



## Conceptos de geoprocесamiento, análisis de datos y automatización

<https://bit.ly/335KeLi>

En este taller aprenderá a utilizar varias de las herramientas comunes utilizadas para análisis espacial, como interpolación espacial de variables a partir de puntos geográficos, estudio y evaluación de áreas aferentes, creación de isolíneas a partir de mapas interpolados, cálculo de estadísticas espaciales, utilización de la herramienta de álgebra de mapas para crear nuevas grillas, analizar modelos de terreno para obtener curvas de almacenamiento en embalses y automatización de procesos geográficos utilizando Model Builder y Python.

Requerimientos para el desarrollo.....	2
Herramientas computacionales.....	2
Paquete de datos.....	2
1. Qué es el análisis usando GIS .....	3
2. Herramientas de análisis incorporadas en ArcGIS .....	4
2.1. Herramientas de superposición (overlay) .....	4
2.2. Geoprocесamiento .....	4
2.3. Construcción de modelos de análisis (Model Builder).....	5
2.4. Métodos de interpolación espacial.....	5
2.5. Otras herramientas .....	5
3. Ejercicios .....	6
3.1. Interpolación espacial de variables hidro-climatológicas [v] .....	6
3.1.1. Interpolación IDW .....	8
3.1.2. Interpolación Kriging .....	11
3.1.3. Interpolación Spline .....	12
3.1.4. Interpolación Trend .....	13
3.1.5. Interpolación Vecino Natural .....	14
3.2. Áreas aferentes utilizando polígonos de Thiessen Voronoi [v] .....	16
3.3. Generación de mapas de iso-líneas [v] .....	20
3.4. Estadísticas zonales como grilla y tabla [v].....	21
3.5. Álgebra de mapas [v] .....	25
3.6. Cálculo de curvas de elevación - almacenamiento y elevación – área en embalses [v] .....	27
3.7. Automatización de procesos con Model Builder en ArcGIS [v] .....	37
3.7.1. Selección y exportación de estaciones con precipitación media mayor o igual a un valor definido .....	37
3.7.2. Ejercicio extracción datos de una cuenca .....	43
3.8. Automatización de procesos con Python 2.7.x en ArcGIS.....	53
3.8.1. Fundamentos de Python.....	53
3.8.2. Selección simple e interpolación espacial .....	55
3.8.3. Selección simple e interpolación por cada mes .....	57
3.8.4. Extraer datos de una cuenca.....	59
3.9. Automatización de procesos usando Graphical Modeler en QGIS.....	67



## Requerimientos para el desarrollo

### Herramientas computacionales

- ✓ ArcGIS 10 Sp5, 9.3.1 o ArcGIS 9.3 instalado con licencia de evaluación o licencia comercial.
- ✓ QGIS 3.4.4 o superior. <https://www.qgis.org>
- ✓ Python 2.7 para ArcGIS
- ✓ Python 3.7 para QGIS

### Paquete de datos

- ✓ Modelo digital de elevaciones del departamento de Caldas y Tolima - Colombia. ASTERGDEMv2CaldasTolima.tif
- ✓ Grilla Embalse Guarinó: GrillaEmbalseGuarino.tif
- ✓ Modelo de terreno triangulado TIN del Embalse Guarinó: TINGrillaEmbalseGuarino
- ✓ Estaciones hidroclimatológicas de la zona de estudio: Estaciones.shp
- ✓ Estaciones con estadísticos de temperatura del aire (°C) de la zona central de Colombia - Suramérica, llamado Temperatura.shp
- ✓ Estaciones con estadísticos de Evaporación (mm) de la zona central de Colombia - Suramérica, llamado Evaporation.shp
- ✓ Estaciones con estadísticos de Precipitación (mm) de la zona central de Colombia - Suramérica, llamado Precipitacion.shp
- ✓ Capa de Departamentos de Colombia: Departamentos.shp<sup>1</sup>
- ✓ Capa de Municipios: Municipios.shp
- ✓ Capa Embalse Guarinó (Hipotético): EmbalseGuarino.shp
- ✓ Capa del Río Guarinó y Magdalena: RioGuarinoMagdalena.shp
- ✓ Carpeta de datos para los ejercicios de automatización con Model Builder y Python: ModelBuilder<sup>2</sup>.

Copie los archivos suministrados en la carpeta C:\TSIG\Taller7\Datos\ o en una carpeta de fácil acceso.

<sup>1</sup> [http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames\\_pagina.aspx](http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames_pagina.aspx)

<http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/default.aspx>

<http://metadatos.igac.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>

<sup>2</sup> Curso de sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Utah U.S.



## 1. Qué es el análisis usando GIS

El uso de los sistemas de información geográficos ha evolucionado hasta el punto de que se pueden realizar análisis complejos de información vectorial asociada a datos en diferentes fuentes de información. Anteriormente estos análisis se realizaban a partir de la relación entre datos sin que se pudiera entender la espacialidad de dicha información o a través de cartografía impresa en láminas transparentes en las cuales se observaba la superposición de diferentes áreas de dibujo.

Algunas de las funciones principales de análisis de los SIG son:

- Distribución geográfica de los datos: Esta es la forma más básica del análisis geográfico. Uno de los ejemplos más comunes es un mapa de puntos con la localización de lugares tales como: Centros comerciales, Gasolineras, farmacias, eventos delictivos y Contaminación de cuerpos de agua.
- Búsquedas o selecciones geográficas: Se trata de la búsqueda de datos tanto en la base de datos como en el mapa propiamente. Un ejemplo puede ser la búsqueda de áreas con: 80% o más habitantes de edad avanzada (65 años o más), Ingresos que están por debajo del nivel de pobreza y por grupo de bloque censal.
- Análisis de proximidad: Un ejemplo puede ser el epicentro de un sismo y los círculos concéntricos de 10 kilómetros de distancia de cada uno con las reducciones de intensidad.
- Sobreimposición de capas de información: A través de herramientas de "overlay" es posible generar información nueva a partir de capas de información existente.
- Procedimientos más especializados: Delineación de redes de drenaje a partir de modelos de elevación digital o por medio de imágenes ráster.



## 2. Herramientas de análisis incorporadas en ArcGIS

### 2.1. Herramientas de superposición (overlay)

- Área periférica (Buffering): Crea polígonos periféricos a una distancia específica alrededor de los elementos vectoriales de entrada. Útil para determinar por ejemplo las áreas de protección hídricas desde su eje a partir de las restricciones ambientales impuestas, franjas viales de aislamiento, zonas para el reparto de los beneficios de un proyecto.
- Disolver (Dissolve): Permite hacer una unión espacial de polígonos a partir de características de atributos comunes. Por ejemplo, a partir de predios que contienen el número de manzana catastral, construir los polígonos de las manzanas principales.
- Unión especial (Spatial Join): Crea una unión de tablas en las que los campos de la tabla de atributos de una capa se anexan a la tabla de atributos de otra capa basada en la ubicación relativa de las funciones de las dos capas. Por ejemplo, cuando se necesita asignar todos los valores de coeficientes calculados en una estación hidroclimática (nodo) a un polígono de cuenca o área de drenaje.

### 2.2. Geoprocесamiento

- Unir capas en un solo archivo (Merge): Combina características de entrada de múltiples fuentes de vectoriales (del mismo tipo de datos) en una sola nueva clase o característica de salida. Las fuentes de datos de entrada pueden ser punto, línea, polígono o tablas. Por ejemplo, es utilizado cuando se digitalizan dos planchas cartográficas contiguas en diferentes capas o cuando se cuenca con dos frentes de levantamiento topográficos de cauces de ríos y luego es necesario que estén en solo una capa.
- Extraer o recortar elementos por zona (Clip): Utiliza el límite exterior de un polígono para cortar o extraer espacialmente todos los elementos contenidos y sus atributos de una cobertura de entrada. Útil cuando se tiene un mapa extenso con múltiples capas y se necesita extraer todo el contenido de una determinada zona para ser entregado a un profesional para que realice un determinado análisis en dicha zona.
- Intersecciones geométricas (Intersect): Calcula una intersección geométrica de las características vectoriales de entrada y almacena las coincidencias espaciales en una nueva capa. Útil cuando disponemos de los polígonos de cobertura de suelos y necesitamos asignar a una red de canales naturales las diferentes coberturas de suelo y sus coeficientes de rugosidad.
- Unión: Calcula una intersección geométrica de las características vectoriales de entrada y almacena la extensión completa de las capas vectoriales en una nueva capa.
- Extracción por atributos (Extract): Extrae los elementos vectoriales de una capa hacia otra nueva a partir de sus atributos mediante una expresión de SQL. Por ejemplo, sirve para filtrar todas las tuberías de concreto de una red sanitaria y exportarlas a una nueva capa vectorial.
- Split: Rompe las características espaciales de entrada en múltiples clases de salida a partir de polígonos contenidos en una capa. Por ejemplo, se dispone de una cobertura con todas las cuencas hidráulicas de una determinada zona, y es necesario extraer los ríos de cada una de ellas en un nuevo archivo vectorial.



### 2.3. Construcción de modelos de análisis (Model Builder)

Frecuentemente, los analistas geoespaciales realizan tareas repetitivas utilizando diferentes comandos y funciones de ArcGIS o QGIS. Si bien los especialistas SIG conocen los pasos necesarios para desarrollar una determinada tarea geográfica, los operadores de sistemas a los cuales se les asigna ejecutar dichos procesos no cuentan con el conocimiento necesario para ejecutar manualmente estos procesos y que los resultados sean los esperados luego de usar las herramientas de análisis SIG. Para automatizar estos procesos y facilitar la entrada de los datos base a los modelos de análisis, ArcGIS y QGIS cuentan con constructores de modelos.

La forma de construir modelos es mediante la diagramación y conexión de procesos. Un proceso es simplemente una herramienta SIG más sus variables y restricciones. Una variable puede ser una conexión a los datos vectoriales del equipo, o un valor, como números y cadenas de texto. Las variables están conectadas a diferentes parámetros de la herramienta.

El propósito de esta interfaz es proveer una herramienta de análisis que recoja las herramientas de geoprocесamiento y poder hacer modelos que puedan ser usados en múltiples ocasiones.

Por ejemplo, un analista puede consumir varios días de procesamiento de datos para producir un informe final. El analista usa las herramientas de análisis y completa su trabajo. ¿Pero qué pasa si uno de los datos de entrada estaba incorrecto? Si el analista usó el Model Builder y documentó su análisis, la tarea se podrá hacer en poco tiempo, dependiendo de la complejidad del proceso, de lo contrario tendrá que repetir todo el proceso de forma manual.

### 2.4. Métodos de interpolación espacial<sup>3</sup>

La interpolación predice valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos de muestra. Puede utilizarse para predecir valores desconocidos de cualquier dato de un punto geográfico, tales como: elevación, precipitaciones, concentraciones químicas, niveles de ruido, etc.

### 2.5. Otras herramientas

- Tablas geocodificadas: Son archivos en formatos no geográficos a partir de los cuales se pueden crear elementos GIS. Requieren de algún atributo de localización como Latitud, Longitud, coordenadas X,Y, o valores de norte y este.
- Integración de datos con GPS<sup>4</sup>: ArcGIS permite realizar la captura de datos geográficos directamente en coberturas SIG o a través de la importación de tablas geocodificadas obtenidas de la GPS con atributos de Waypoint o puntos de ruta y captura de rutas construidas a partir de puntos.

<sup>3</sup> <https://pro.ArcGIS.com/es/pro-app/tool-reference/3d-analyst/comparing-interpolation-methods.htm>

<sup>4</sup> <http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRGarmin/DNRGarmin.html>



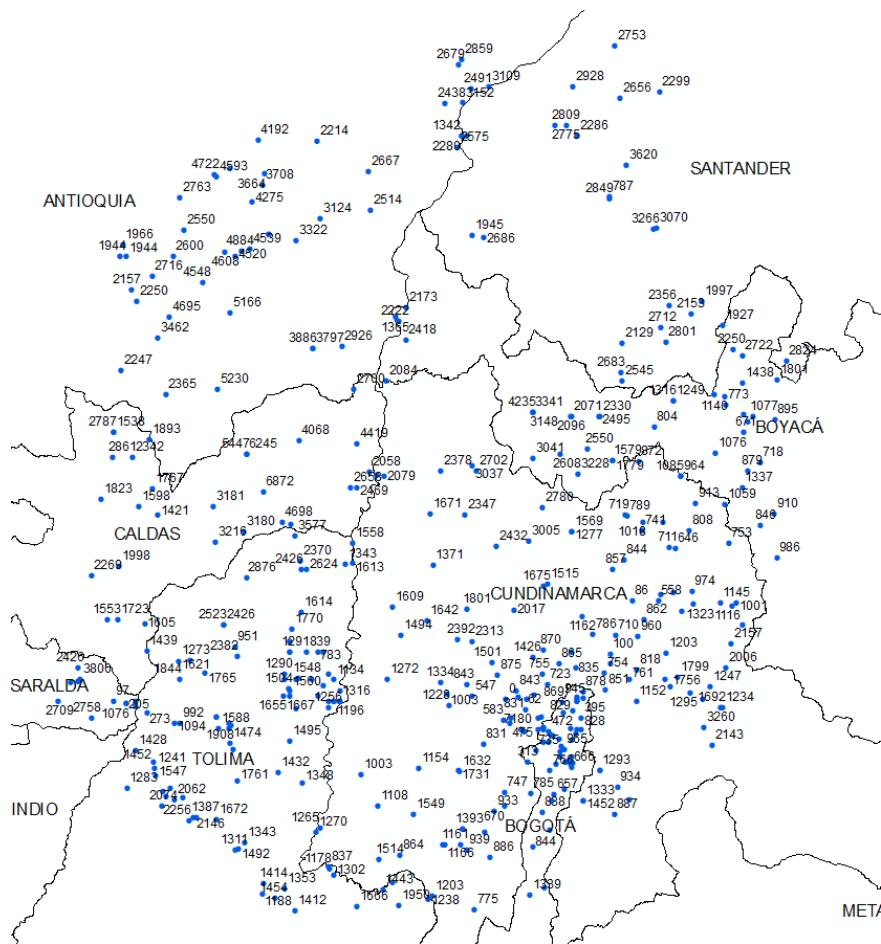
### 3. Ejercicios

#### 3.1. Interpolación espacial de variables hidro-climatológicas [v]

Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingedu.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0144.aspx>

A partir de la capa de estaciones de Precipitación, realizar la interpolación espacial de los valores totales anuales para todas aquellas estaciones con datos válidos. Utilice los diferentes métodos disponibles en las Herramientas de Análisis Espacial de ArcGIS.

En ArcMAP, cree un mapa nuevo en blanco y agregue primero el archivo de forma de Departamentos.shp para georeferenciar el mapa utilizando el sistema de proyección de coordenadas GAUSS\_BTA\_MAGNA. Luego agregue la capa Precipitacion.shp. Rotule los departamentos por su nombre y las estaciones de precipitación con el valor total anual redondeando a cero decimales. Round([TotalAnno],0)



Abra la tabla de atributos de Precipitación y evalúe cuales son los valores válidos de precipitación. Para los datos de ejemplo, corresponden a todas las estaciones con totales anuales mayores o iguales a 394mm debido a que al ordenar ascendenteamente el TotalAnno, se observan 9 estaciones con múltiples datos mensuales en cero. Desde las propiedades de la capa, cree un filtro de atributos para excluir estas estaciones. De las 428 estaciones utilizaremos 419 para la interpolación.



Tabla

Precipitacion

ESTACIONID	vEne	vFeb	vMar	vAbr	vMay	vJun	vJul	vAgo	vSep	vOct	vNov	vDic	TotalAnno	PromMes
► 21205780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21205880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21205950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	62	62
21205970	13	19	22	0	0	0	0	0	0	0	0	32	86	21.5
26135230	0	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	97
21205990	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	100
26135330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	0	205	205
21245050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	273	273	273
21206170	3	4	193	0	0	0	0	0	0	35	70	8	313	52.166667
21206680	25	44	57	43.333333	47	47.5	27.5	13	54.5	7	17	12	394.833333	32.902778
21205820	0	0	95	260	84	0	0	0	0	0	0	0	439	146.333333
21206700	0	95	0	0	42	54	31	84	0	48	118	0	472	67.428571
21206060	14.678571	21.518519	46.214286	64.517241	64.214286	33.733333	28.448276	29.321429	31.466667	56.733333	52.870968	31.103448	474.820357	39.568363
21206250	8.333333	43.666667	72	47.333333	81	26.5	26	46.333333	40.75	64	52.666667	38	546.583333	45.548611
	14.678571	21.518519	46.214286	64.517241	64.214286	33.733333	28.448276	29.321429	31.466667	56.733333	52.870968	31.103448	474.820357	39.568363
	8.333333	43.666667	72	47.333333	81	26.5	26	46.333333	40.75	64	52.666667	38	546.583333	45.548611

1 ▶ ▷ | (9 de 428 Seleccionado)

Precipitacion

Constructor de Consultas

"ESTACIONID"  
"FID"  
"Filtro"  
"CHParamID"  
"CHInterval"

= < > Como  
> >= Y  
< <= O  
% () No  
Es En Nylo Obtener valores únicos Ir a:

SELECT \* FROM Precipitacion WHERE:  
"TotalAnno" >= 394.8333333299998

Borrar Verificar Ayuda Cargar... Guardar... Aceptar Cancelar

Exporte la capa de Precipitación y asigne el sistema de proyección de coordenadas del marco de datos. Esto le permitirá re proyectar la capa proyectada WGS84 al sistema de coordenadas GAUSS\_BTA\_MAGNA cuyo sistema de unidades es métrico. Nombre el nuevo archivo de formas como Precipitacion1.shp.

Exportar Datos

Exportar: Todas las entidades

Utilice el mismo sistema de coordenadas que:

datos de fuente de esta capa  
 el marco de los datos  
 el dataset de la característica donde exporta los datos (solo se aplica si se exporta a un dataset de la característica en un geodatabase).

Clase de entidad de salida:

e\Curso\_Hidroinformatica\HDSI GIS Taller 6\Temp\Precipitacion1.shp

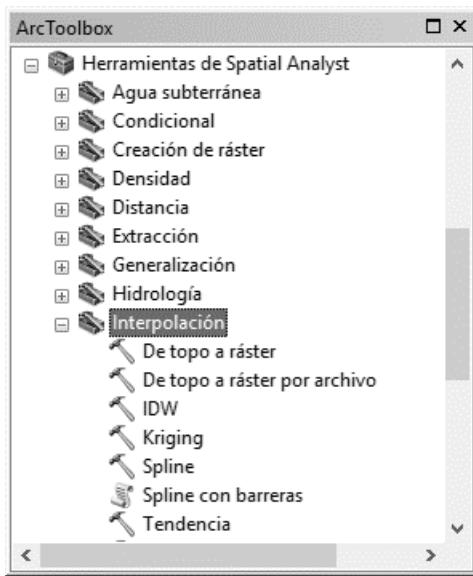
Aceptar Cancelar



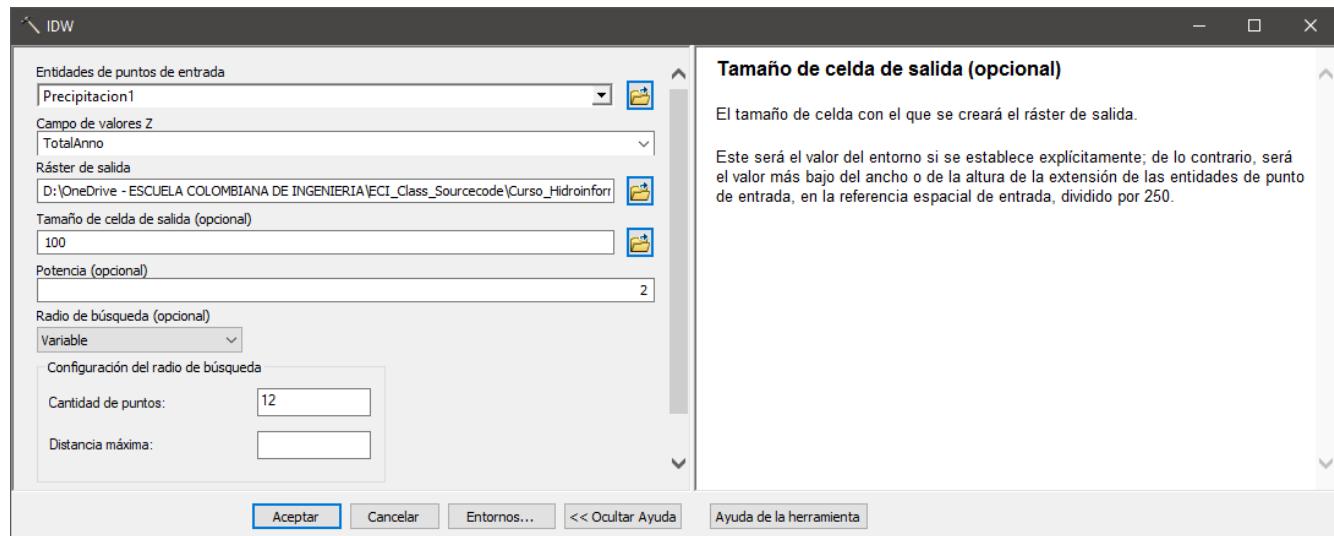
### 3.1.1. Interpolación IDW

IDW: La herramienta IDW (Ponderación de distancia inversa) utiliza un método de interpolación que estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio.

