**Mapa de temperatura media**

A partir de las series agregadas de temperatura máxima y mínima a nivel anual, se estima la temperatura media anual en cada estación y se crea el mapa de temperatura requerido para la estimación de la evapotranspiración potencial.

*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**

* Calcular la temperatura media multianual en cada estación, a partir del promedio de la temperatura máxima y mínima.
* Evaluar el rango de elevaciones y la localización de las estaciones con datos de temperatura disponible.
* A partir de relación entre los datos de temperatura y elevación, obtener ecuaciones zonales características.
* A partir de ecuaciones regionales o zonales, crear mapas de temperatura compuestos, y por fenómeno climatológico de la zona de estudio, a partir de las elevaciones del modelo digital de elevación.

**Procedimiento general**

El diagrama mostrado en pantalla, contiene el procedimiento general, para la conversión de las tablas de agregación en formato punto csv, a formato dibais, la unión con la red de estaciones, el filtrado y exportación a una nueva capa, la creación de campos y el cálculo de los valores promedio, el análisis de regresión de temperaturas versus elevación, la identificación y exclusión de valores atípicos, la comparación de los valores de la ecuación obtenida, versus los valores obtenidos a través de la expresión de Cenicafé, y la creación del mapa de temperatura.

Para iniciar, en un mapa de, Arc GIS Pro, cree una copia de la capa de estaciones y nómbrela como, C N E, IDEAM OE, ZE, Temp, Min Max,

Desde la carpeta punto datasets, IDEAM A g g, disponible en el catálogo, agregue al mapa actual los archivos de agregaciones multianuales de temperatura mínima y máxima por estación. Luego desde la tabla de contenido o Contents, abra los archivos; podrá observar que se componen de 25 registros o estaciones, y que contienen datos compuestos y por fenómeno climatológico.

Desde la tabla de contenido y dando clic derecho sobre cada tabla, y mediante la opción, Data, Export Table, exporte los archivos punto c s v, a archivos diBais, en la misma ruta original y con los nombres indicados en pantalla. El proceso de conversión es requerido, debido a que es necesario modificar la estructura de la tabla, agregando un campo de atributos tipo texto, que contendrá el código de la estación. Lo anterior debido a que el campo Station, es interpretado como un campo numérico entero, y el código de las estaciones del catálogo del IDEAM, ha sido definido como cadena de texto. Luego del proceso de exportación, serán cargadas las tablas punto d b f al mapa. Remover los archivos punto c s v de la tabla de contenido, y abrir los archivos .dbf.

Modifique la estructura de las tablas agregando un nuevo campo de atributos tipo texto de 255 caracteres, con el nombre CODIGO.

Desde la cabecera del campo CODIGO, y utilizando la herramienta Calculate Field, asigne a este campo los valores contenidos en el campo Station.

En la capa de estaciones, realice dos uniones con los datos de las tablas de agregación, que fueron convertidas a formato punto d b f.

Tenga en cuenta que los nombres de los campos de atributos AggComposi, AggNina, AggNino y AggNeutral, son idénticos en las tablas de agregaciones de datos de temperatura máxima y mínima. Las uniones mantendrán el nombre de las tablas originales antes del nombre del campo, para que pueda identificar su correspondencia, para lo cual, las primeras columnas corresponderán a los datos de temperatura mínima, y las columnas finales a temperatura máxima.

Desde las propiedades de la capa de estaciones, realice un filtro para códigos, O I D, mayores o iguales a cero, correspondientes a los identificadores de ordenamiento de la tabla punto d b f de agregaciones. Luego de dar clic en Okay, podrá observar en pantalla la localización de las estaciones con datos de temperatura, y los registros correspondientes en la tabla de atributos.

Desde la tabla de contenido y en la carpeta punto s h p, exporte la capa geográfica de estaciones, que contiene las uniones y el filtro realizado. Automáticamente, será agregada la capa al mapa con la misma simbología de la capa original.

Modifique la estructura de la capa de estaciones, agregando 4 campos de atributos numéricos dobles, con los nombres mostrados en la ilustración en pantalla.

Desde la cabecera de cada uno de los campos creados, y utilizando la herramienta Calculate Field, calcule la temperatura media por estación, utilizando las expresiones mostradas en pantalla. Los campos cuyo nombre contienen el sufijo \_ 1, corresponden a los valores de temperatura máxima.

En la tabla de contenido, de clic derecho en la capa de estaciones, y seleccione la opción Create Chart, Scatter Plot. En el eje X seleccione el campo de atributos, DEM ALOS, correspondiente a las elevaciones de las estaciones a partir del modelo digital de elevación ALOS PALSAR, en el eje Ye, seleccione el campo de temperatura media compuesta. Como puede observar en la regresión, una de las estaciones se encuentra dispersa dentro del conjunto de datos incluidos en el análisis, con temperatura de 29.19 grados centígrados, y altitud 1285 metros sobre el nivel del mar.

