**Análisis de elevaciones, densidad, cobertura y radio de acción de estaciones terrestres**

Los catálogos de estaciones terrestres contienen el atributo de elevación o altitud, que debe ser validado a partir de los modelos digitales de elevación, DEM, para su uso posterior en la implementación de métodos de imputación de datos faltantes por relaciones espaciales.

*Tenga en cuenta que, en este video se realiza una explicación general del procedimiento a realizar, y que el procedimiento detallado para completar las actividades requeridas, se encuentra en la guía de clase disponible en el enlace de la descripción.*

**Objetivos**

* Obtener las cotas de las estaciones a partir de los modelos satelitales digitales de elevación, ASTER, SRTM y ALOS.
* Analizar la correspondencia entre las elevaciones presentadas en el campo altitud del IDEAM, y las elevaciones obtenidas a partir de modelos satelitales.
* Utilizando páiton, clasificar las estaciones terrestres por piso térmico, a partir de cortes convencionales cada 1000 metros sobre el nivel del mar, y los cortes definidos por Caldas en 1802.
* Estimar la densidad promedio de estaciones por kilómetro cuadrado, el cubrimiento promedio en kilómetro cuadrados por estación, y el radio de acción dentro del área aferente de la zona de estudio, y dentro del polígono de la zona hidrográfica 28, correspondiente al Cesar - Colombia.
* Definir las elevaciones de las estaciones, que posteriormente se utilizarán como referencia en los algoritmos de imputación o completado de datos faltantes, a partir de relaciones geográficas.

**Conceptos generales de arreglos de datos para clasificación de estaciones por pisos térmicos**

Para la clasificación de las estaciones por piso térmico, utilizaremos los valores de corte mostrados en las tablas disponibles en pantalla.

**Procedimiento general**

El diagrama mostrado en pantalla, contiene el procedimiento general, para la obtención de las elevaciones de las estaciones de la zona de estudio, la asociación a pisos térmicos y los análisis de densidad, cubrimiento y radio de acción.

Para iniciar, en un mapa cargue el catálogo de estaciones integrado con cubrimiento sobre la zona de estudio y los polígonos de envolventes de la zona de estudio y zona de estudio buffer.

Simbolice las estaciones por colores graduados a partir del campo altitud del IDEAM, por el método de representación Intervalo Definido en 3 clases, utilizando tamaños de intervalo cada 1000 metros sobre el nivel del mar, y utilice el esquema de color continuo de amarillo a rojo. Desde el menú desplegable de más opciones, active la visualización de estadísticos, podrá observar que para las 440 estaciones utilizadas en la zona de estudio, el rango de las elevaciones se encuentra entre 1 y 2700 metros, con elevaciones medias de 204.98 metros, y desviación estándar de 328.84 metros, lo que indica que mayoritariamente las estaciones utilizadas se encuentran en la zona de llanura.

En el panel de simbología, de clic en la pestaña Histogram, podrá observar las barras o bandas que representan las estaciones en cada clase, y la localización del valor promedio.

Abra la tabla de atributos de la capa, y dando clic derecho en la columna de atributos del campo altitud, cree una estadística que incluya un histograma de 12 bandas, y muestre la localización de la media, la mediana, la desviación estándar, y el gráfico de distribución normal. En esta gráfica podrá analizar que mayoritariamente las estaciones se encuentran en cotas bajas. Seleccione las 6 primeras barras, en el estadístico podrá observar, que de las 440 estaciones, 409 se encuentran entre las cotas 1 y 600 metros sobre el nivel del mar. En el mapa podrá observar las localizaciones de estas estaciones, y en la zona del costado derecho podrá observar que por encima de la cota 600, existen pocas estaciones.

Cargue al proyecto los modelos digitales de elevación, ASTER, SRTM y ALOS, represente estos modelos por relieve sombreado utilizando el esquema de color continuo de negro a blanco.

Utilizando la herramienta Extract Multi Values to Points de Arc GIS, obtenga simultáneamente los valores de elevación de los 3 modelos digitales de elevación.

Para cada uno de los campos de atributos de elevación obtenidos, genere estadísticas detalladas y evalúe los rangos de valores. Las elevaciones de las estaciones obtenidas a partir del DEM ASTER, presentan valores entre 5 y 2567 metros, con media en 214.7 metros, y desviación estándar de 358.2 metros. Seleccionando las 3 primeras bandas, podrá observar que de las 440 estaciones, 405 se encuentran entre 5 y 627 metros sobre el nivel del mar.

Las elevaciones de las estaciones obtenidas a partir del DEM SRTM, presentan valores entre 0 y 2564 metros, con media en 216.6 metros, y desviación estándar de 357.4 metros. Seleccionando las 3 primeras bandas, podrá observar que de las 440 estaciones, 405 se encuentran entre 0 y 636 metros sobre el nivel del mar.

Las elevaciones preliminares de las estaciones obtenidas a partir del DEM ALOS, presentan valores entre -9999 y 2568 metros, con media en 192.1 metros, y desviación estándar de 604.4 metros. Como observa en la gráfica, 1 de las estaciones, ha obtenido un valor de -9999, que indica que no se ha podido obtener la elevación a partir del DEM.

Desde la tabla de atributos, dando doble clic en la cabecera del campo, DEM ALOS, ordene ascendentemente las elevaciones y luego dando doble clic en el registro de la estación, localice la estación en pantalla que corresponde a SAN FRANCISCO, y asigne manualmente el valor de la elevación utilizando como referencia la celda más próxima de la grilla ALOS, con 128 metros sobre el nivel del mar.