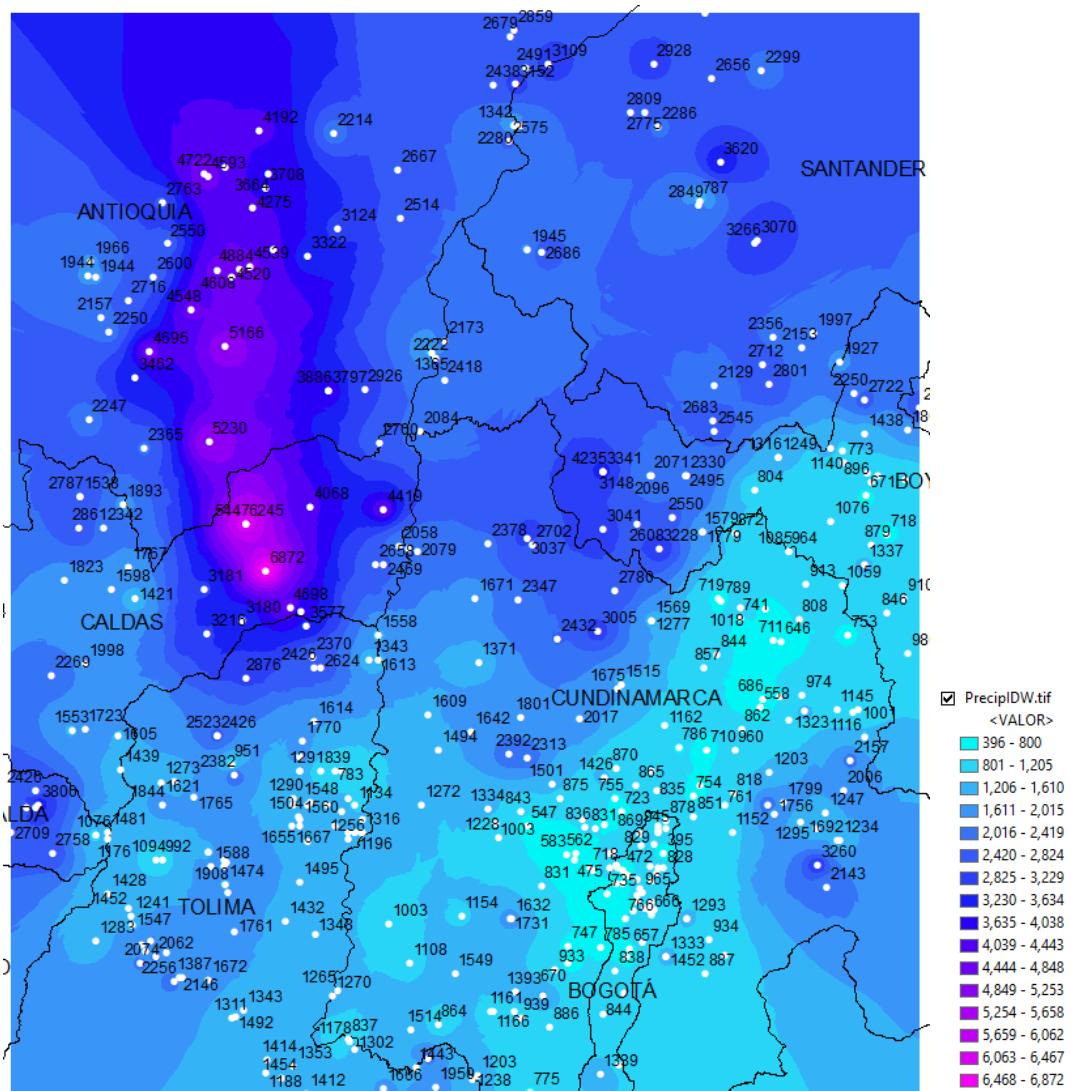
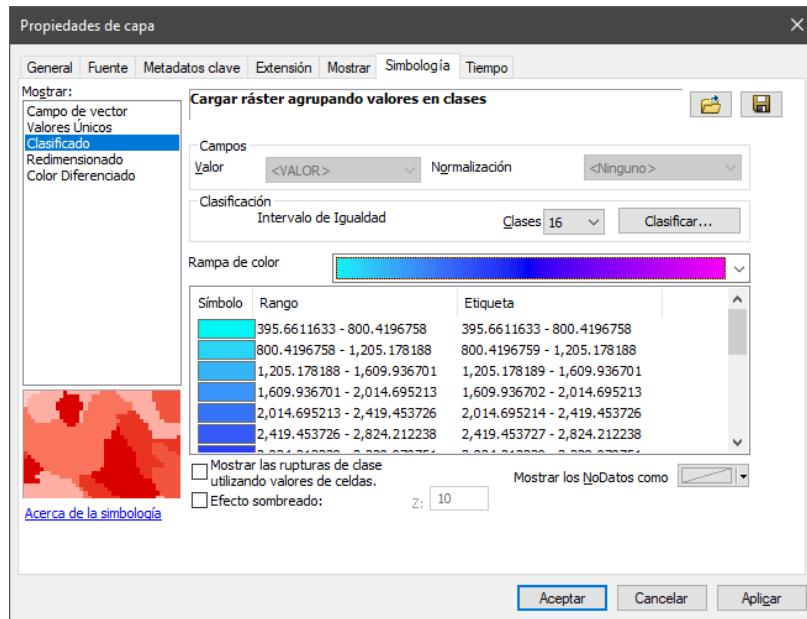
De clic en el ícono de ArcToolBox para activar la barra de herramientas, seleccione las Herramientas de Spatial Analyst – Interpolación y seleccione IDW.



Seleccione la capa Precipitación, TotalAnno como campo de valores Z, nombre el archivo como PrecipIDW.tif, tamaño de celda 100m, potencia 2 y 12 puntos en radio de búsqueda.



Clasifique el mapa en 16 clases de intervalos de igualdad.



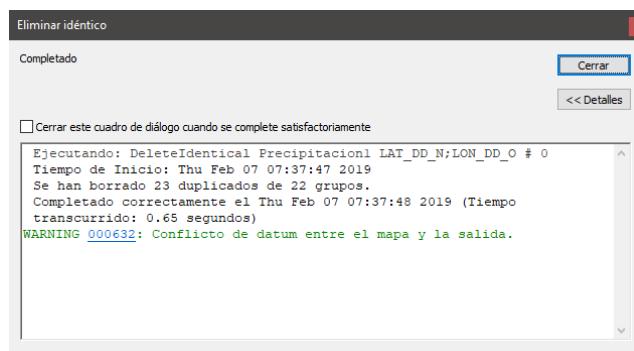
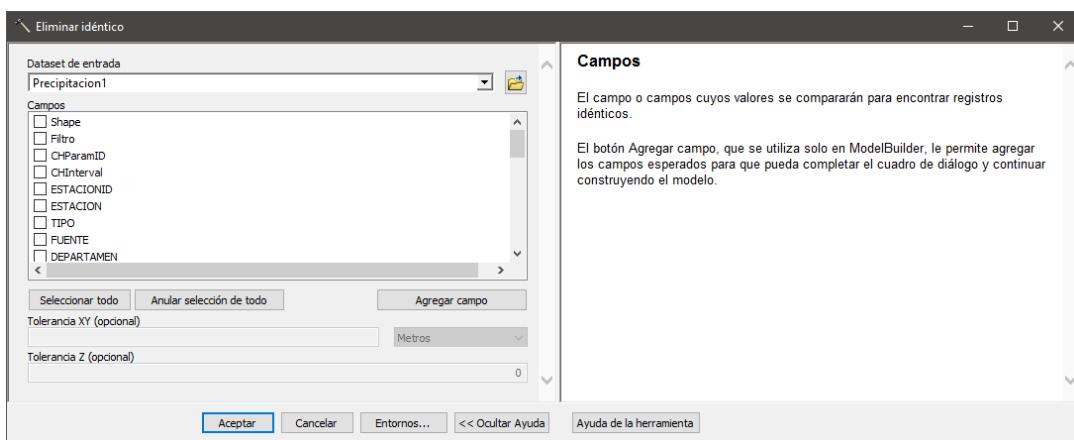


A tener en cuenta: IDW crea un mapa interpolado dentro del rango de valor mínimo y valor máximo de los datos discretos utilizados. Para el ejemplo, entre 396 y 6872mm. Los demás métodos de interpolación realizan extrapolación espacial, generando pixeles con valores fuera del rango de los datos de la capa utilizada.

Tener en cuenta que existen estaciones en la misma localización espacial. Por ejemplo, las estaciones 21201160 y 21206510 están localizadas en la misma latitud y longitud. A criterio propio de cada especialista, es necesario analizar cuál de las estaciones localizadas en la misma ubicación, presenta los valores más representativos a utilizar.

Tabla								
Precipitacion								
ESTACIONID	CORRIENTE	FECHA_INST	FECHA_SUSP	LAT_DD_N	LONG_DD_O	COORD_Z_m	TotalAnno	
21206610	Cauca	15/11/2001	5/08/2009	4.583333	-74.066667	2804	666.5	
21206970	Cauca	24/04/2008	<Null>	4.595	-74.070361	2700	1144.183333	
21205840	Cauca	15/04/1985	10/05/2011	4.595361	-74.111833	2553	756.42583	
21205580	Cauca	15/08/1985	<Null>	4.593361	-74.061556	2725	1138.745562	
21201160	Bogota			4.6	-74.083333	2640	1105.048535	
21206240		15/08/1987	15/09/1992	4.6	-74.066667	2700	980.416667	
21206510		15/12/1995	15/08/2002	4.6	-74.083333	2600	982.633333	
21210100		15/06/1983	31/07/1998	4.600306	-75.330444	2670	1452.278466	
21201600		15/09/1986	<Null>	4.607111	-74.072889	2685	1111.363218	
21205600	Cauca	15/03/1986	15/06/1993	4.616667	-74.066667	2650	1446.313187	
21205520	Cauca	15/11/1973	15/11/1983	4.616667	-74.1	2651	420	

Para simplificar este ejercicio, podrá eliminar las estaciones con localizaciones duplicadas utilizando para ello la herramienta Eliminar Idéntico (ArcToolBox – Data Management Tools – General – Eliminar Idéntico), creando una copia del archivo de formas de Precipitacion1.shp.



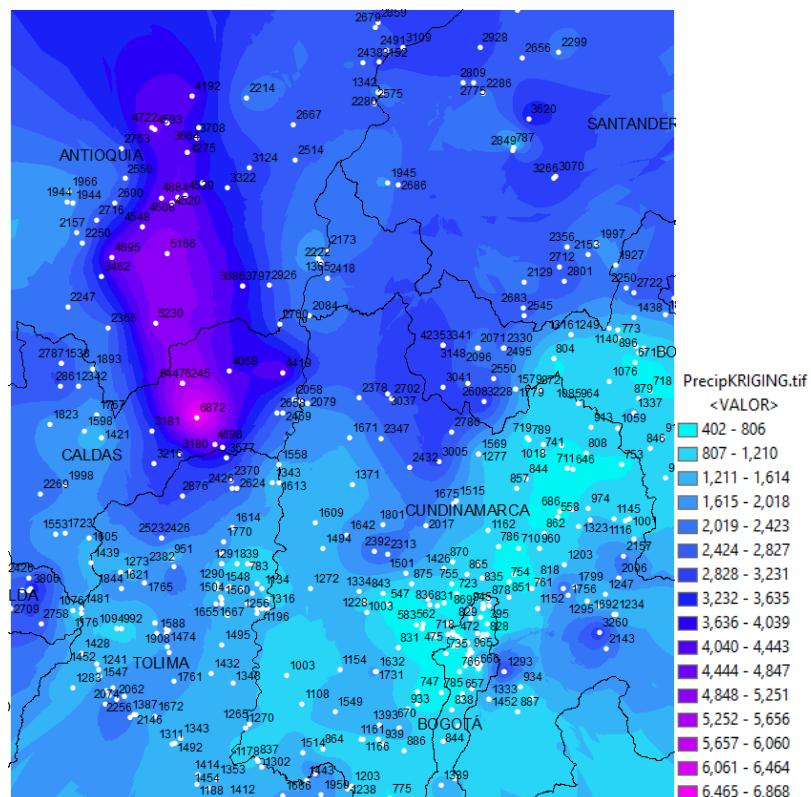
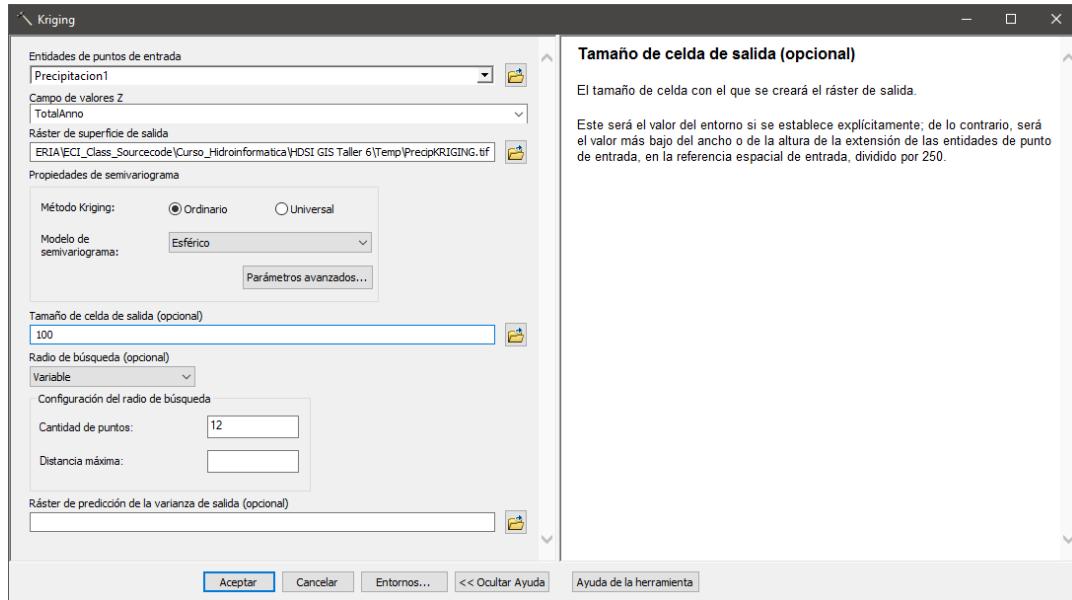
De las 419 estaciones filtradas anteriormente, es posible eliminar 23 con localizaciones duplicadas, por tanto, la interpolación podrá ser realizada solo con 396 estaciones.



### 3.1.2. Interpolación Kriging

Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z. Aún más que con otros métodos de interpolación, se debe realizar una investigación profunda del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.

Este método extrae los valores por fuera del rango de los valores discretos de cada localización definida en las estaciones de precipitación.

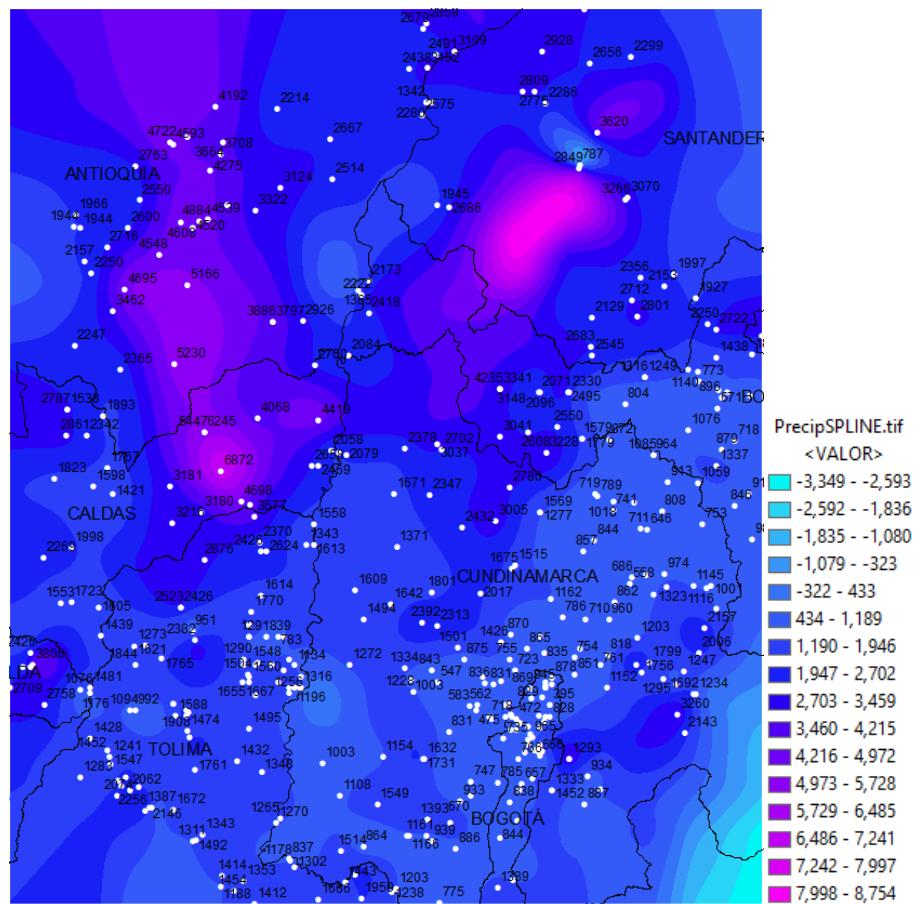
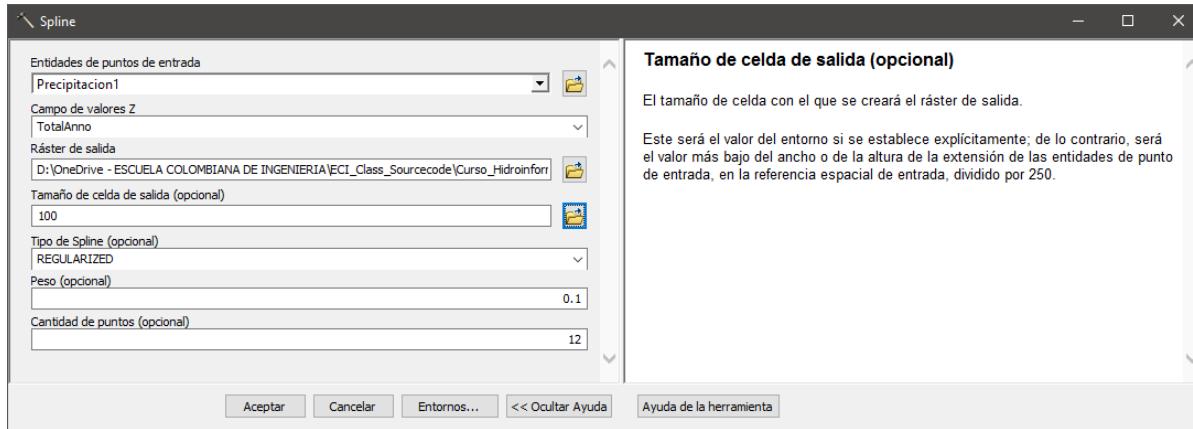




### 3.1.3. Interpolación Spline

La herramienta Spline utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada.

Este método extrae los valores por fuera del rango de los valores discretos de cada localización definida en las estaciones de precipitación, agregando celdas con valores de precipitación negativos y valores muy superiores a los valores máximos medidos en una zona en la que los valores circundantes son menores.