Utilizando la tecla Control, seleccione la estación e identifique su código en la tabla de atributos, observará que corresponde a la estación 28 03 50 70. Utilizando el Definition Query de la capa, exclúyala utilizando la expresión mostrada en pantalla.

Para la exclusión realizada, la tendencia presenta la ecuación lineal mostrada en pantalla, donde X representa el valor de la altura, y Ye corresponde a temperatura.

Utilizando el mismo filtro de exclusión de la estación 28035070, obtenga las ecuaciones características lineales, para los datos de temperatura correspondientes a fenómenos climatológicos. Para todas las series obtendrá las expresiones zonales mostradas en pantalla. Como puede observar, los valores obtenidos de los coeficientes de determinación o erre cuadrado, son bajos debido a la alta dispersión que existe entre los datos, y a que disponemos solo de 24 estaciones IDEAM en la zona de estudio. De acuerdo con las elevaciones, DEM ALOS de la tabla de atributos, los valores presentados en las expresiones, corresponden a estaciones dentro del rango de elevaciones de 8, a 699 metros sobre el nivel del mar.

**Ecuaciones regionales**

Las expresiones obtenidas previamente, permiten describir la temperatura media en un rango limitado de elevaciones, y debido a que para el balance hidrológico, son requeridos datos de temperatura para la estimación de la evapotranspiración potencial, con cobertura sobre toda la zona de estudio, y para elevaciones superiores a la altitud 699 metros sobre el nivel del mar, puede ser necesario el uso de ecuaciones regionales.

El Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé de Colombia, Suramérica, ha realizado diferentes estudios relacionados con variables climatológicas, obteniendo ecuaciones que describen el comportamiento de la temperatura en función de la altitud, y para valores máximos, mínimos y medios. Las expresiones compuestas obtenidas para la región Atlántica, dentro de la cual se encuentra la zona de estudio, son las mostradas en pantalla. Las ecuaciones de Cenicafé, describen el comportamiento compuesto de los datos de temperatura en un amplio rango de elevaciones, y con coeficientes de determinación altos, sin embargo, los valores corresponden a datos analizados antes o hasta el año 1998.

Al comparar los valores estimados a partir de la ecuación regional de temperatura media de Cenicafé, y la ecuación compuesta zonal obtenida a partir de 24 de las 25 estaciones de la zona de estudio, podemos observar una tendencia similar, sin embargo, las temperaturas de Cenicafé, son inferiores en aproximadamente, uno punto 25 grados centígrados, respecto a las zonales evaluadas a partir de las series procesadas en este curso. La diferencia de temperatura puede estar asociada a diferentes factores, por una parte, el análisis de temperatura media realizado por Cenicafé, fue realizado a partir de los registros de 239 estaciones, por otra parte, los análisis zonales realizados en esta actividad, utilizan series hasta el año 2021, y pueden evidenciar el aumento en la temperatura media de la zona, debida a los efectos del calentamiento global.

**Mapas de temperatura**

Con el propósito de realizar balances hidrológicos compuestos y por fenómeno climatológico, la creación de los mapas de temperatura, será realizada utilizando las expresiones zonales obtenidas a partir de series IDEAM.

Estimando por las dos ecuaciones, valores hasta la cota 4000 metros sobre el nivel del mar, es posible observar que la tendencia es similar, sin embargo, la pendiente de los datos zonales es menor, por lo que la diferencia para altitudes cercanas a la cota máxima, es de hasta 1.98 grados centígrados. Opcionalmente, para la creación del mapa de temperatura, podríamos utilizar la expresión de Cenicafé para altitudes iguales o superiores a 700 metros sobre el nivel del mar, y la expresión zonal para elevaciones inferiores a esta altitud, sin embargo, las series corresponden a periodos diferentes de análisis.

En Arc GIS Pro, agregue desde la carpeta punto dem, el modelo de terreno ALOS PALSAR, modifique la simbología de representación a Shaded Relief, con la rampa de color continua denominada Greens. Establezca el color de las estaciones en negro.

Utilizando la herramienta Geoprocessing, Raster Calculator, cree los mapas de temperatura a partir del modelo digital de elevación ALOS PALSAR, utilice las expresiones y nombres de archivos indicados en pantalla, y guárdelos en la carpeta punto grid. Como observa en las expresiones utilizadas para la creación de los mapas, temperaturas con valores inferiores a 0 grados centígrados, han sido establecidas en 0 grados, debido al sistema de unidades utilizado, y debido a la localización específica de la zona de estudio, en la cual se presentan celdas de terreno con valores negativos, correspondientes a zonas de explotación a cielo abierto de carbón.

Luego de creados los mapas, modifique la simbología de representación, utilizando el esquema de color, Temperature, y establezca transparencia en 50 %.

Mapa obtenido de temperatura media Compuesto.

Mapa obtenido de temperatura media Niña.

Mapa obtenido de temperatura media Niño.

Y mapa obtenido de temperatura media Neutral.

**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 la creación de los mapas de temperatura media, 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.*