1).
- Algunos datasets de entrada pueden tener algunos puntos con las mismas coordenadas x,y. Si los valores de los puntos de una ubicación común son los mismos, se consideran duplicados y no afectan a la salida. Si los valores son diferentes, se consideran puntos "coincidentes".

# Tendencia

- Las distintas herramientas de interpolación pueden manejar esta condición de datos de maneras distintas. Por ejemplo, en algunos casos el primer punto coincidente encontrado se utiliza para el cálculo; en otros casos, se utiliza el último punto encontrado. Esto puede causar que algunas ubicaciones del ráster de entrada tengan valores distintos a los que puede esperar. La solución es preparar los datos quitando estos puntos coincidentes. La herramienta [Adquirir eventos](#) de la caja de herramientas de Estadística espacial es útil para identificar cualquier punto coincidente en los datos.

# Tendencia



# Tendencia - Parámetros

- **in\_point\_features**

- Entidades de punto de entrada que contienen los valores z que se interpolarán en un ráster de superficie.
  - Feature Layer

- **z\_field**

- Campo que contiene un valor de altura o magnitud para cada punto.
- Puede ser un campo numérico o el campo Forma si las entidades de punto de entrada contienen valores z.
- Si el tipo de regresión es logística, los valores en el campo sólo pueden ser 0 o 1.
  - Field

- **cell\_size (Opcional)**

- El tamaño de celda con el que se creará el ráster de salida.
- Este será el valor del entorno si se establece explícitamente; de lo contrario, es el valor más bajo del ancho o de la altura de la extensión de las entidades de punto de entrada, en la referencia espacial de entrada, dividido por 250.
  - Analysis cell size

- **Order (Opcional)**

- El orden de la función polinómica.
- Debe ser un entero entre 1 y 12. Un valor de 1 ajustará un plano chato a los puntos y un valor más grande ajustará una superficie más compleja. El valor predeterminado es 1.

- **Long**

# Tendencia - Parámetros

- **regression\_type (Opcional)**

- El tipo de regresión que se va a realizar.
- LINEAR — La regresión polinómica se ejecuta para ajustar una superficie de mínimos cuadrados al conjunto de puntos de entrada. Esto se aplica para tipos de datos continuos.
- LOGISTIC — Se realiza el análisis de superficie de tendencia logística. Genera una superficie de probabilidad continua para tipos de datos binarios o dicótomos.
  - String

- **out\_rms\_file (Opcional)**

- El nombre del archivo para el archivo de texto de salida que contiene información sobre el error RMS y el chi-cuadrado de la interpolación.
- La extensión debe ser ".txt".
  - File