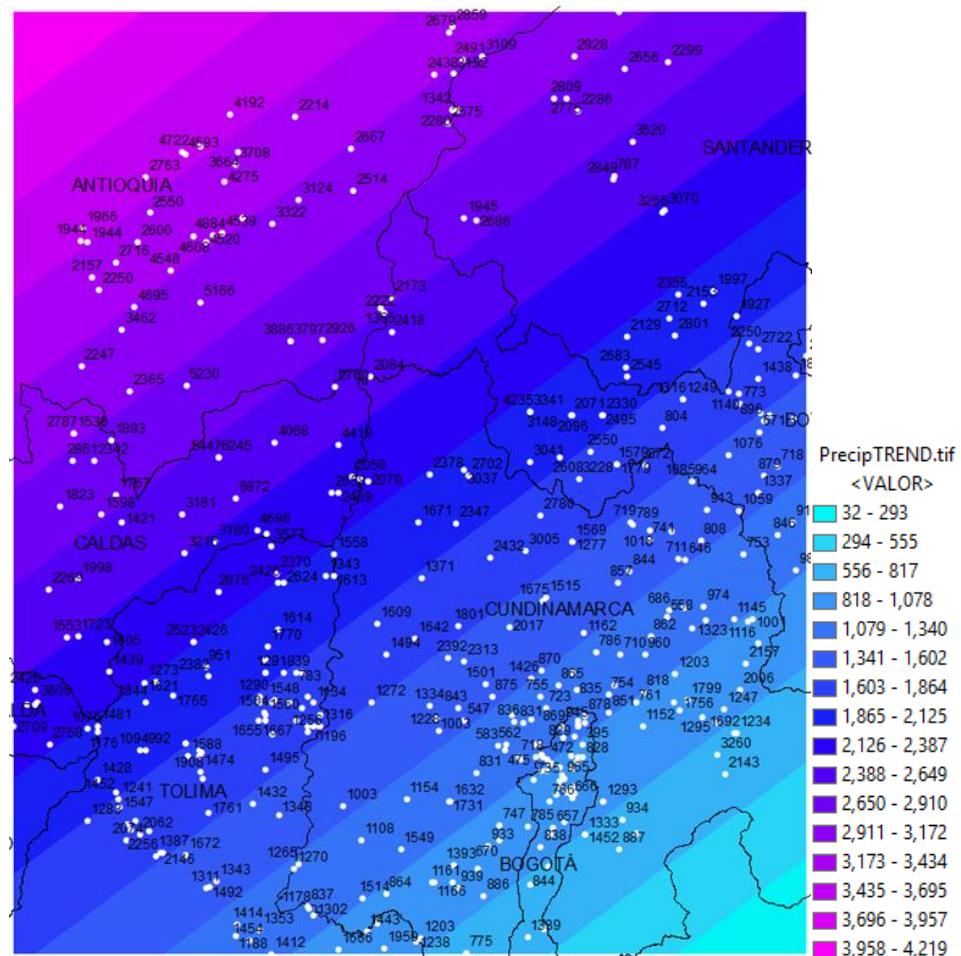
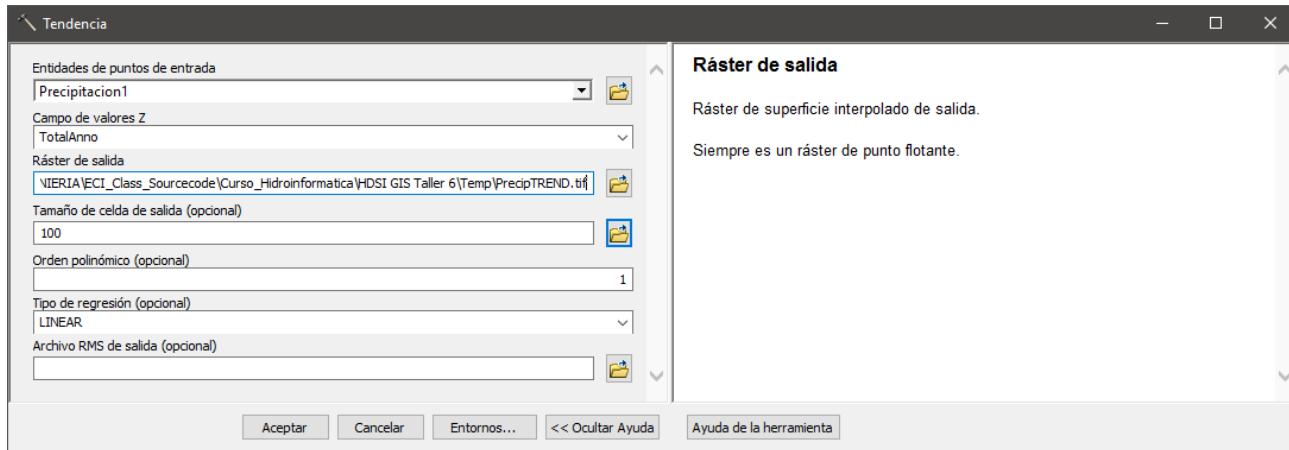




### 3.1.4. Interpolación Trend

Tendencia es una interpolación polinómica global que ajusta una superficie suave definida por una función matemática (polinómica) a los puntos de muestra de entrada. La superficie de tendencia cambia gradualmente y captura patrones de escala sin detallar en los datos.

Este método presenta bandas de análisis que permiten evaluar el direccionamiento de la tendencia. Extrapola fuera del rango de datos discreto de valores observados en cada estación.

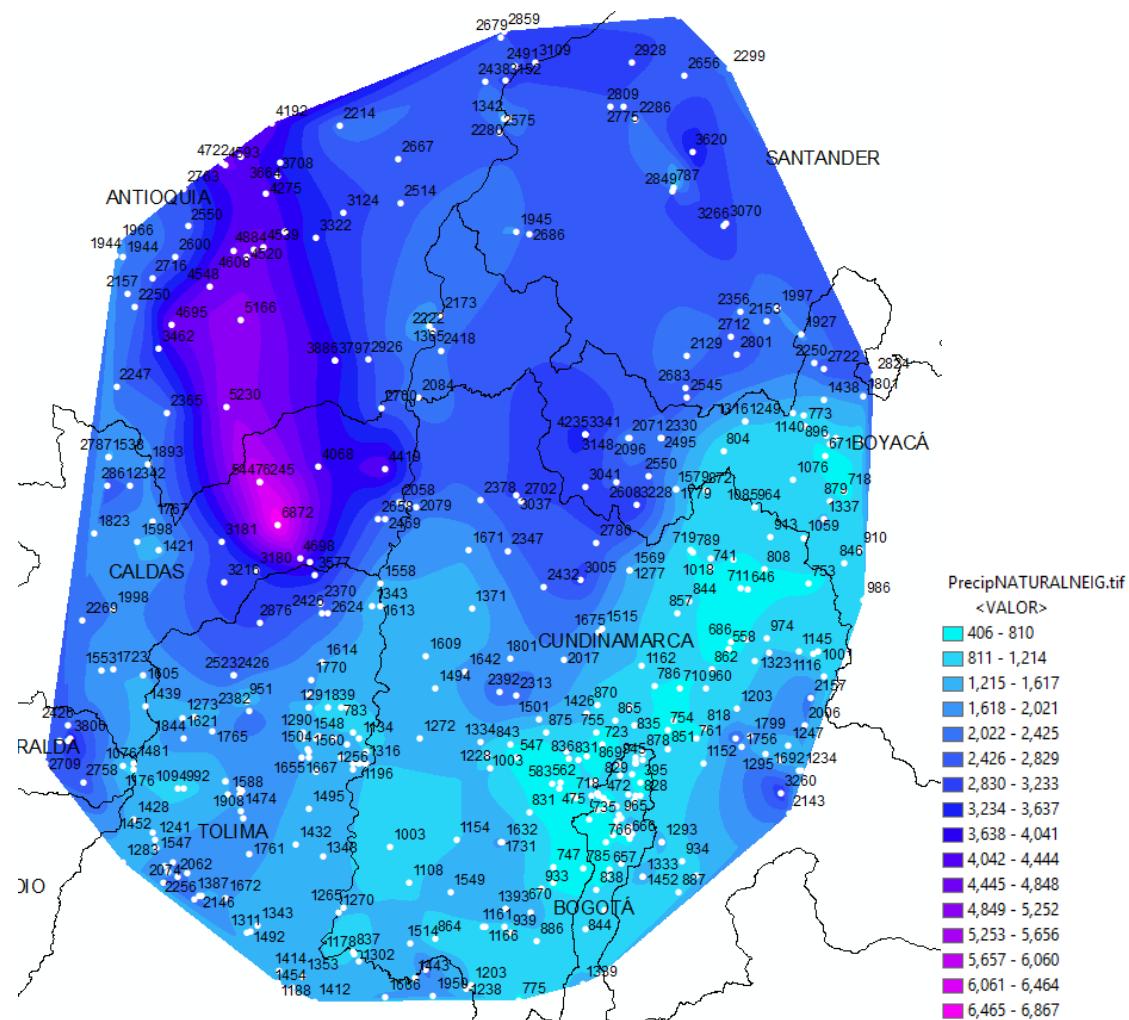
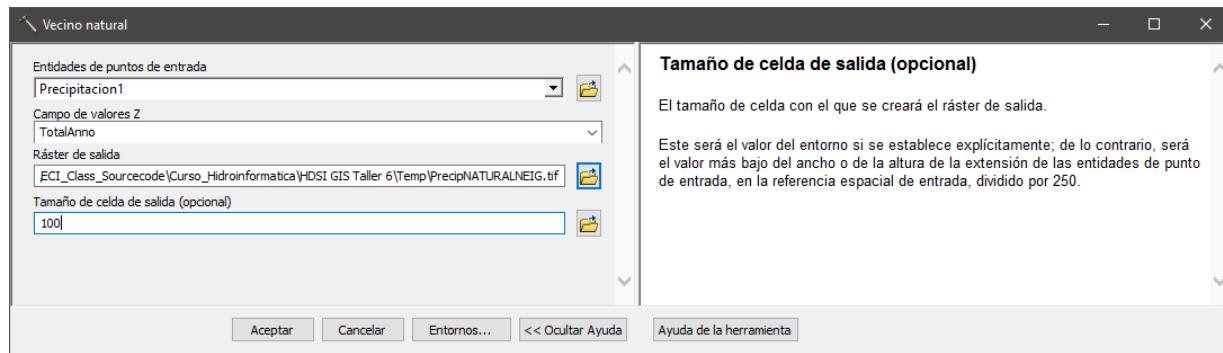




### 3.1.5. Interpolación Vecino Natural

La interpolación de Vecino natural halla el subconjunto de muestras de entrada más cercano a un punto de consulta y aplica ponderaciones sobre ellas basándose en áreas proporcionales para interpolar un valor (Sibson, 1981). También se conoce como interpolación de Sibson o de "robo de área".

Este método extrapola valores por fuera del rango de los valores discretos de cada localización definida en las estaciones de precipitación y espacialmente la grilla generada se limita al dominio de los puntos de las estaciones.





Spline con barreras: La herramienta Spline con barreras utiliza un método similar a la técnica usada en la herramienta Spline, pero la principal diferencia es que esta herramienta distingue las discontinuidades codificadas tanto en las barreras de entrada como en los datos del punto de entrada.

De topo a ráster: Las herramientas De topo a ráster y De topo a ráster por un archivo, utilizan una técnica de interpolación diseñada específicamente para crear una superficie que representa con mayor precisión una superficie de drenaje natural y preserva mejor los cordones montañosos y las redes de arroyos de los datos de curvas de nivel de entrada. El algoritmo que se utiliza está basado en el de ANUDEM, desarrollado por Hutchinson y otros en la Universidad Nacional de Australia.

Comparación de valores obtenidos:

Precipitación (mm)						
Algoritmo	Mín	Máx	DifF Mín	Diff Máx	Rango	Rango Diff
Dato	394.8	6871.8	0.0	0.0	6477.0	0.0
Inverso de la distancia – IDW (Radio de búsqueda variable con 12 puntos)	395.7	6846.4	0.8	-25.4	6450.7	26.2
Krigging ordinario lineal (Radio de búsqueda variable con 12 puntos)	401.9	6842.6	7.1	-29.2	6440.7	36.3
Krigging ordinario esférico (Radio de búsqueda variable con 12 puntos)	401.9	6868.0	7.1	-3.9	6466.0	11.0
Vecino natural	405.9	6867.5	11.0	-4.3	6461.6	15.4
Línea espiral o spline regularizada (Tensión = 0.1 y 12 intervalos)	-20886.4	35564.3	-21281.2	28692.4	56450.7	-49973.7
Línea espiral o spline tensionada (Tensión = 0.1 y 12 intervalos)	-3349.2	8753.9	-3744.1	1882.1	12103.2	-5626.2
Línea espiral o spline tensionada (Tensión = 0.0 y 12 intervalos)	-7233.0	37360.5	-7627.8	30488.7	44593.5	-38116.5
Tendencia o trend (Orden polinómico = 1, Regresión Lineal)	31.7	4218.8	-363.2	-2653.0	4187.1	2289.9
Tendencia o trend (Orden polinómico = 4, Regresión Lineal)	655.4	8019.3	260.6	1147.5	7363.9	-886.9



### 3.2. Áreas aferentes utilizando polígonos de Thiessen Voronoi [v]

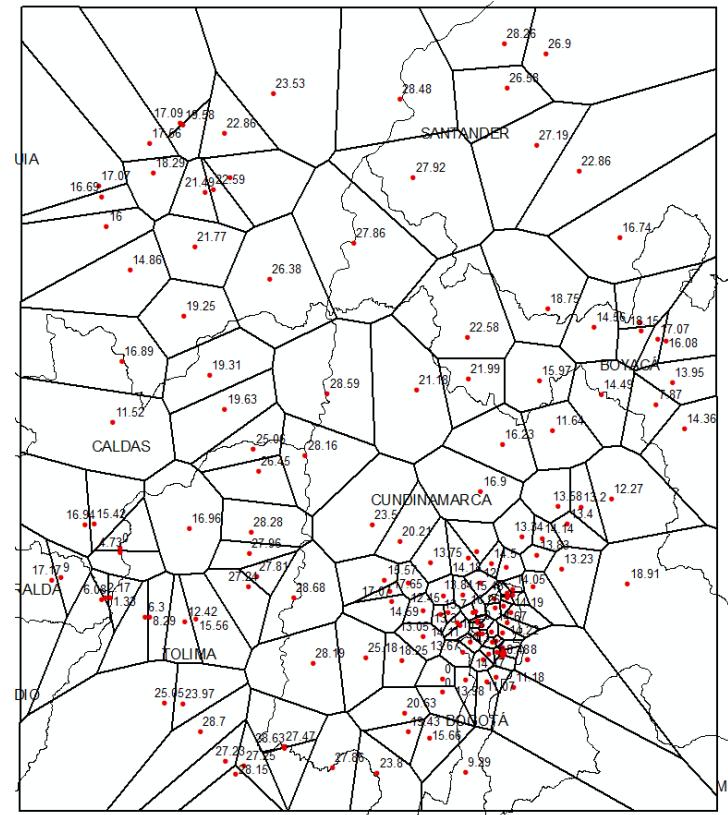
<http://pro.ArcGIS.com/es/pro-app/tool-reference/analysis/create-thiessen-polygons.htm>  
Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingeduco.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0150.aspx>

Los polígonos proximales de Thiessen se construyen de la manera siguiente:

Todos los puntos se triangulan en una red irregular de triángulos (TIN) que cumple el criterio de Delaunay. Se generan mediatrices perpendiculares para cada borde de triángulo, formando los bordes de los polígonos de Thiessen. Las ubicaciones en las que se intersecan las mediatrices determinan las ubicaciones de los vértices de los polígonos de Thiessen.

El límite externo de la clase de entidad de polígonos de Thiessen de salida es la extensión de las entidades de entrada de puntos más un 10% adicional. Si se establece el entorno Extensión en una ventana de amplitud específica, esta herramienta utilizará la configuración del entorno para establecer su límite exterior.

A partir de la capa de Temperatura, crear polígonos de Thiessen. En ArcToolBox, ir a Herramientas de Análisis – Proximidad – Crear Polígonos de Thiessen.

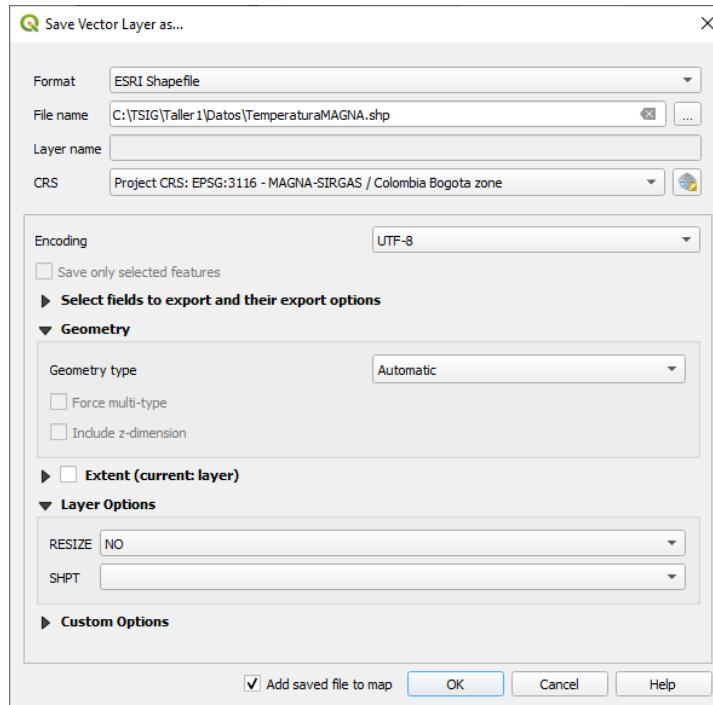




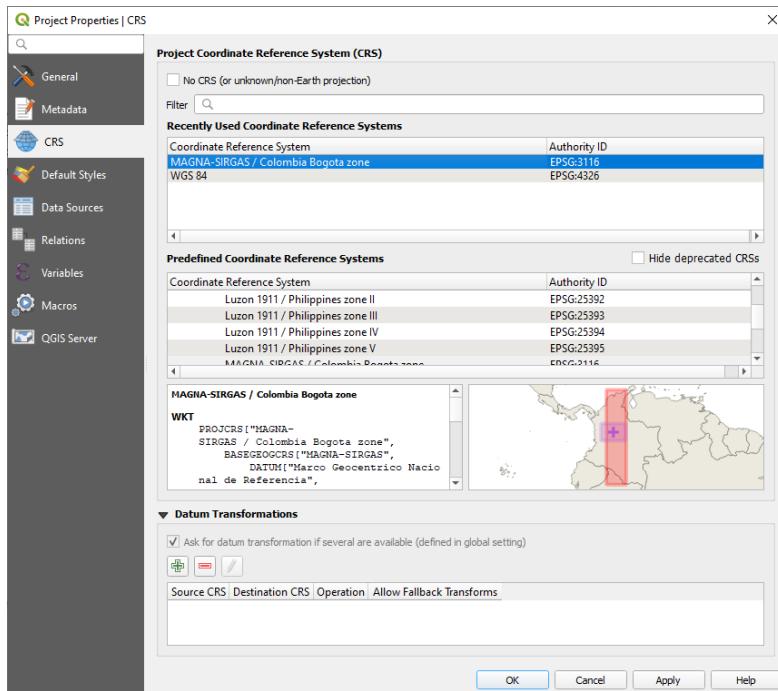
En QGIS

Crear un mapa nuevo en blanco. Agregar la capa de estaciones inicial que se encuentra proyectada en WGS84 (Elipsode 4326).

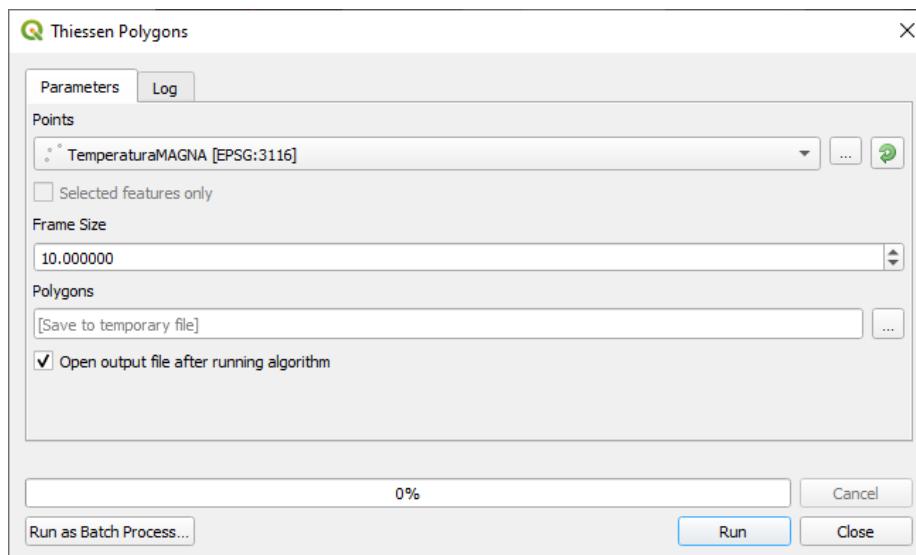
Reproyectar la capa de estaciones de temperatura a MAGNA Colombia Bogotá (Elipsoide 3116). Clic derecho en la capa, Export, Save Vector Layer As.