Regrese a la estadística de campo, podrá observar que las elevaciones de las estaciones obtenidas a partir del DEM ALOS, asignando manualmente la elevación a una de las estaciones, presentan valores entre -6 y 2568 metros, con media en 215.2 metros, y desviación estándar de 358.1 metros. Seleccionando las 3 primeras bandas, podrá observar que de las 440 estaciones, 404 se encuentran entre 0 y 602 metros sobre el nivel del mar.

En la siguiente tabla resumen, se muestran los valores de elevación IDEAM y los obtenidos a partir de los modelos digitales de elevación. Como puede observar, existe una diferencia importante entre el máximo de las elevaciones del IDEAM, con respecto al máximo de las elevaciones obtenidas a través de los modelos digitales de elevación, DEM. Tenga en cuenta que las elevaciones, han sido obtenidas en las localizaciones disponibles de la red de estaciones del catálogo nacional, y estas pueden no estar actualizadas, por lo que el valor de elevación, puede corresponder a una localización diferente.

En la tabla de contenido, de clic derecho sobre la capa de estaciones y seleccione la opción de creación de gráficos, Scatter Plot Matrix, para crear un gráfico de dispersión, que permita comparar los valores de las diferentes elevaciones obtenidas. Como puede observar en la ilustración, existe una alta correspondencia entre los valores de las elevaciones obtenidas a partir de las grillas DEM, y dispersión y valores atípicos al comparar las elevaciones del IDEAM, con las obtenidas satelitalmente. Análisis adicionales relacionados con la obtención de erre cuadrado, el coeficiente de correlación de Pearson, y la localización de valores atípicos, son presentados en la guía de clase.

**Clasificación por pisos térmicos**

Para la clasificación por pisos térmicos, cree en la tabla de atributos del archivo de formas de estaciones de la zona de estudio, los campos de atributos mostrados en pantalla.

Utilizando la calculadora de campo y utilizando el script de páiton mostrado en pantalla, calcule el rango de elevación al cual pertenece cada estación y su etiqueta de datos, a partir de las elevaciones obtenidas del modelo digital de elevación, ALOS PALSAR. Para utilizar la clasificación convencional, definir la variable, termal level\_caldas, igual a False, y para la clasificación Caldas, definir termal level caldas, igual a True.

Simbolice las estaciones por valores únicos a partir del campo de atributos Ther L C l, de la clasificación numérica Caldas.

Desde la simbología de representación por valores únicos, para los campos de atributos Ther L C v, y Ther L C l, obtenga el total de estaciones para cada rango. Como observa en las gráficas y tablas anteriores, las estaciones de la zona de estudio se encuentran predominantemente en el piso térmico Cálido, y algunas de ellas se encuentran en el piso térmico templado, y muy pocas en el piso térmico frío sobre la cordillera oriental de Colombia.

**Análisis de densidad, cobertura y radio de acción**

Utilizando la herramienta, Calculate Geometry Attributes, calcule el área espacial y el perímetro del polígono de aferencia de la Zona de Estudio, utilice el sistema de proyección de coordenadas, MAGNA Colombia CTM12. Para el polígono de aferencia, el área espacial es cuarenta y ocho mil, setecientos cuarenta punto 36 kilómetros cuadrados.

En la tabla de atributos del polígono aferente, cree los atributos mostrados en pantalla. En la tabla de atributos, asigne el número de estaciones en los campos Stations=440, StatnsRain=139, StatnsTemp=42 y StatnsEvap=41. Estos valores fueron obtenidos al inicio de la sección 3 de este curso.

Utilizando la herramienta, Calculate Field, disponible en la cabecera de cada campo de atributos, calcule los valores de los campos creados, con las fórmulas mostradas en pantalla.

Como observa en la tabla, los valores de densidad corresponden a valores inferiores a 1 por e a la menos 3, lo cual dimensionalmente no permite obtener un indicio claro, de sí el número de estaciones es suficiente para realizar un análisis espacial adecuado de los diferentes parámetros climatológicos, por otra parte, la cobertura es un indicador significativo, a partir del cual, se puede deducir que para la red completa de estaciones seleccionada, la cobertura en kilómetros cuadrados por cada estación es de 110.77, que visualmente en el mapa de localización, corresponde a un área de cubrimiento significativamente grande. Para los parámetros climáticos particulares, las coberturas de cada estación son mucho mayores, y de hasta mil ciento ochenta y nueve punto cero seis kilómetros cuadrados por estación, lo que indica que respecto a la red completa, su densidad es aproximadamente 10 veces menos. En el caso de los radios de acción, los valores obtenidos se ajustan a los lineamientos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial, que para datos puviométricos, recomienda que el radio de acción sea de al menos 12.5 kilómetros, y para las estaciones seleccionadas, el valor obtenido es 10 punto 57 kilómetros, con respecto a los datos de temperatura y evaporación, correspondientes principalmente a estaciones climatológicas ordinarias, la recomendación de la O M M, es de un radio de 25 kilómetros, y para las estaciones de la zona de estudio, el mayor valor obtenido para estos parámetros, es de 19 punto 46 kilómetros.

**Actividades complementarias**

*En la guía de clase, se encuentran listadas las actividades adicionales que los estudiantes deben desarrollar y documentar para complementar los conocimientos y alcances definidos en este curso. También encontrarás información y referencias adicionales, te recomiendo realizar estas lecturas, que te ayudarán a fortalecer y complementar tus conocimientos.*

*Para completar el análisis de elevaciones, densidad, cobertura y radio de acción de estaciones terrestres, consulta la guía de clase detallada de esta actividad. Si necesitas ayuda, da clic en el enlace Ayuda o Colabora, que se encuentra en el enlace adjunto de la descripción.*