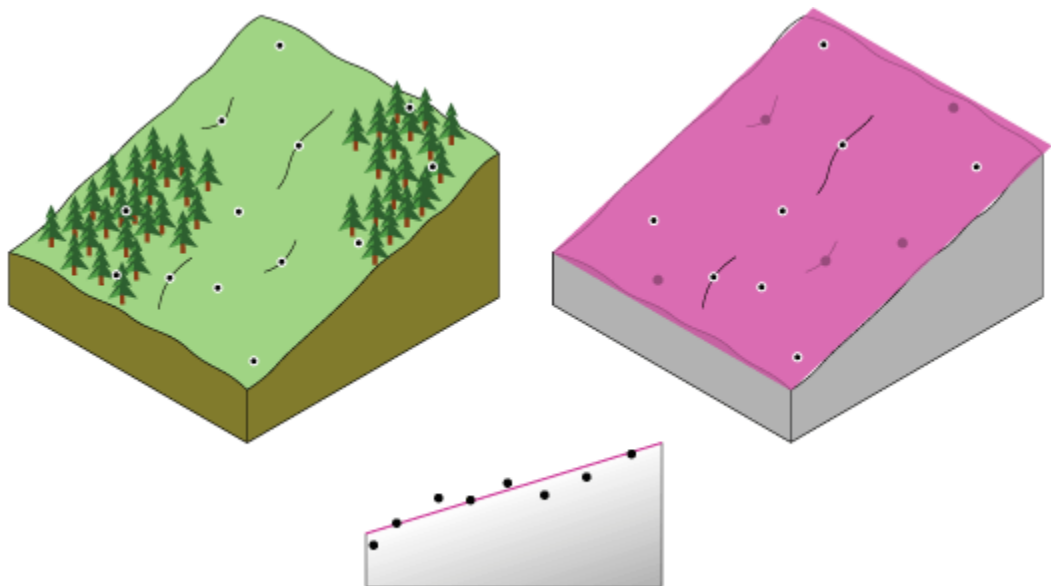
- **Valor de retorno**

- **out\_raster**

- Ráster de superficie interpolado de salida.
  - Raster

# Tendencia – Como funciona

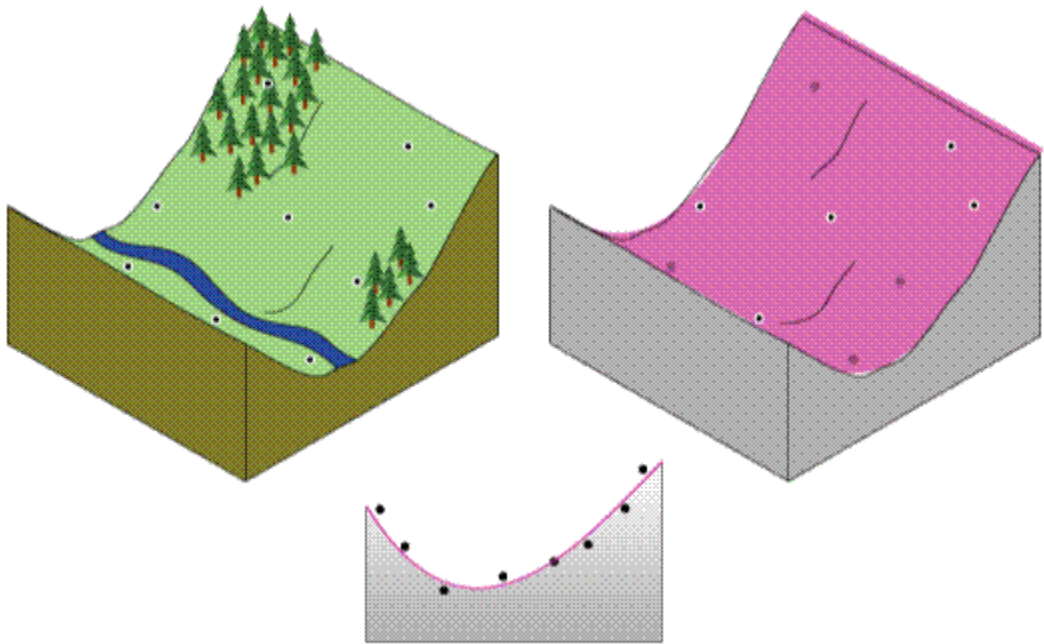
- Conceptualmente, la interpolación por tendencia es como tomar un trozo de papel y ajustarlo entre puntos elevados (a la altura de valor). Esto se demuestra en el siguiente diagrama con un conjunto de puntos de elevación de muestra tomados en una colina con pendiente suave. El trozo de papel está en color magenta.



Un trozo de papel plano no capturará de manera precisa un paisaje que contiene un valle. Sin embargo, si dobla el trozo de papel una vez, obtendrá un ajuste mucho mejor.

## Tendencia – Como funciona

- Agregar un término a la fórmula matemática produce un resultado similar, una curvatura en el plano. Un plano chato (sin doblez en el trozo de papel) es una función polinómica de primer orden (lineal). Si se agrega una curvatura es una función polinómica de segundo orden (cuadrática), si se agregan dos curvaturas es de tercer orden (cúbica), y así sucesivamente, hasta un máximo de 12 curvaturas permitidas en ArcGIS Spatial Analyst. En la siguiente imagen se muestra conceptualmente una función polinómica de segundo orden ajustada a un valle.