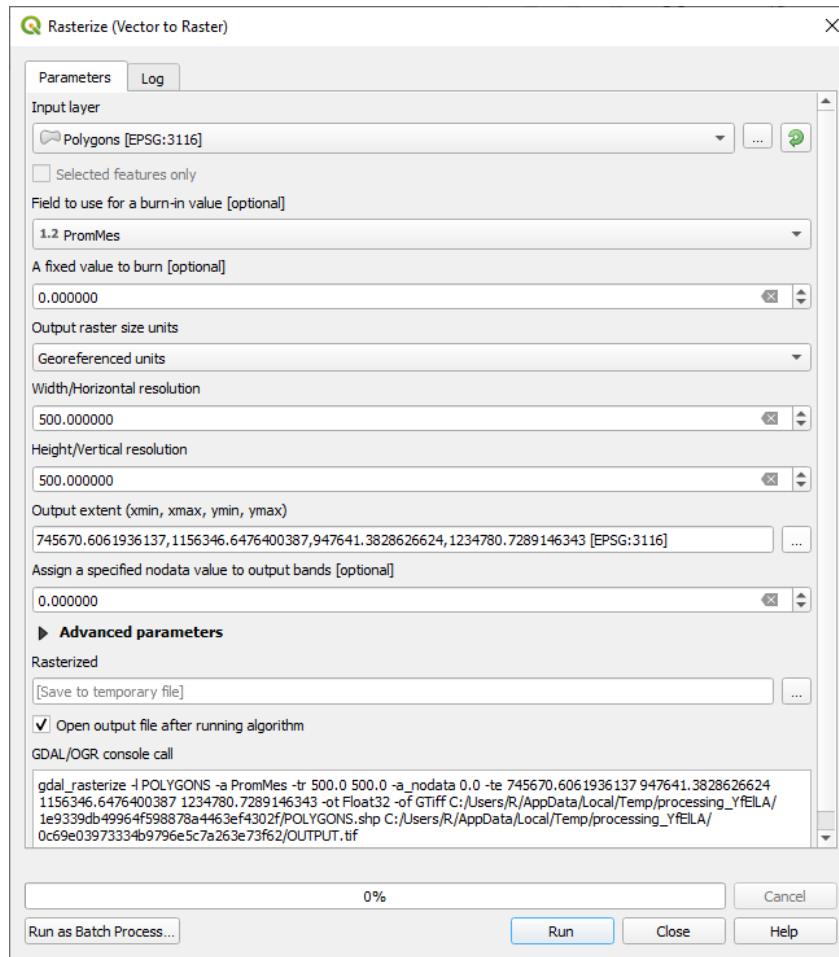
Cambiar el sistema de proyección de coordenadas del mapa a MAGNA Colombia Bogotá (Elipsoide 3116). En la parte inferior derecha de la aplicación, dar doble clic en el sistema de proyección.



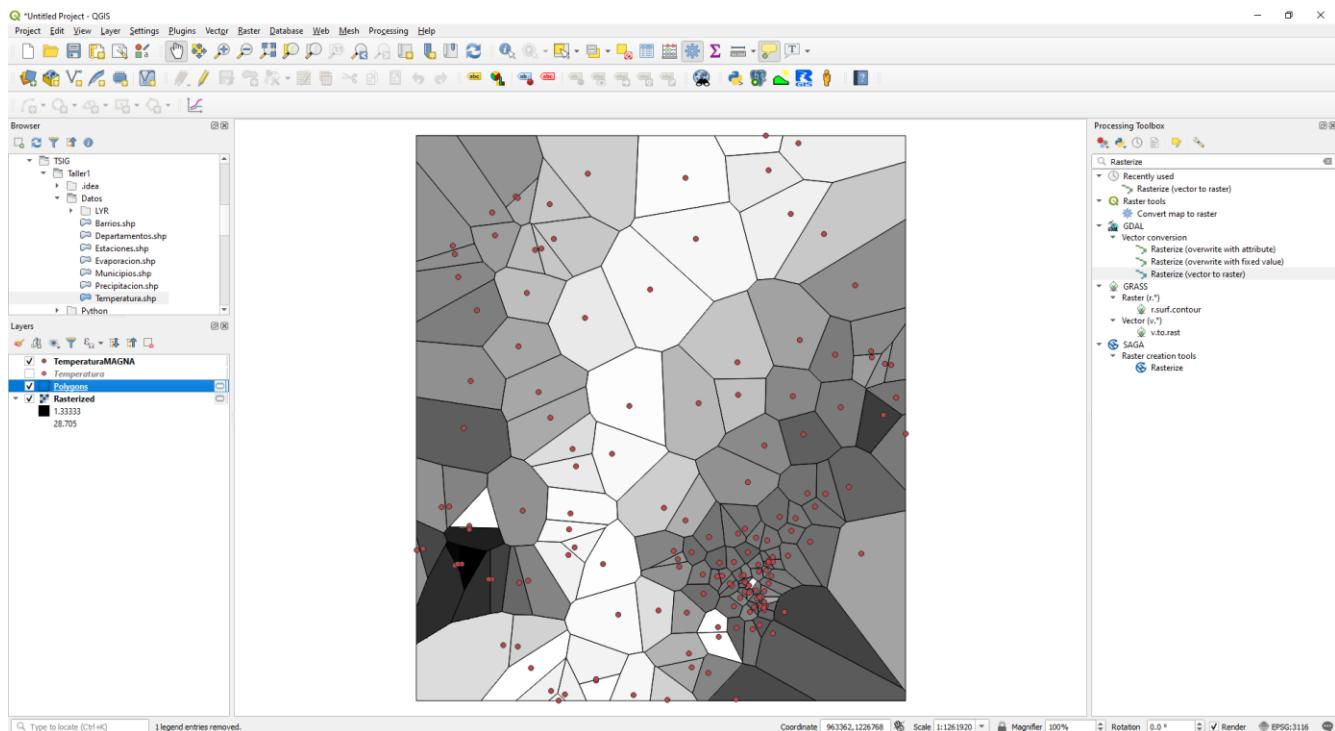
Crear los polígonos de Thiessen. En QGIS, desde el Processing Toolbox, SAGA, Vector point tools, Rasterize (vector to raster).



Convertir los polígonos a ráster. En QGIS, desde el Processing Toolbox, GDAL, Rasterize (vector to raster). Obligatorio que el mapa tenga sistema de proyección en metros. En la opción de extendido, hacer zoom a la capa de polígonos y tomar la extensión de salida a partir del espacio de trabajo.



Mapa obtenido

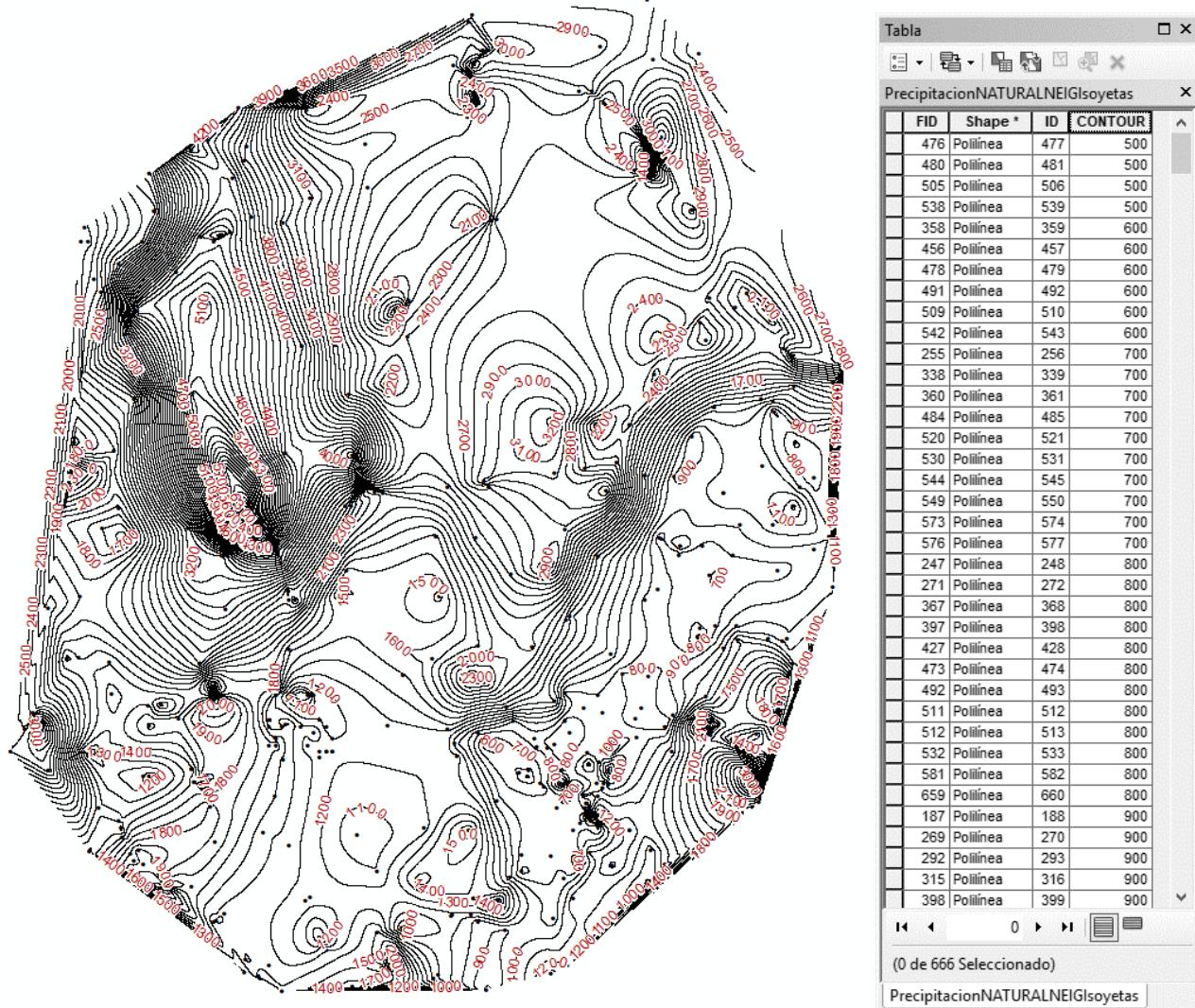
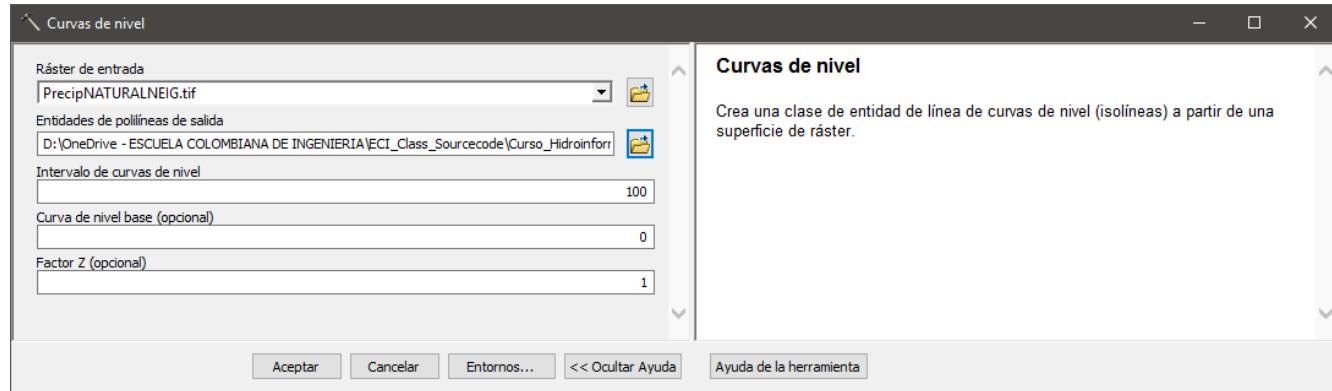




### 3.3. Generación de mapas de iso-líneas [v]

Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingedu.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0151.aspx>

A partir de los mapas de precipitación creados anteriormente, crear el mapa de Isoyetas en intervalos de 100mm utilizando la interpolación de vecinos naturales PrecipNATURALNEIG.tif. En ArcToolBox, ir a Herramientas de Spatial Analyst – Superficie – Curvas de Nivel. Rotular las Isoyetas a partir del campo CONTOUR.





### 3.4. Estadísticas zonales como grilla y tabla [v]<sup>5</sup>

Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingeduco.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0152.aspx>

Con la herramienta Estadísticas zonales, se calcula una estadística para cada zona definida por un dataset de zonas, en base a los valores de otro dataset (un ráster de valores). Se calcula un valor de salida simple para cada zona en el dataset de zonas de entrada.

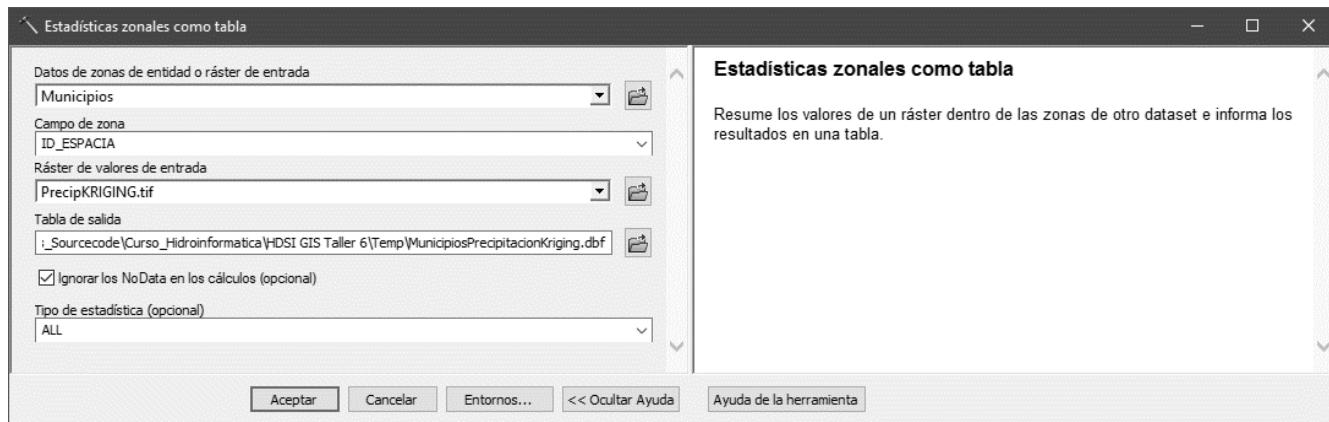
La herramienta Estadísticas zonales como tabla calcula todo, un subconjunto de estadísticas o una estadística simple que sea válida para la entrada específica, pero devuelve el resultado como una tabla en lugar de un ráster de salida.

Una zona son todas las celdas en un ráster que tienen el mismo valor, sean o no contiguas. La capa de zonas de entrada define la forma, los valores y las ubicaciones de las zonas. Para definir las zonas se especifica un campo de entero en la entrada de zonas. También se puede utilizar un campo de cadena de caracteres. Tanto los rásters como los datasets de entidades se pueden utilizar como el dataset de zonas.

El ráster de valores de entrada contiene los valores de entrada que se utilizan para calcular la estadística de salida para cada zona.

Ejercicio: A partir de los valores totales de precipitación interpolados usando Kriging, calcular el valor promedio de la precipitación total en cada Municipio de la zona de estudio.

En ArcToolBox, ir a Herramientas de Spatial Analyst – Zonal – Estadística Zonal como Tabla.



Tipo de estadísticas a calcular.

ALL—Se calcularán todas las estadísticas. Esta es la opción predeterminada.

MEAN— Calcula la media de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

MAJORITY— Determina el valor que más se repite de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

MAXIMUM— Determina el valor más grande de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

<sup>5</sup> <http://desktop.ArcGIS.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/h-how-zonal-statistics-works.htm>



MEDIAN— Determina el valor mediano de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

MINIMUM— Determina el valor más pequeño de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

MINORITY— Determina el valor que menos se repite de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

RANGE— Calcula la diferencia entre el mayor y el menor valor de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

STD— Calcula la desviación estándar de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

SUM— Calcula el valor total de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

VARIETY— Calcula el número de valores únicos de todas las celdas en el ráster de valores que pertenecen a la misma zona que la celda de salida.

MIN\_MAX—Se calculan las estadísticas mínima y máxima.

MEAN\_STD—Se calculan las estadísticas de valor medio y de desviación estándar.

MIN\_MAX\_MEAN—Se calculan las estadísticas mínimas, máxima y de valor medio.



Tabla

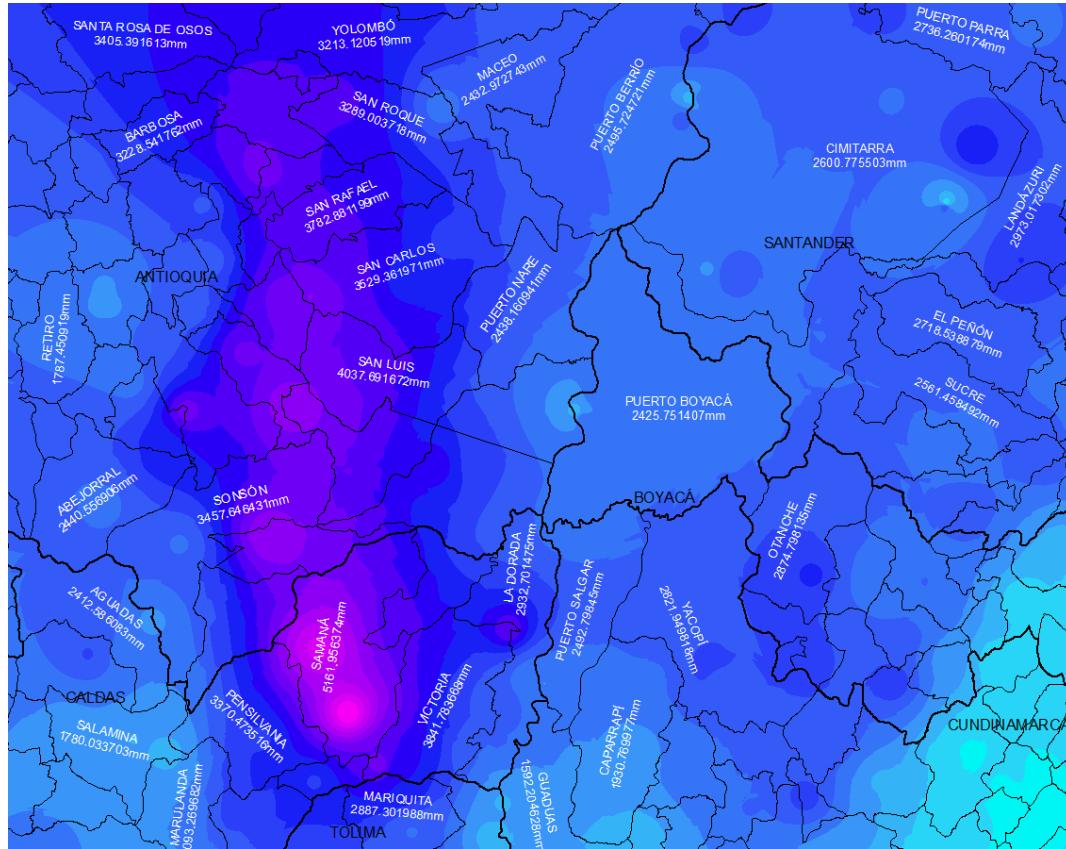
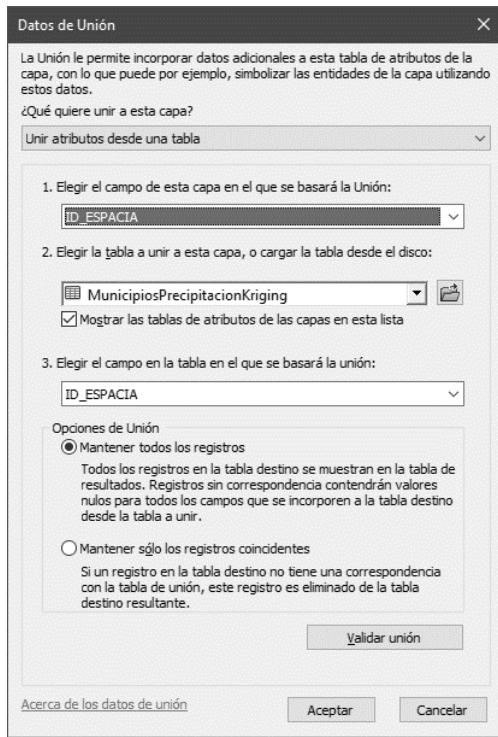
MunicipiosPrecipitacionKriging

	OID	ID_ESPACIA	ZONE_CODE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	
►	0	50226		1	13227	132270000	975.906494	1243.65332	267.746826	1070.204934	65.490072	14155600.6601
	1	68770		2	7546	75460000	2488.464355	2724.554932	236.090576	2646.855257	40.695672	19973169.7668
	2	68298		3	4622	46220000	1999.671387	2856.357686	856.686279	2671.401042	196.943766	12347215.6183
	3	15236		4	692	6920000	1450.268677	1641.652466	191.383789	1615.270303	26.998913	1117767.04993
	4	50606		5	26633	266330000	929.446045	1411.161011	481.714966	1086.713891	111.356975	28942451.0505
	5	68344		6	1785	17850000	2401.280273	2452.99707	51.716797	2427.934428	14.169885	4333862.95361
	6	25530		7	178	1780000	1239.438721	1514.174927	274.736206	1299.876604	107.469211	231378.035522
	7	15001		8	1433	14330000	774.920593	854.858948	79.938354	820.168187	15.741557	1175301.01135
	8	15367		9	185	1850000	893.789734	910.168823	16.379089	901.638674	3.761877	166803.154724
	9	50001		10	25576	255760000	829.678162	1289.196167	459.518005	1078.573468	112.00479	27585595.0112
	10	68190		11	318203	3182030000	801.117493	3615.338379	2814.220886	2600.775503	307.101412	827574567.45
	11	68101		12	99153	991530000	2037.574463	3187.564941	1149.990479	2619.436935	247.288051	259725030.377
	12	68250		13	42694	426940000	2389.024658	2919.834717	530.810059	2718.538879	108.610557	116065298.879
	13	68385		14	58987	589870000	2538.61499	3264.212646	725.597656	2973.017302	122.255614	175369371.567
	14	68377		15	33534	335340000	2109.707764	2841.168213	731.460449	2424.020947	137.473623	81287118.4241
	15	68271		16	18296	182960000	2241.646973	2679.806152	438.15918	2489.952645	67.806676	45556173.5896
	16	68020		17	16634	166340000	1684.665771	2681.016846	996.351074	2281.818151	212.392352	37956989.0502
	17	68368		18	11093	110930000	2173.140381	2799.760742	626.620361	2553.764622	145.712387	28328910.957
	18	68773		19	48377	483770000	2115.220947	2842.202393	726.981445	2561.458492	148.281528	123915677.48
	19	68324		20	7818	78180000	2056.047607	2619.830566	563.782959	2301.040349	132.28629	17989533.4497
	20	68861		21	48650	486500000	1934.571655	2993.876709	1059.305054	2558.35079	330.423404	124463765.929
	21	68327		22	2992	29920000	1994.370605	2359.445801	365.075195	2206.155051	88.655342	6600815.91406
	22	68013		23	5957	59570000	2390.677002	2977.958008	587.281006	2535.993661	94.911699	15106914.238
	23	68397		24	25351	253510000	2059.577148	2905.654297	846.077148	2607.980385	205.00453	66114910.7295
	24	68673		25	5761	57610000	2284.783447	2645.8125	361.029053	2423.56478	82.862347	13962156.6951
	25	68245		26	10644	106440000	2470.482178	3102.007324	631.525146	2691.463631	179.7178	28647938.8877
	26	68320		27	6337	63370000	2332.313477	2826.289063	493.975586	2687.513618	107.576019	17030773.7954
	27	68311		28	13511	135110000	2335.01122	3132.816406	707.805176	2621.521466	181.510556	35150000.0554

(0 de 324 Seleccionado)

MunicipiosPrecipitacionKriging

Una vez obtenida la tabla de estadísticas, realice un Join o Unión de datos relacionando por el campo ID\_ESPACIA de la capa geográfica de Municipios. Rotule los municipios indicando el valor medio de precipitación.  
 [Municipios.NOM\_MUNICI] & VbNewLine& [MunicipiosPrecipitacionKriging.MEAN]&"mm"





### 3.5. Algebra de mapas [v]<sup>6</sup> <sup>7</sup>

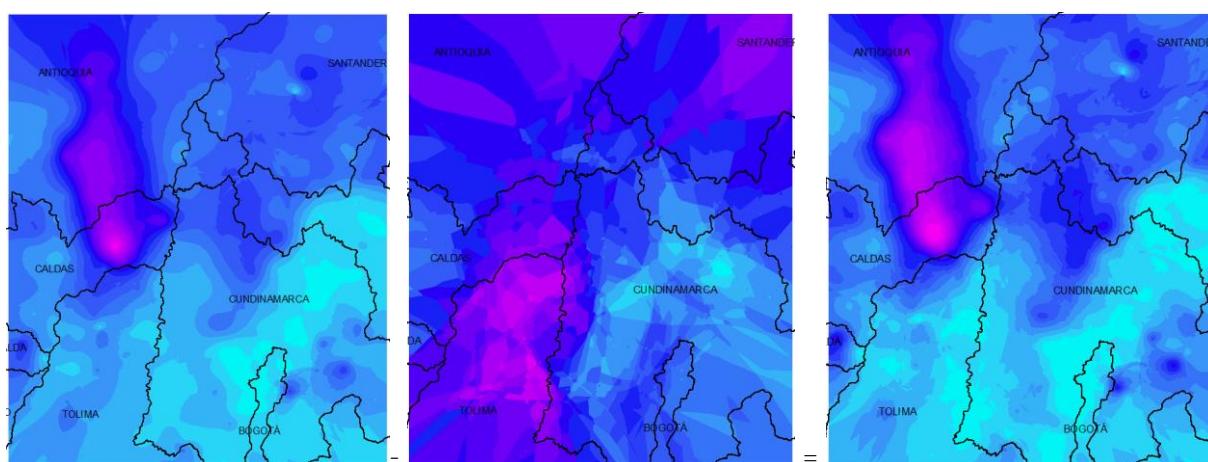
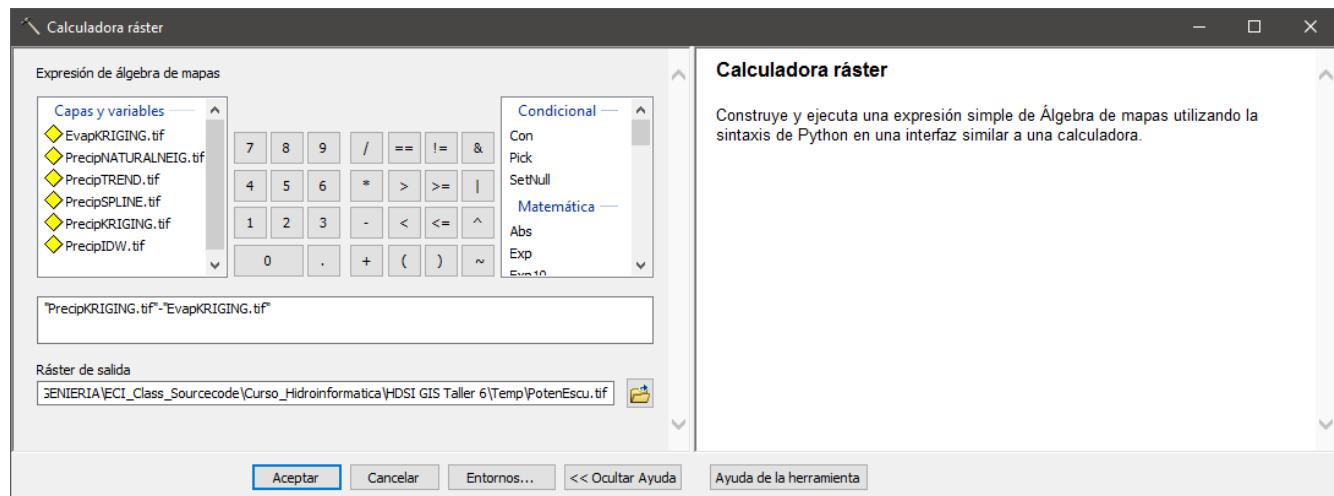
Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingeduco.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0116.aspx>

(En esa clase se presenta un ejemplo de binarización en análisis clasificado utilizando álgebra de mapas. Utilizando los conceptos de esta clase podrá realizar el ejercicio propuesto en este numeral para estimar el potencial de escurrimiento de precipitación)

Se entiende por álgebra de mapas el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes.

Ejercicio: Crear un mapa ráster con el potencial de escurrimiento de precipitación a partir de los mapas interpolados de Precipitación y Evaporación generados a partir de Kriging.

En ArcToolBox, ir a Herramientas de Spatial Analyst – Algebra de Mapas – Calculadora Ráster. La operación corresponderá a restar de la Precipitación la Evaporación y el resultado será el potencial en mm. Nombre el mapa nuevo como PotenEscu.tif

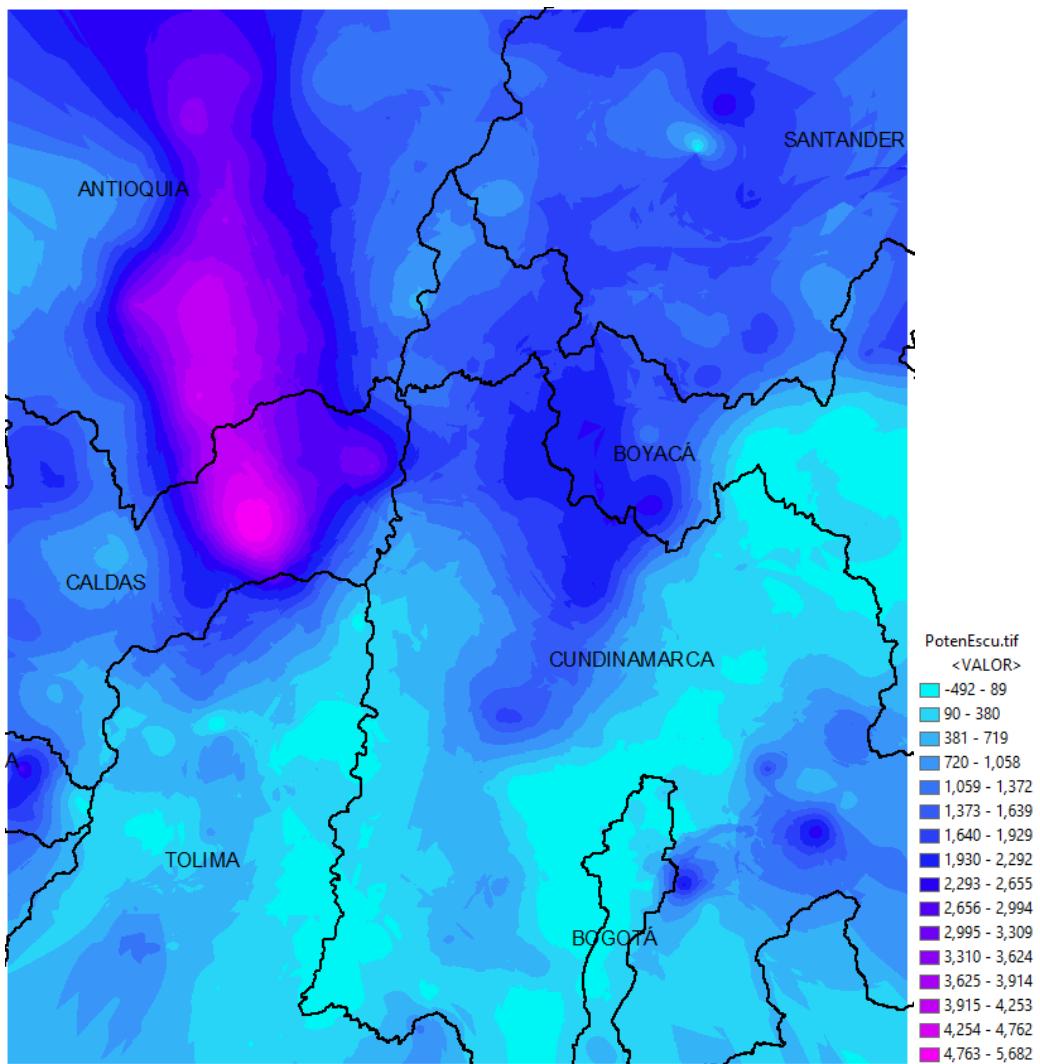


<sup>6</sup> <http://pro.ArcGIS.com/es/pro-app/help/analysis/spatial-analyst/mapalgebra/what-is-map-algebra.htm>

<sup>7</sup> [http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Algebra\\_de\\_mapas.html](http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Algebra_de_mapas.html)



Pueden existir zonas con valores negativos debido a que se trata de evaporación potencial, cuyos valores son mayores a los reales.





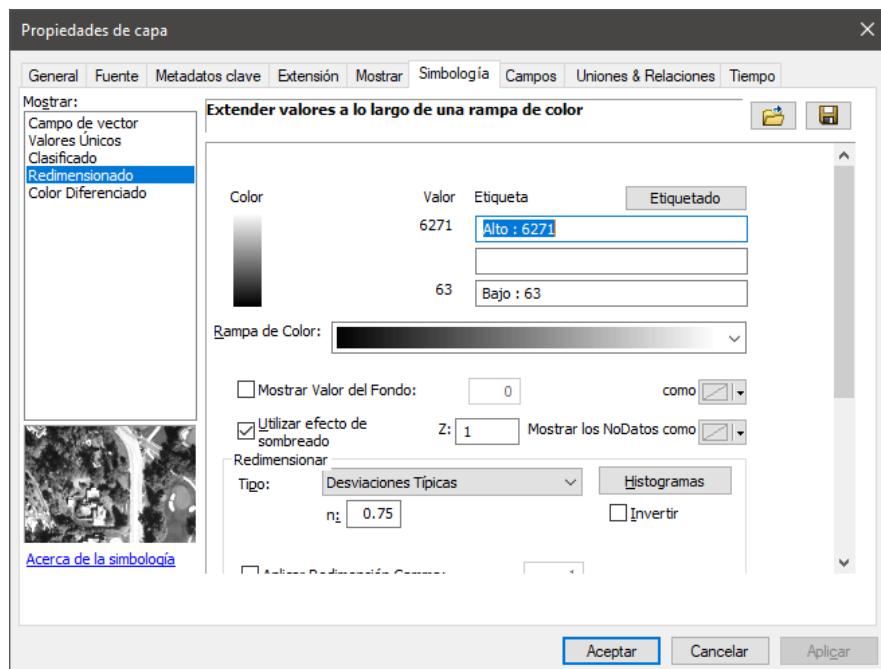
### 3.6. Cálculo de curvas de elevación - almacenamiento y elevación – área en embalses [v]

Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingedu.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0154.aspx>

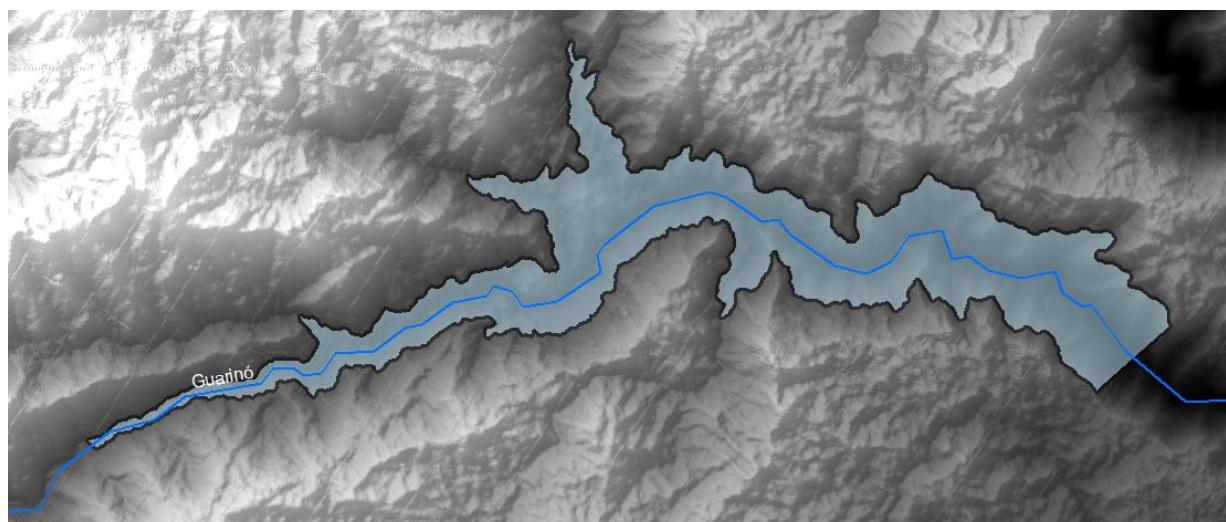
En etapas de pre-factibilidad, para la implantación de nuevos proyectos energéticos a partir de generación hidráulica, es necesario evaluar el régimen hidrológico de la zona de estudio, registros limnimétricos o limnigráficos y definir cuáles pueden ser las corrientes y zonas potenciales de embalsamiento.

Para este ejercicio, asumiremos que ya se ha definido la zona potencial de embalsamiento y la cota de cresta del vertedero. Utilizaremos el modelo digital de terreno ASTER GDEM v2 de la NASA y un tramo del río Guarinó, afluente del Río Magdalena. El caso de estudio corresponde a un caso hipotético y no representa la implantación de un nuevo proyecto en Colombia, tan solo se utiliza para ejemplificar el ejercicio del curso.

Cargar el modelo de terreno ASTERGDEMv2CaldasTolima.tif y simbolizar por Desviaciones Típicas con efecto de sombreado en Z:1 y n: 0.75.



Agregar la capa RioGuarinoMagdalena.shp y EmbalseGuarino.shp.





En la tabla de atributos de la capa del polígono del embalse, crear un campo de atributos numérico doble para ingresar la cota del plano de referencia. Por ejemplo, el campo CotaEval.

Tabla			
FID	Shape *	Id	CotaEval
0	Polygon ZM	0	0
(0 de 1 Seleccionado)			
EmbaseGuarino			

Para conocer el rango de elevaciones, realizar la estadística zonal de cotas a partir del polígono del embalse y el modelo de terreno. Obtendrá cotas entre 791 y 1234 msnm. Para el ejercicio, realizaremos el cálculo desde la cota 791 hasta la cota 1164 msnm correspondiente a la cota lateral de la presa. Ver cota en Longitud -74.996929 ° y latitud 5.283113°.

Estadísticas zonales como tabla

Datos de zonas de entidad o ráster de entrada: EmbalseGuarino

Campo de zona: FID

Ráster de valores de entrada: ASTERDEMv2CaldasTolima.tif

Tabla de salida: CI\_Class\_Sourcecode\Curso\_Hidroinformatica\HDSI GIS Taller 6\Temp\EmbaseGuarinoStats.dbf

Ignorar los NoData en los cálculos (opcional)

Tipo de estadística (opcional): ALL

Tabla de salida

Tabla de salida que contendrá el resumen de los valores de cada zona.

El formato de la tabla está determinado por la ubicación y la ruta de salida. De forma predeterminada, la salida será una tabla de geodatabase. Si la ruta no está en una geodatabase, el formato lo determinará la extensión. Si la extensión es .dbf, tendrá el formato de dBASE. Si no se especifica una extensión, la salida será una tabla INFO.

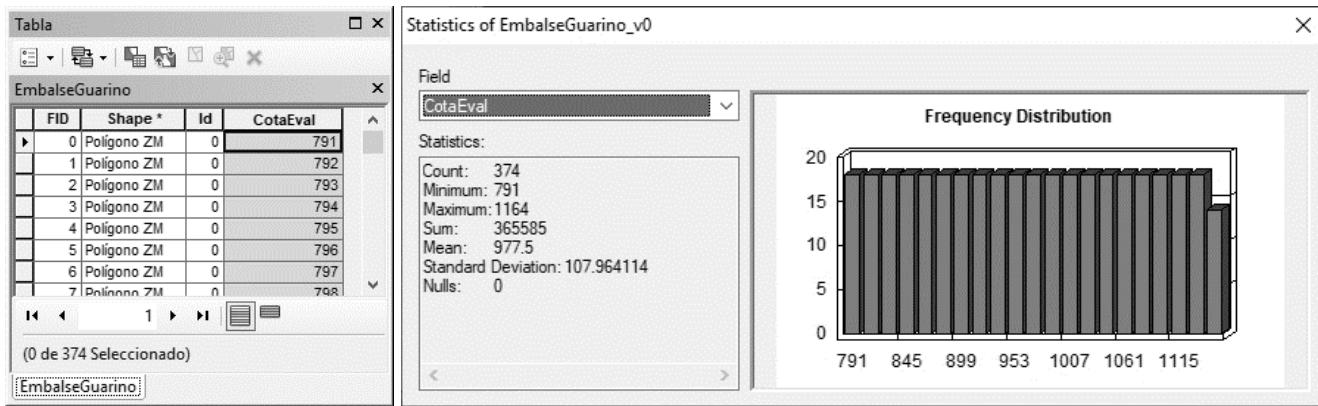
Aceptar Cancelar Entornos... << Ocultar Ayuda Ayuda de la herramienta

Tabla													
OID	FID_	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	VARIETY	MAJORITY	MINORITY	MEDIAN
0	0	21869	19682100	791	1234	443	1042.705428	86.190989	22802925	428	1118	791	1060
(0 de 1 Seleccionado)													
EmbaseGuarino EmbaseGuarinoStats													

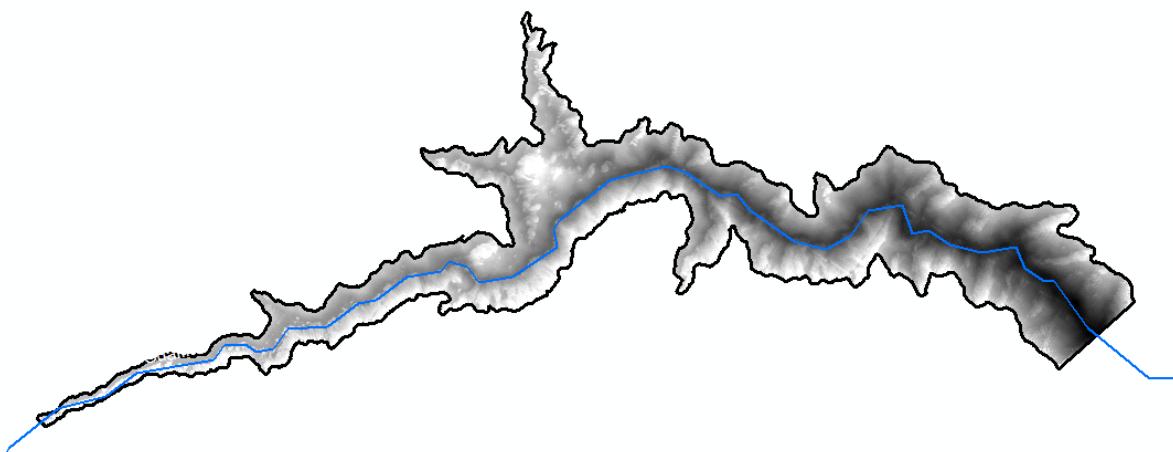
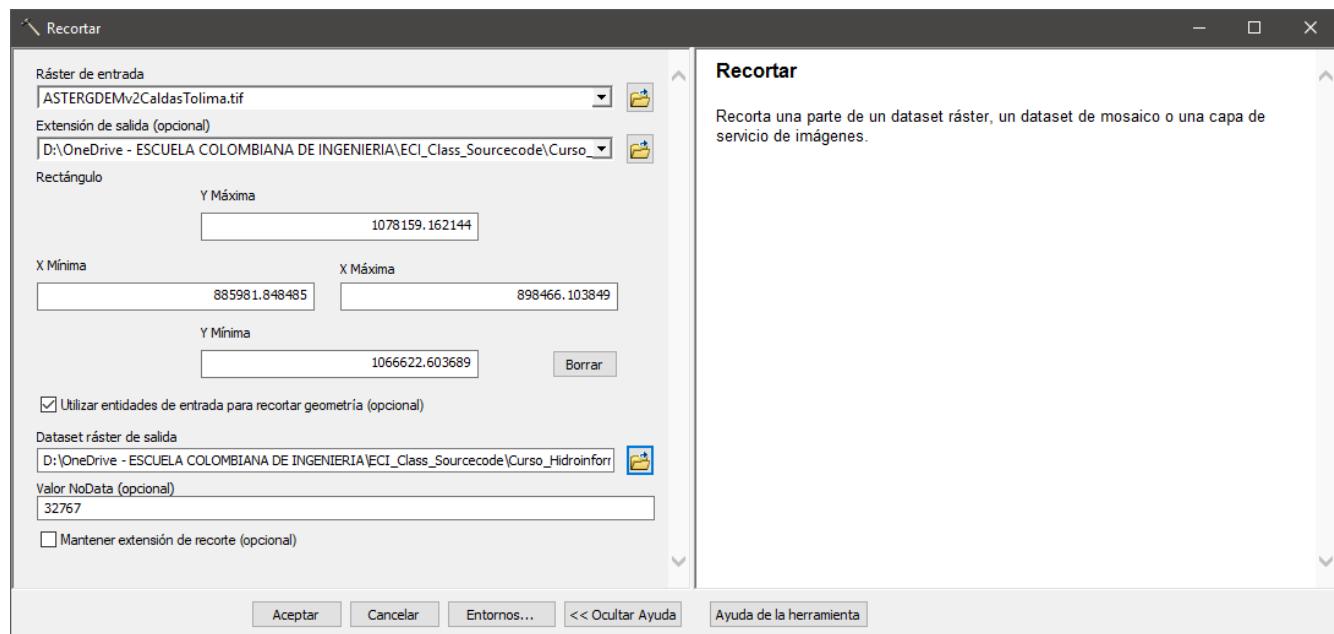
En el modelo de terreno identificar el rango de cotas del vaso de almacenamiento (por ejemplo, de 791msnm a 1164msnm, 373 variaciones cada metro + 1 = 374) y definir la variación de elevación a utilizar en los cálculos. Por ejemplo, elevación cada metro. Es decir que se calcularán para el ejemplo 374 datos de elevación - almacenamiento.