- El trozo de papel rara vez pasará por los puntos medidos reales, por lo que la interpolación por tendencia es un interpolador inexacto. Algunos puntos estarán por encima del trozo de papel y otros por debajo. Sin embargo, si suma a qué distancia está cada punto por encima del trozo de papel y a qué distancia está cada punto por debajo del trozo de papel, ambas sumas deberían ser similares. La superficie, en color magenta, se obtiene utilizando un ajuste de regresión por mínimos cuadrados.

# Tendencia – Como funciona

- La superficie resultante minimiza las diferencias cuadradas entre los valores elevados y el trozo de papel.
- Cuanto menor sea el error cuadrático medio (RMS), más precisa será la representación de los puntos de entrada en la superficie interpolada. Las funciones polinómicas más comunes son las de primer a tercer orden. La interpolación de superficie de tendencia crea superficies lisas.
- **Cuándo utilizar la interpolación por tendencia**
- La interpolación por tendencia produce como resultado una superficie suave que representa las tendencias graduales en la superficie sobre el área de interés. Este tipo de interpolación se puede usar para:
  - Ajustar una superficie a los puntos de muestra cuando la superficie varía gradualmente de una región a otra sobre el área de interés, por ejemplo, contaminación sobre un área industrial.
  - Examinar o quitar los efectos de las tendencias de largo alcance o globales. En estas circunstancias, la técnica suele denominarse análisis de superficie de tendencia.
  - La interpolación por tendencia crea una superficie que varía en forma gradual utilizando funciones polinómicas de bajo orden que describen un proceso físico, por ejemplo, contaminación y dirección del viento.

# Tendencia – Como funciona

- Sin embargo, cuanto más compleja sea la función polinómica, más difícil será atribuirle un significado físico. Además, las superficies calculadas son muy susceptibles a los valores atípicos (valores extremadamente altos y bajos), en especial en los bordes.
- Tipos de interpolación por tendencia
- Hay dos tipos básicos de interpolación por tendencia: lineal y logística.
- **Tendencia lineal**
- El interpolador de superficie de tendencia LINEAL crea un ráster de punto flotante. Utiliza una regresión polinómica para ajustar una superficie de mínimos cuadrados a los puntos de entrada. La opción LINEAR le permite controlar el orden de la función polinómica utilizada para ajustar la superficie. Para comprender la opción LINEAR de la herramienta Tendencia, piense en una función polinómica de primer orden. Una interpolación de superficie de tendencia lineal de primer orden realiza un ajuste por mínimos cuadrados de un plano al conjunto de puntos de entrada.
- La interpolación de superficie de tendencia crea superficies lisas. La superficie generada rara vez pasará por los puntos de datos originales, porque realiza un mejor ajuste para la superficie completa. Cuando se utiliza una función polinómica con un parámetro {order} mayor que uno, el interpolador puede generar un ráster cuyo mínimo y máximo superen el mínimo y máximo del archivo de entrada de los datos de entidad de entrada.

# Tendencia – Como funciona

- **Tendencia logística**

- La opción LOGISTIC para generar una superficie de tendencia es adecuada para la predicción de la presencia o ausencia de un determinado fenómeno (en la forma de probabilidad) en un determinado conjunto de ubicaciones (x,y) en el espacio. El valor z es una variable aleatoria categorizada con sólo dos resultados posibles, por ejemplo, la existencia de una especie en peligro o la inexistencia de esa especie. Estos dos valores z se codifican como uno y cero, respectivamente. La opción LOGISTIC crea una cuadrícula de probabilidad continua con valores de celda entre uno y cero.
- Se utiliza una estimación de posibilidades máxima para calcular el modelo de superficie de probabilidad no lineal sin tener que convertir primero el modelo a la forma lineal.
- Archivo RMS de salida
- En el archivo de error RMS se guarda el error cuadrático medio de la interpolación comparando el valor de las ubicaciones en el dataset de entrada con el valor de esas mismas ubicaciones en la superficie de ráster interpolada.
- El valor del error RMS se puede usar para determinar el mejor valor para usar en el parámetro {order} de la interpolación al cambiar el valor del orden hasta que obtiene el error RMS más bajo. También se registra el valor de chi cuadrado.