Editar la capa del polígono del embalse, seleccionar el polígono, copiarlo y pegarlo 374 veces. (Puede copiar 10 veces y luego seleccionar los 10 para duplicarlos y así sucesivamente hasta tener en número de polígonos requerido). Terminar la edición y guardar.

En el campo CotaEval, para cada polígono indicar el valor del nivel de referencia a evaluar. 791, 792, 793.....1162, 1163, 1164. Para facilitar esta tarea, mediante la calculadora de campo, asigne el valor del OID + 791, de esta forma obtendrá los valores requeridos de elevación para cada polígono.

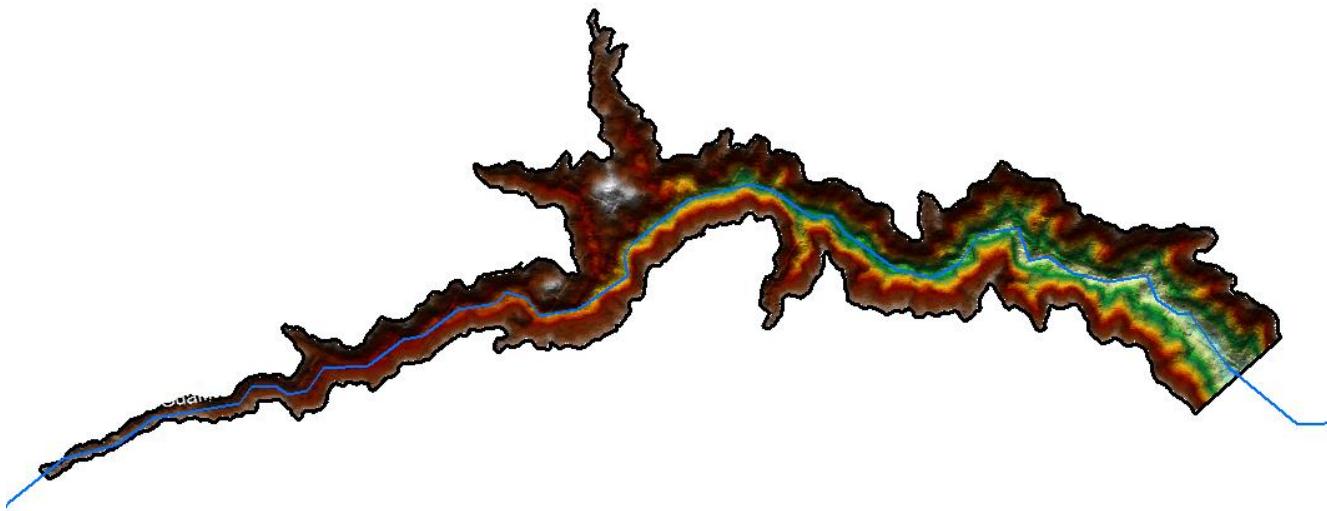
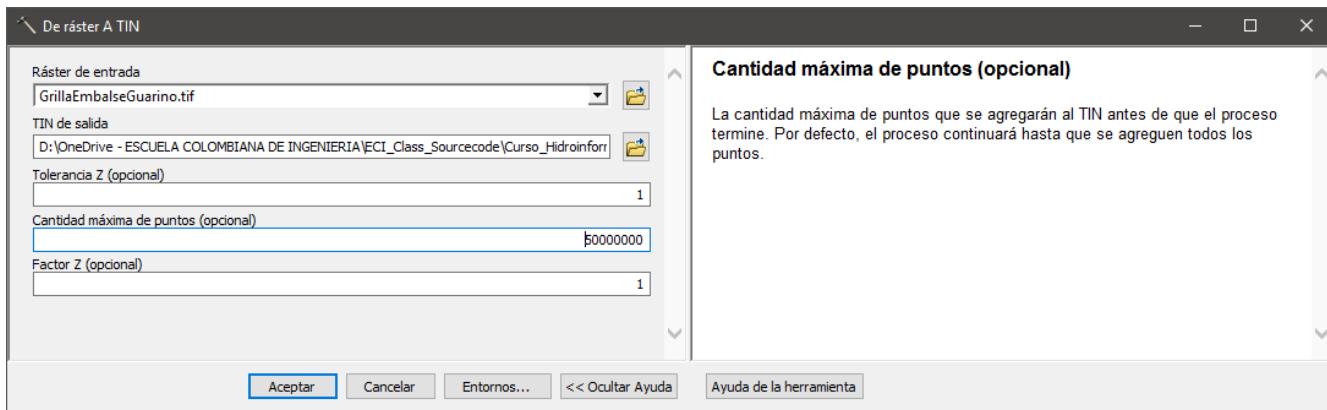


Corte la grilla de terreno ASTERGDEMv2CaldasTolima.tif hasta el borde del polígono del embalse. En ArcGIS – Herramientas de Administración de Datos – Ráster – Procesamiento de Ráster – Recortar, seleccionar la grilla de terreno y el polígono contenido en EmbalseGuarino.shp (filtrar por FID=0), nombre la grilla resultante como GrillaEmbalseGuarino.tif.

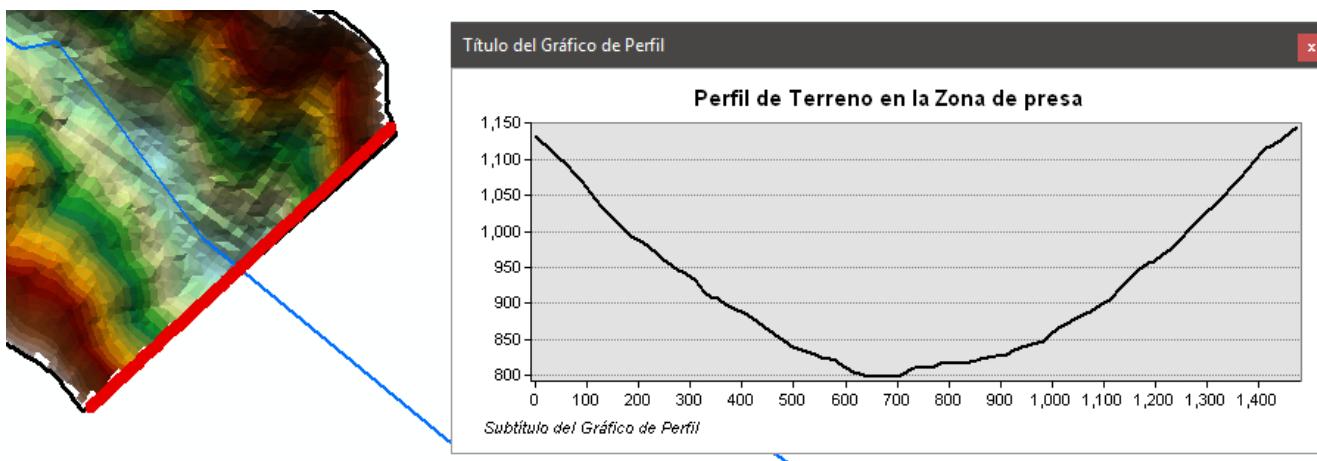




En ArcToolBox - 3D Analyst – Conversión – De Ráster – De Ráster a TIN, seleccionar el ráster GrillaEmbalseGuarino.tif y nombre el TIN como TINGrillaEmbalseGuarino. De esta forma obtendrá una superficie triangulada que le permitirá realizar los cálculos de volumen requeridos. Utilice 50 millones de puntos para la creación de la superficie y tolerancia vertical de 1 metro.

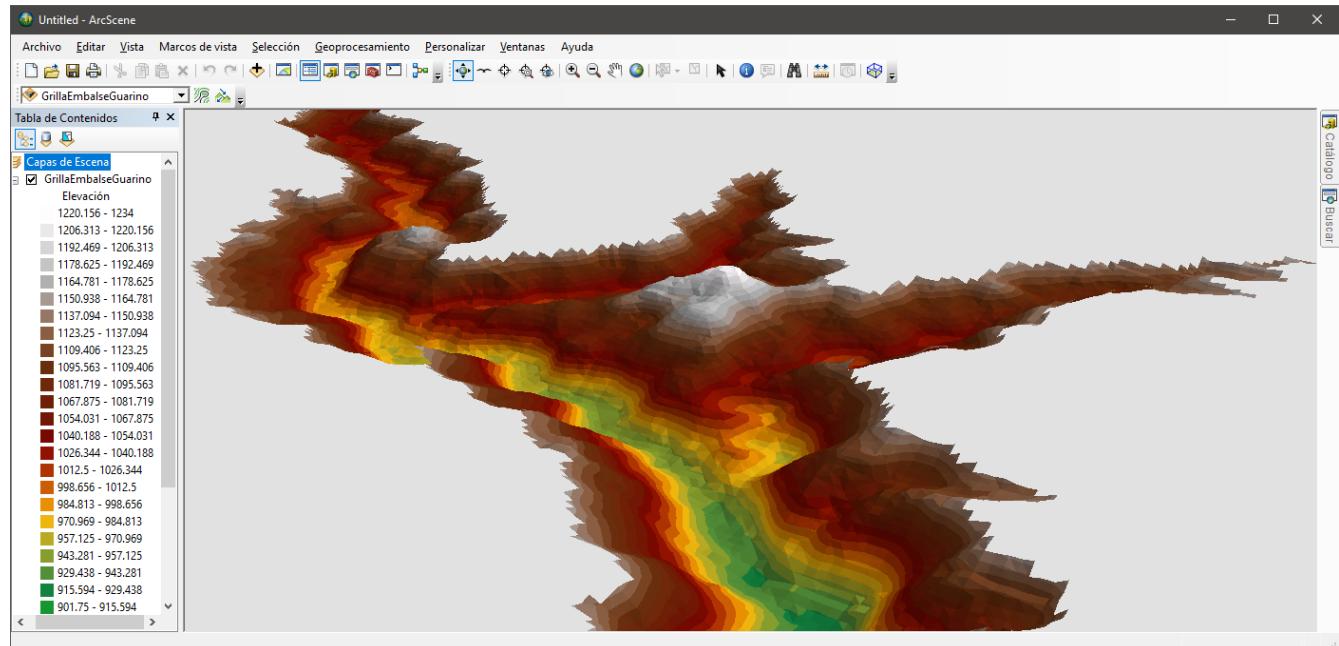
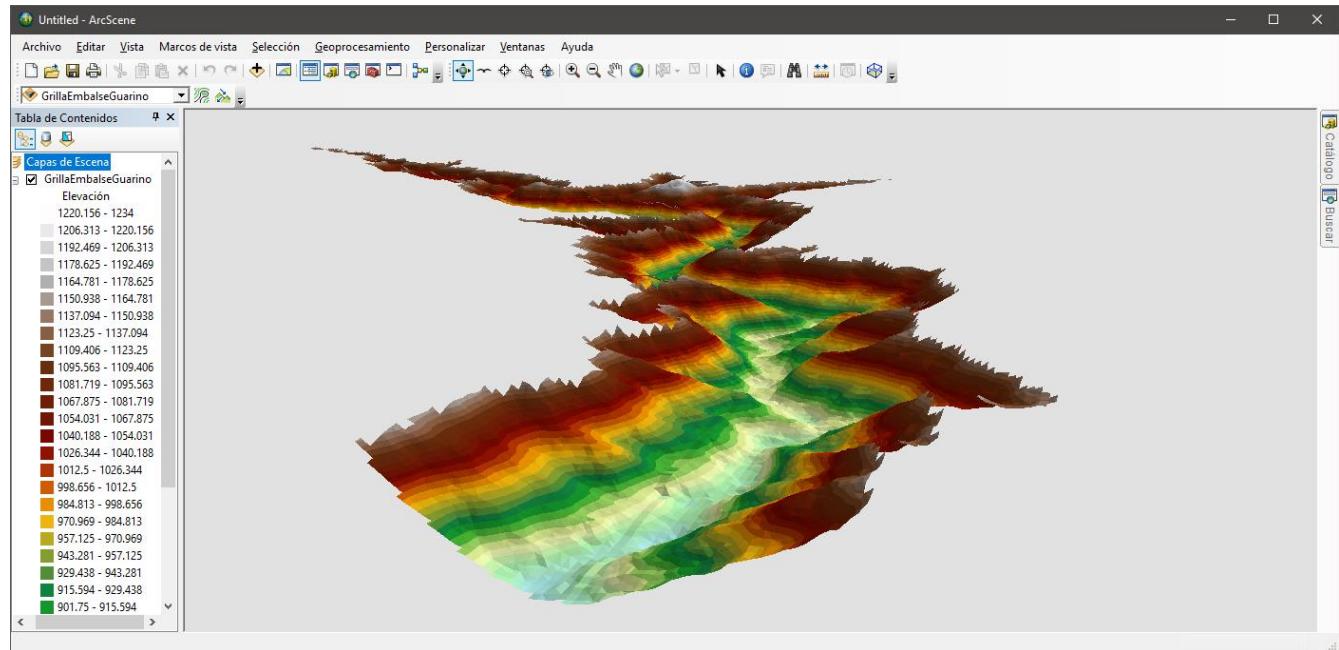


Utilizando la barra de herramientas de 3D Analyst, genere un perfil en la zona de presa y evalúe las cotas.





En ArcScene, cargue el modelo TIN y analice la calidad del modelo. En caso de que no represente adecuadamente la superficie requerida, incremente el número de puntos de muestreo, por ejemplo, a 100 millones.



En ArcGIS 3D Analyst - Triangulated Surface - Polygon Volume, seleccionar el modelo de terreno, la capa del polígono del nivel de referencia y el campo CotaEval en Height Field. Seleccionar la opción BELOW en el plano de referencia.



**Tabla**

EmbalseGuarino

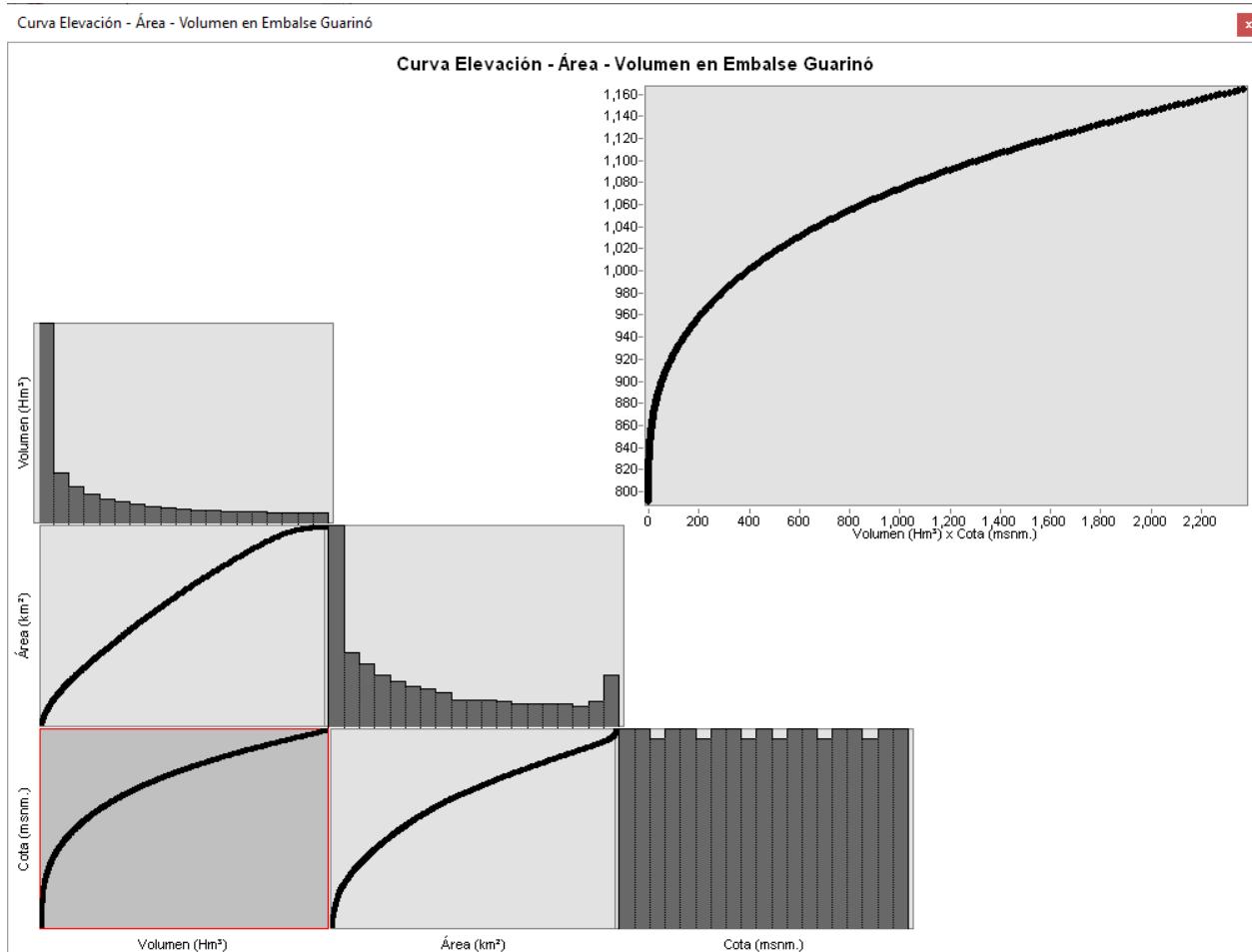
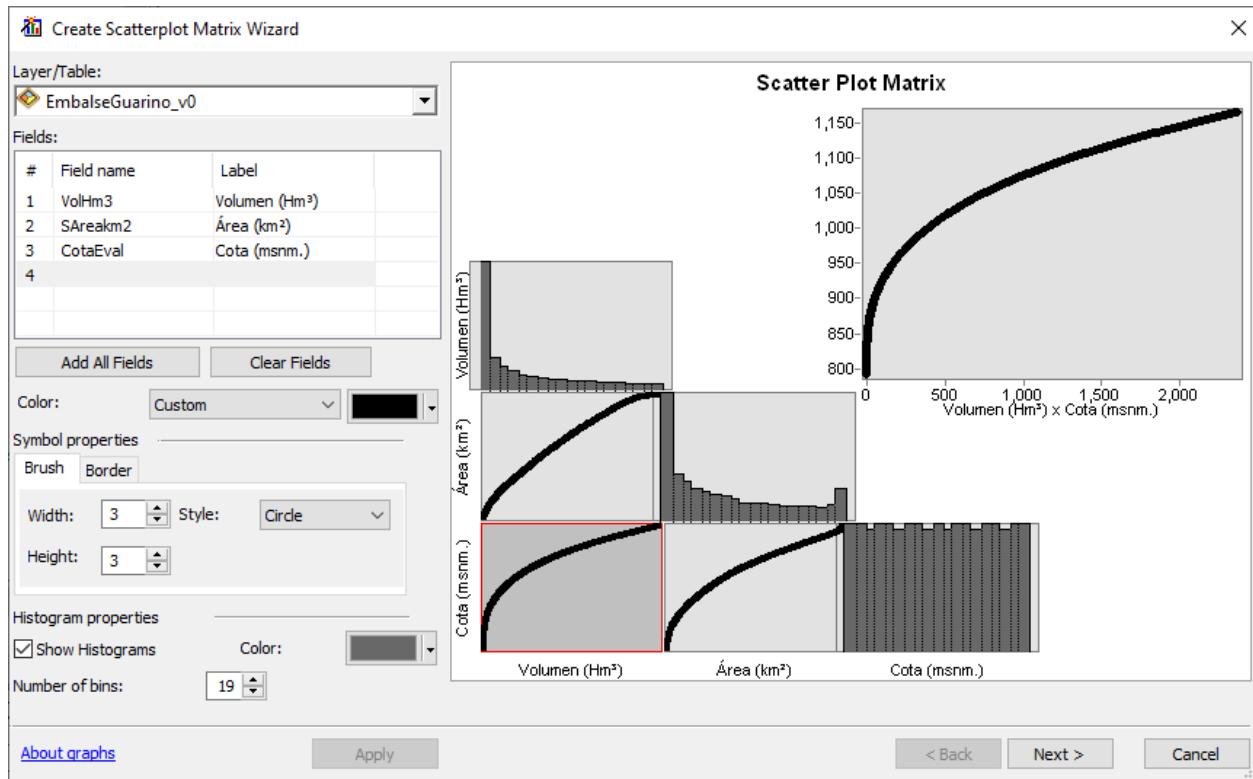
FID	Shape *	Id	CotaEval	Volume	SArea
0	Polígono ZM	0	791	0	0
1	Polígono ZM	0	792	255.625	771.349525
2	Polígono ZM	0	793	1449.484321	1659.995774
3	Polígono ZM	0	794	3577.749566	2676.570391
4	Polígono ZM	0	795	6749.737373	3787.283239
5	Polígono ZM	0	796	10985.396823	4884.046899
6	Polígono ZM	0	797	16342.29604	6113.683846
7	Polígono ZM	0	798	22940.672084	7459.444393
8	Polígono ZM	0	799	31960.26703	11371.765409
9	Polígono ZM	0	800	44833.731281	14995.294497
10	Polígono ZM	0	801	60928.51044	17973.104648
11	Polígono ZM	0	802	79819.561266	20827.143232
12	Polígono ZM	0	803	101440.74688	23687.636565
13	Polígono ZM	0	804	125805.562364	26560.799815
14	Polígono ZM	0	805	152950.827202	29599.865661
15	Polígono ZM	0	806	183216.784206	33140.261543
16	Polígono ZM	0	807	217797.896725	38808.453228

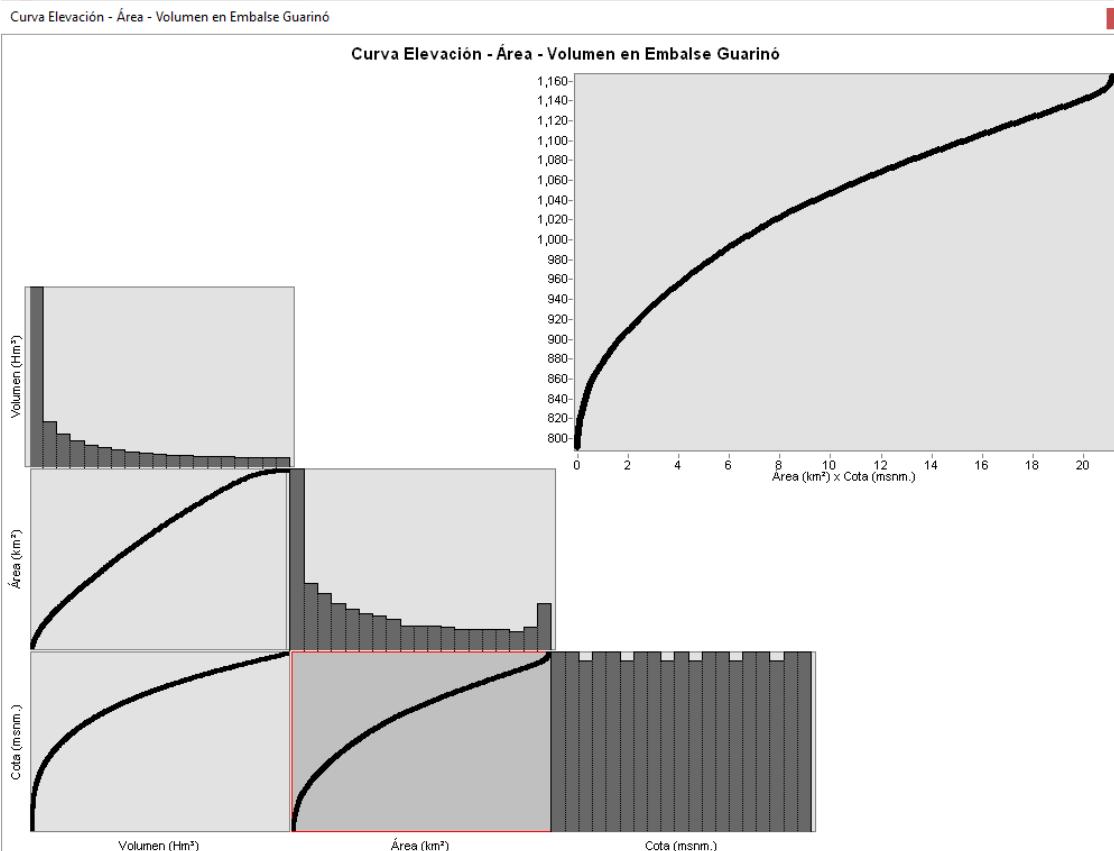
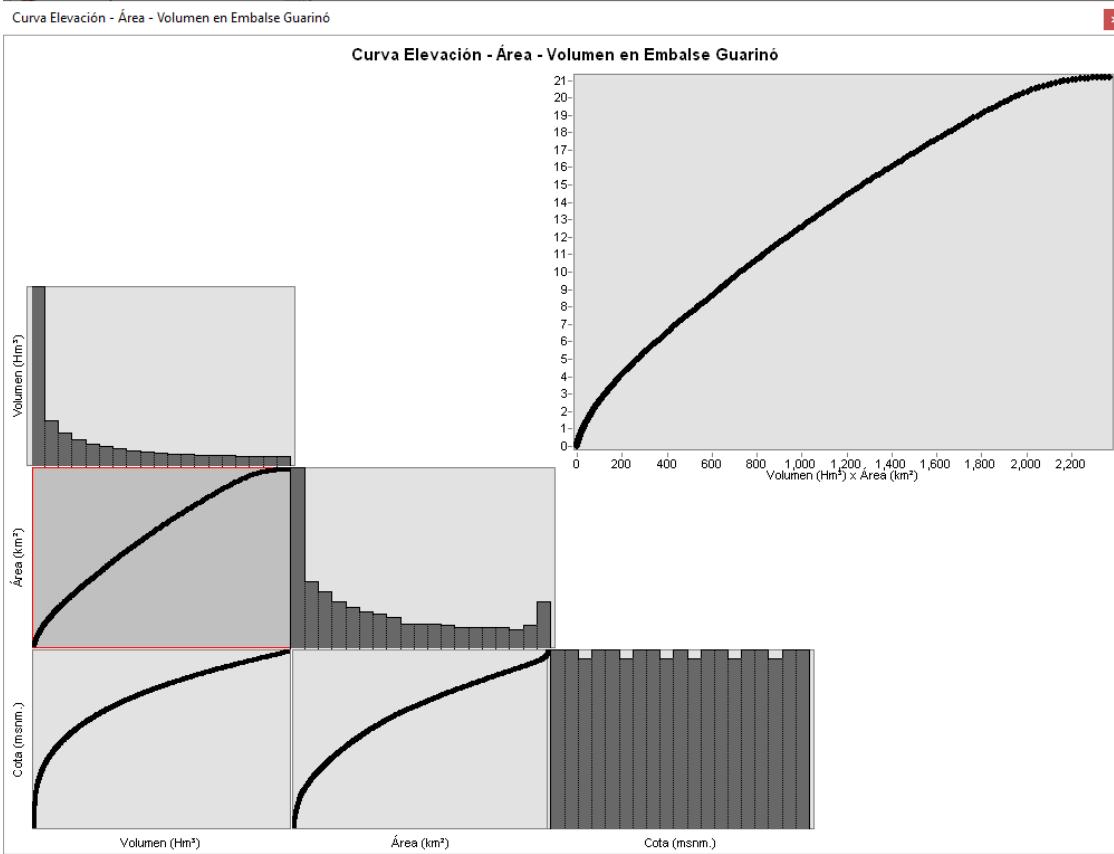
EmbalseGuarino

En la tabla de atributos, crear dos nuevos campos numéricos dobles para calcular el volumen embalsado en hectómetros cúbicos y área mojada den km<sup>2</sup>, VolHm3 = [Volume] / 1000000 y SAreakm2 = [SArea] /1000000.

En ArcMap, desde el menú View, crear una gráfica de matriz de dispersión ordenando las variables como VolHm3, SAreakm2 y CotaEval.

Nota: Recuerde que los valores de área obtenidos con la herramienta 3D de cálculo de volúmenes, corresponden al área mojada y no al área del espejo de agua para cada elevación.

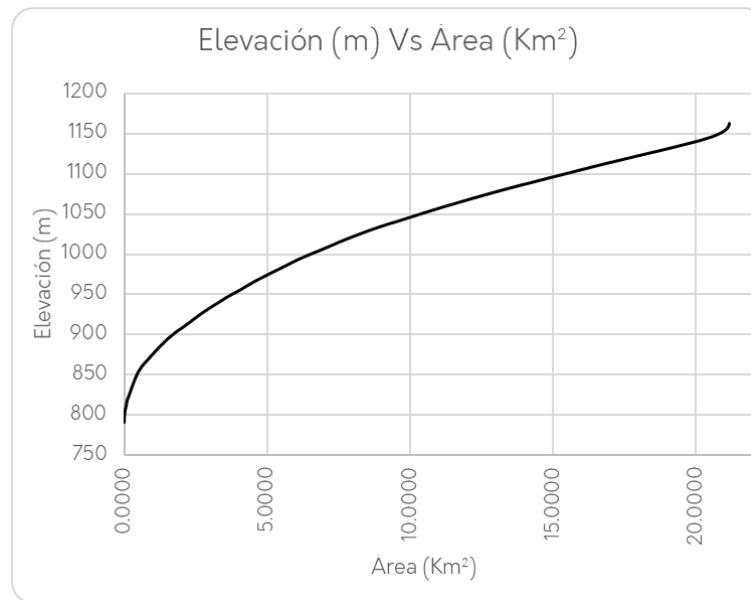
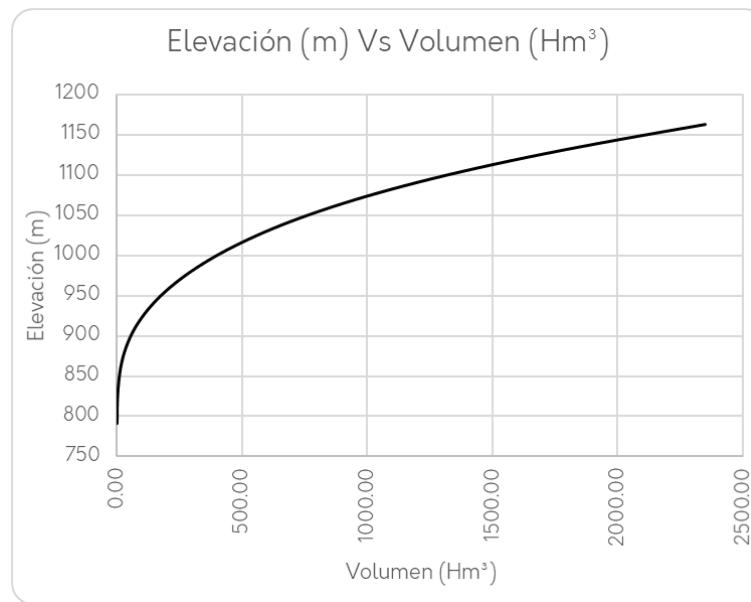






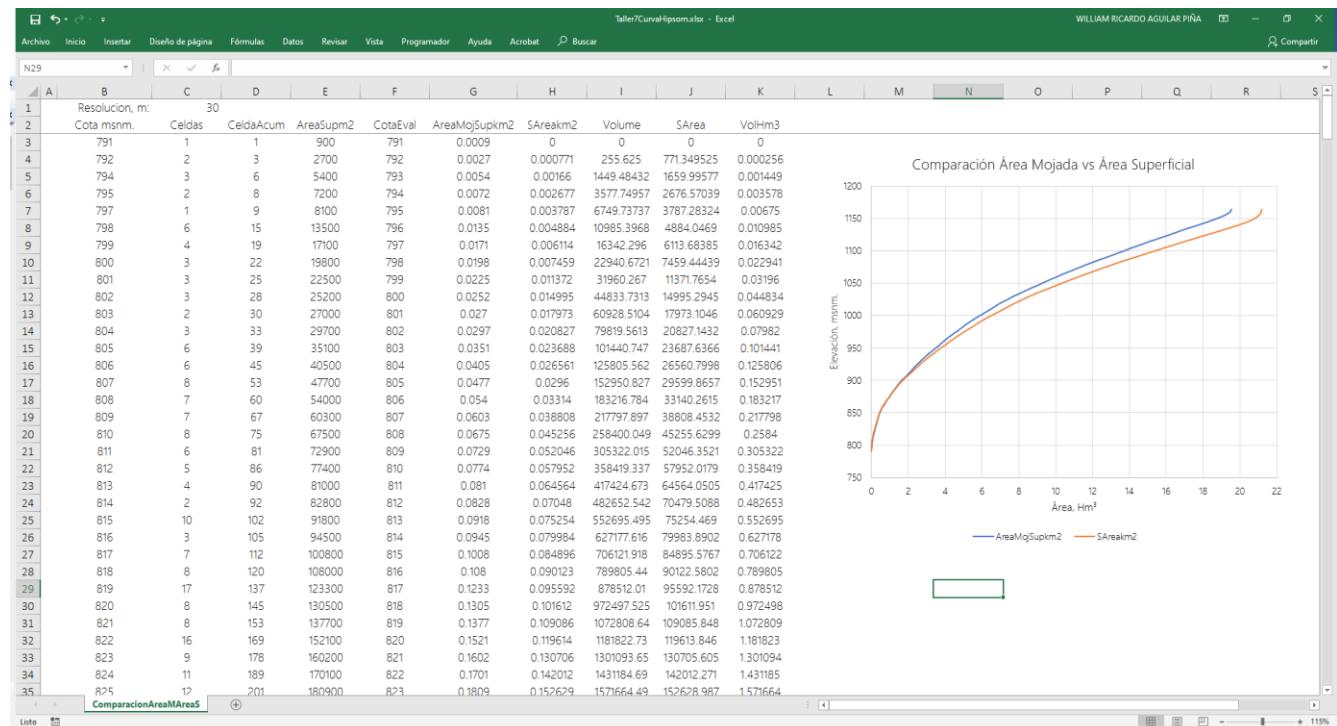
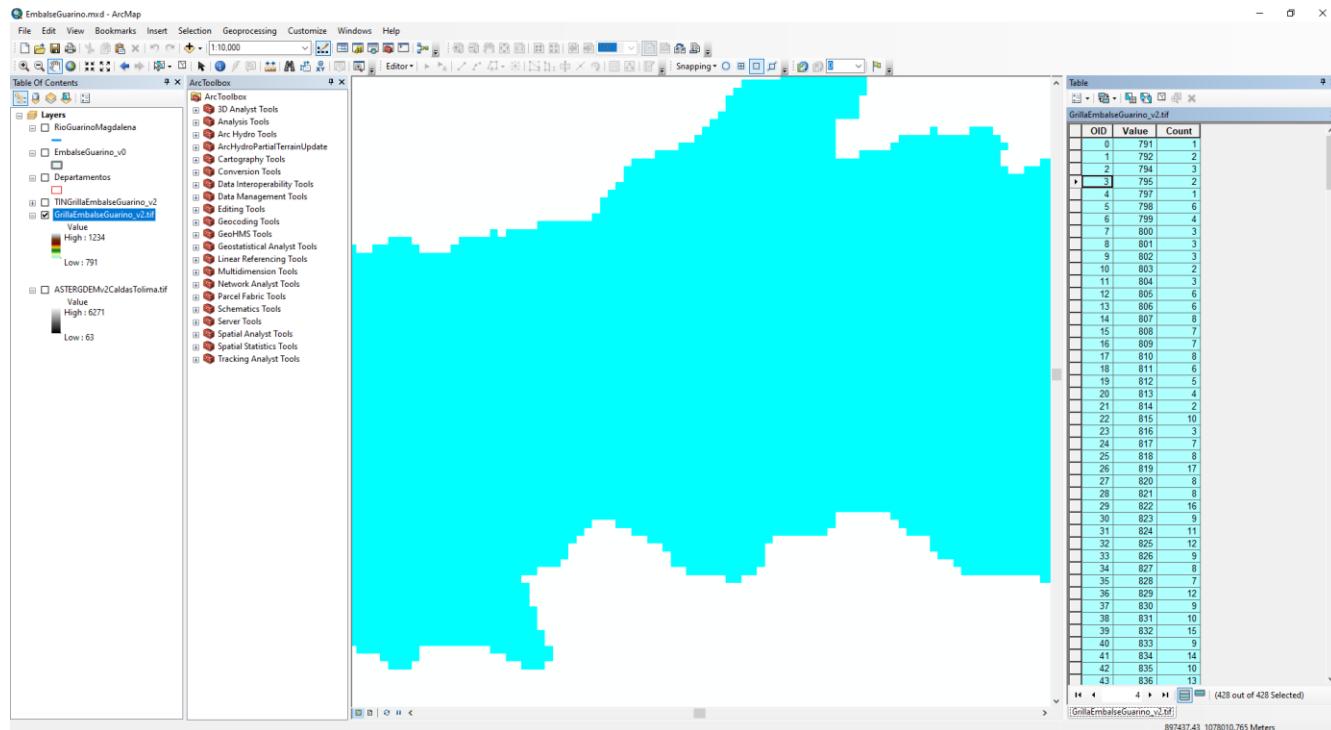
Exportar la tabla de la capa a .dbf, abrir en Microsoft Excel, ordenar de menor a mayor por el campo de elevación, convertir los valores de área a  $\text{km}^2$  y volumen a hectómetros cúbicos  $\text{Hm}^3$  y graficar las curvas elevación - almacenamiento y elevación - area. Para el ejemplo, se pueden embalsar  $2368.67 \text{ Hm}^3$  hasta la cota 1164msnm en un espejo de agua superior de  $21.16 \text{ km}^2$ .

CotaEval (m)	Volume (m³)	Sarea (m²)	Volume (Hm³)	Sarea (Km²)
1160	2294919677.04	21129914.92	2294.92	21.1299
1161	2313347302.04	21139969.21	2313.35	21.1400
1162	2331783157.73	21148671.61	2331.78	21.1487
1161	2313347302.04	21139969.21	2313.35	21.1400
1163	2350225586.70	21154998.95	2350.23	21.1550





Para la estimación del área superficial, en ArcMap, de clic derecho en la capa GrillaEmbalseGuarino.tif y abrir la tabla de atributos. Ordenar por el campo de atributos Value, copiar y pegar los datos en Microsoft Excel y acumular a partir del campo Count. Graficar.



Podrá observar que la curva de área mojada está por encima de la curva área superficial.



### 3.7. Automatización de procesos con Model Builder en ArcGIS [v]

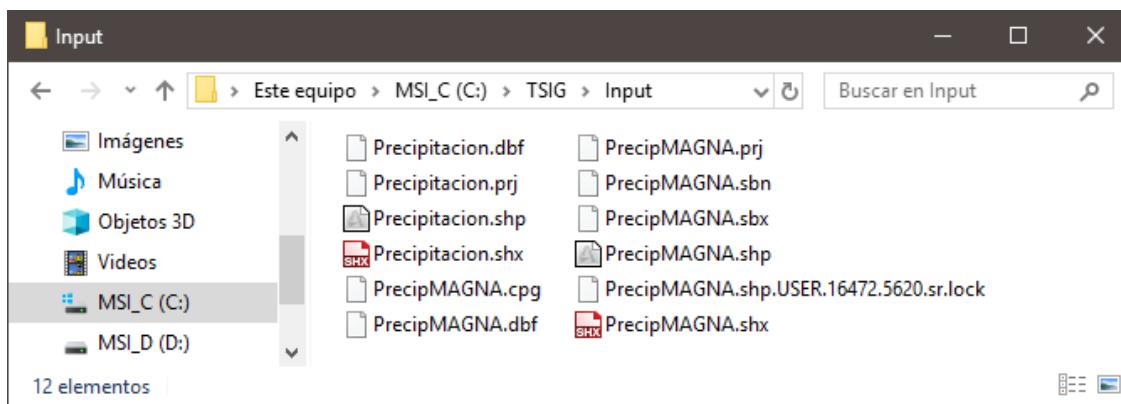
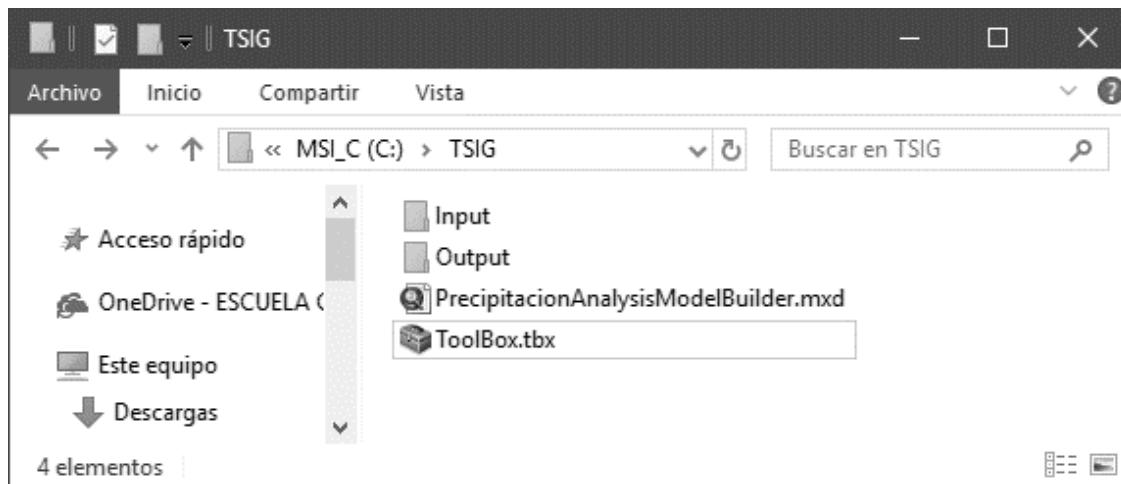
Microcontenido: <https://pruebacorreoescuelaingedu.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/TSIG0155.aspx>

#### 3.7.1. Selección y exportación de estaciones con precipitación media mayor o igual a un valor definido

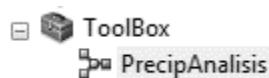
A partir de los valores totales anuales de la precipitación media de una red de estaciones, exportar iterativamente las estaciones que cumplen con valores a partir de un rango y salto definido y realizar la interpolación espacial de cada exportación utilizando los métodos SPLine e IDW.

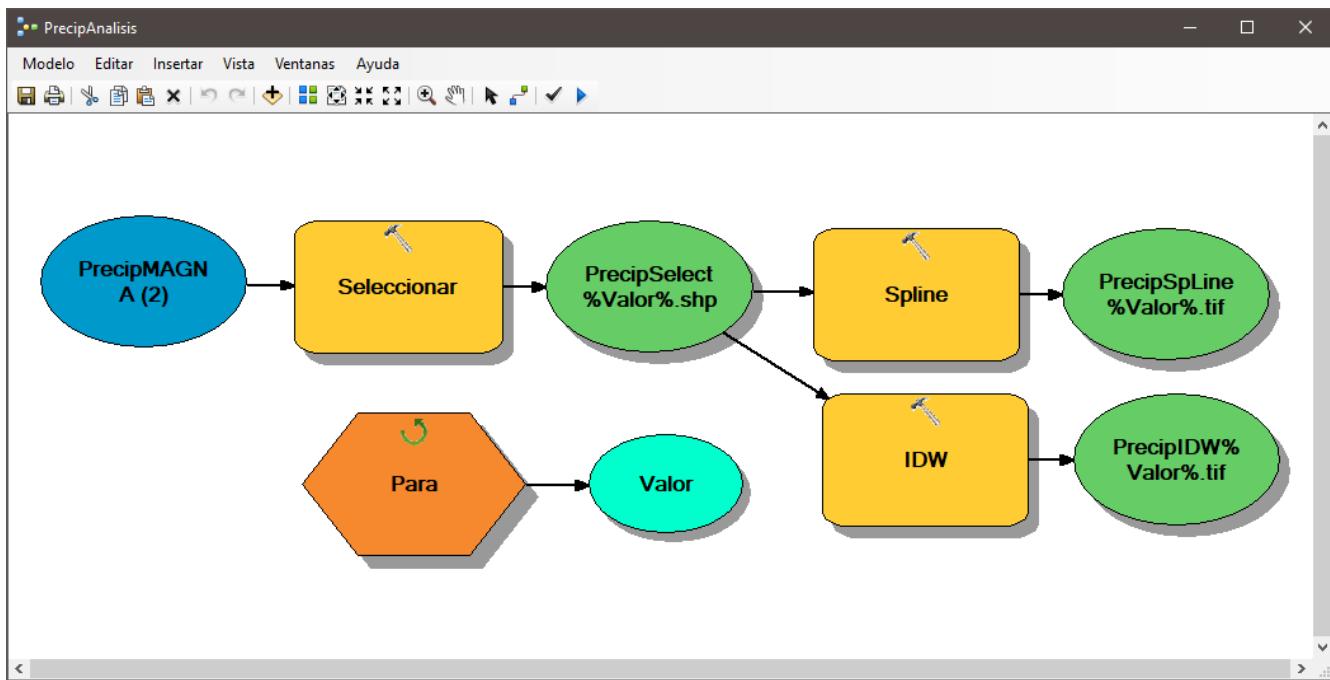
Para el desarrollo del ejercicio es necesario reproyectar el archivo de formas Precipitacion.shp de WGS 1984 a MAGNA SIRGAS Bogotá.

Para facilitar el proceso de creación, pruebas de ejecución y análisis de resultados, crear la siguiente estructura de directorios.

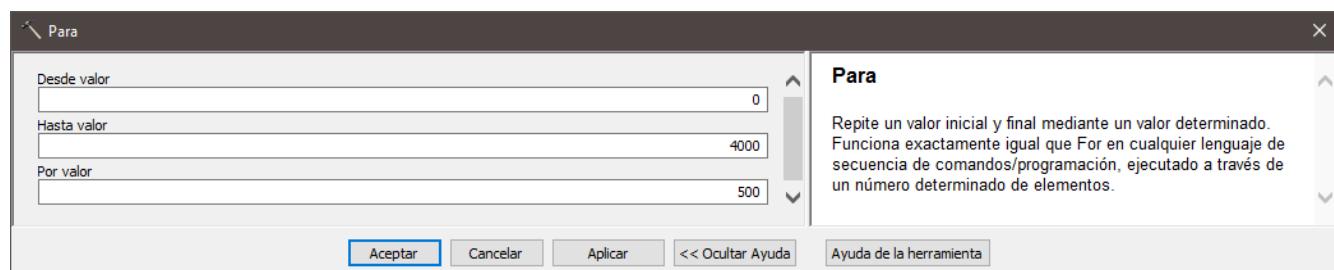
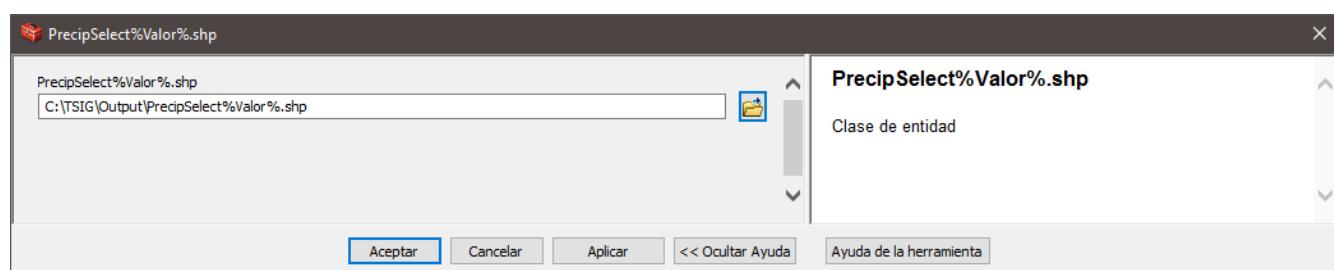
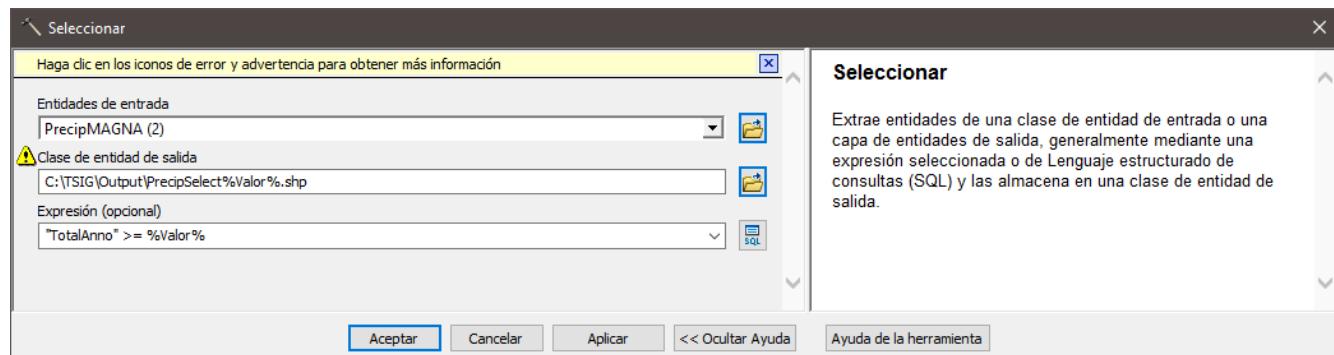


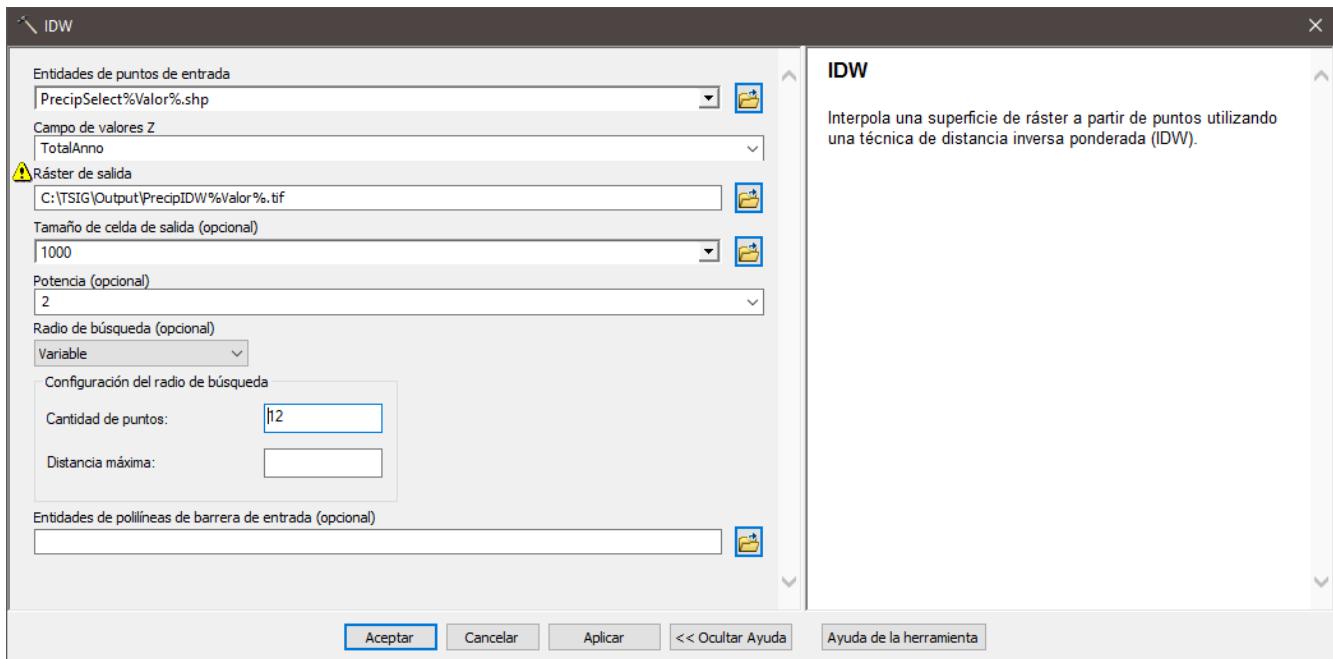
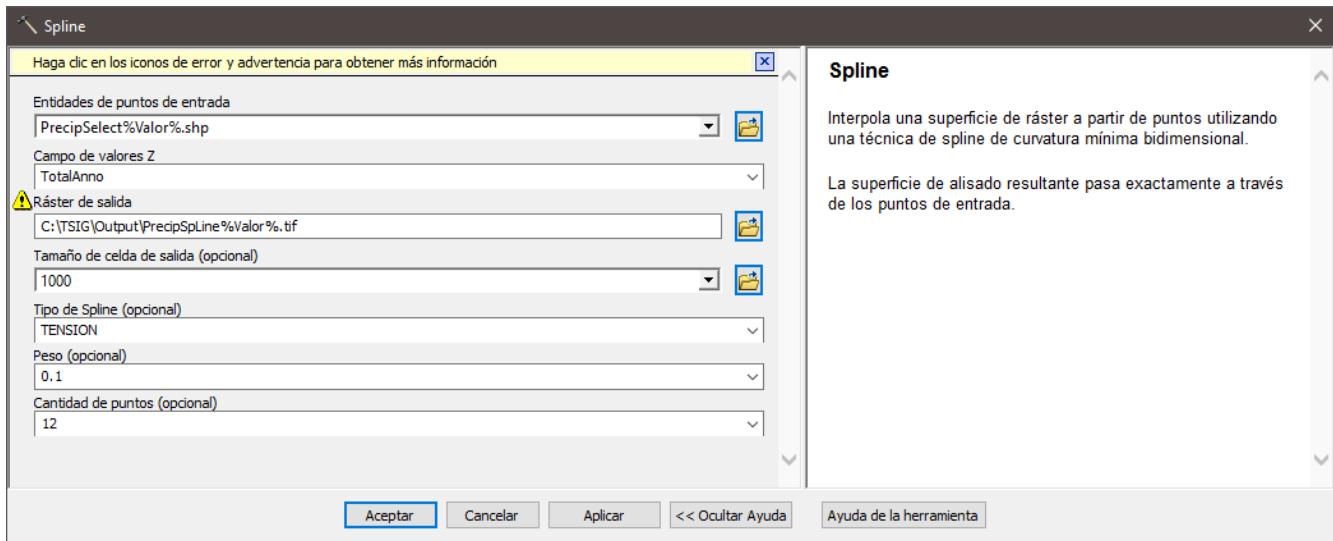
Crear una caja de herramientas y un modelo dentro de la caja denominado PrecipAnalysis.

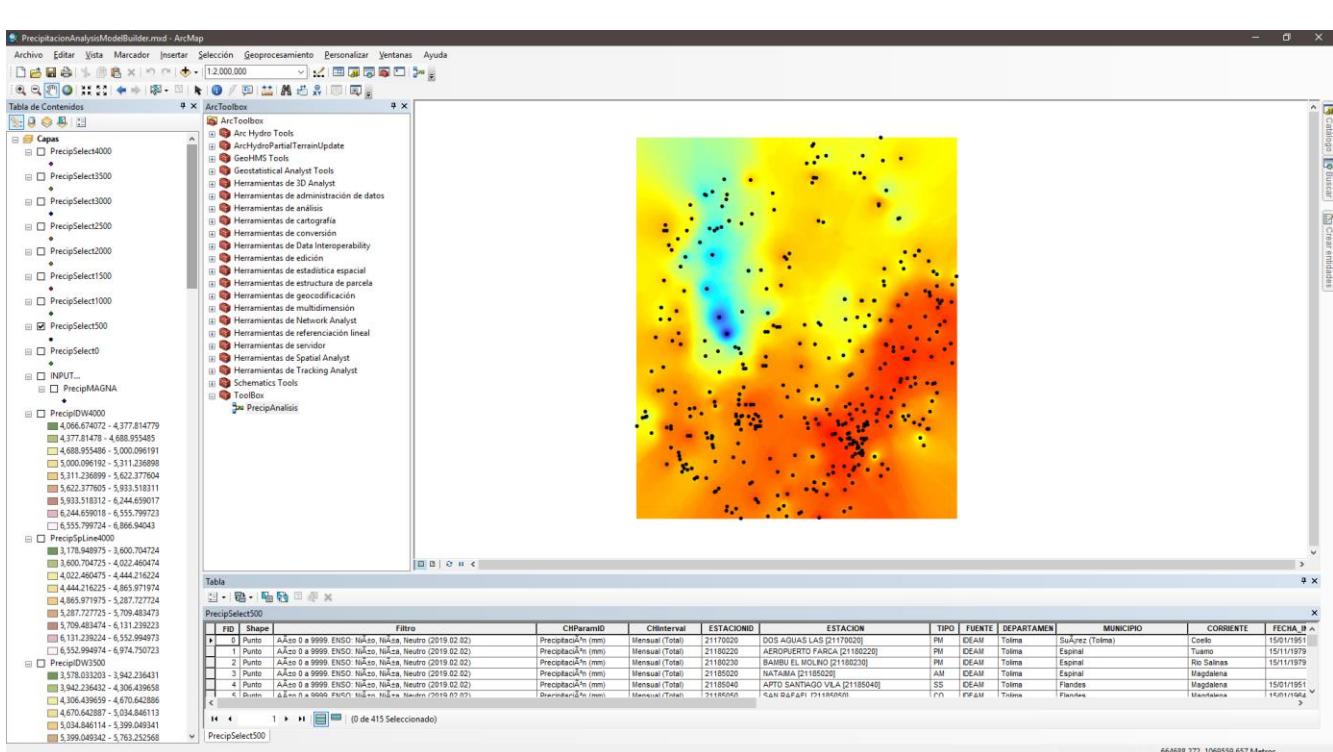
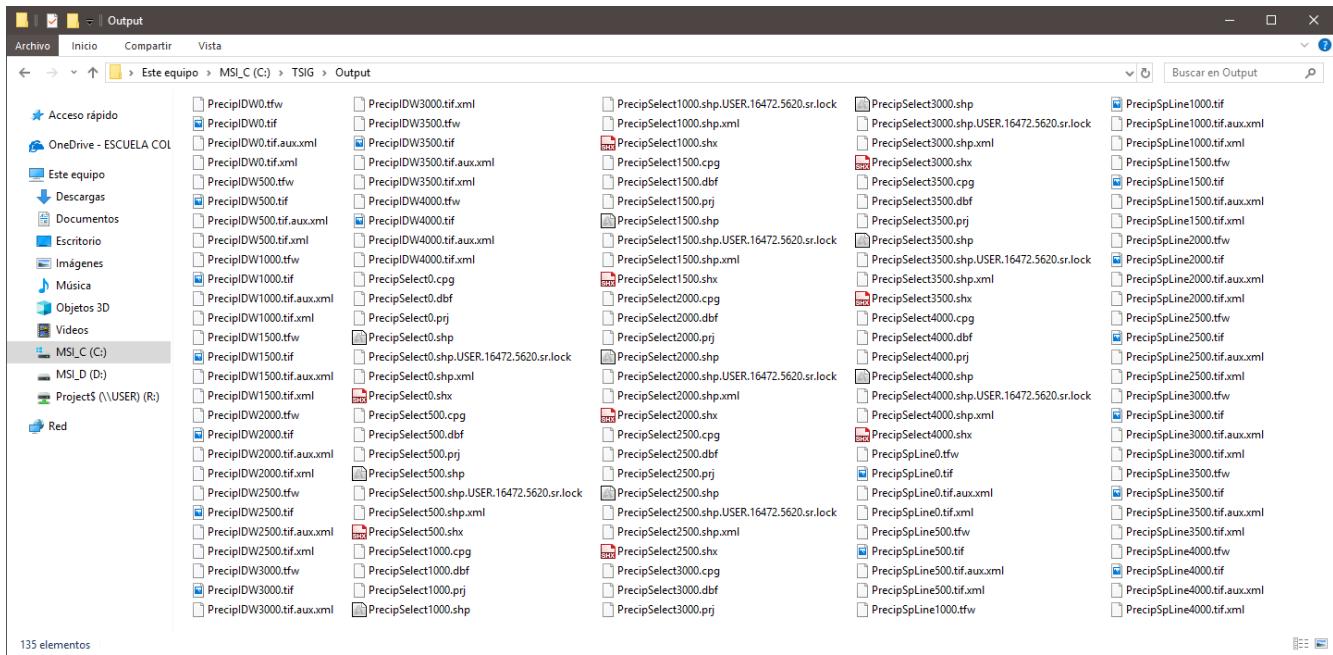




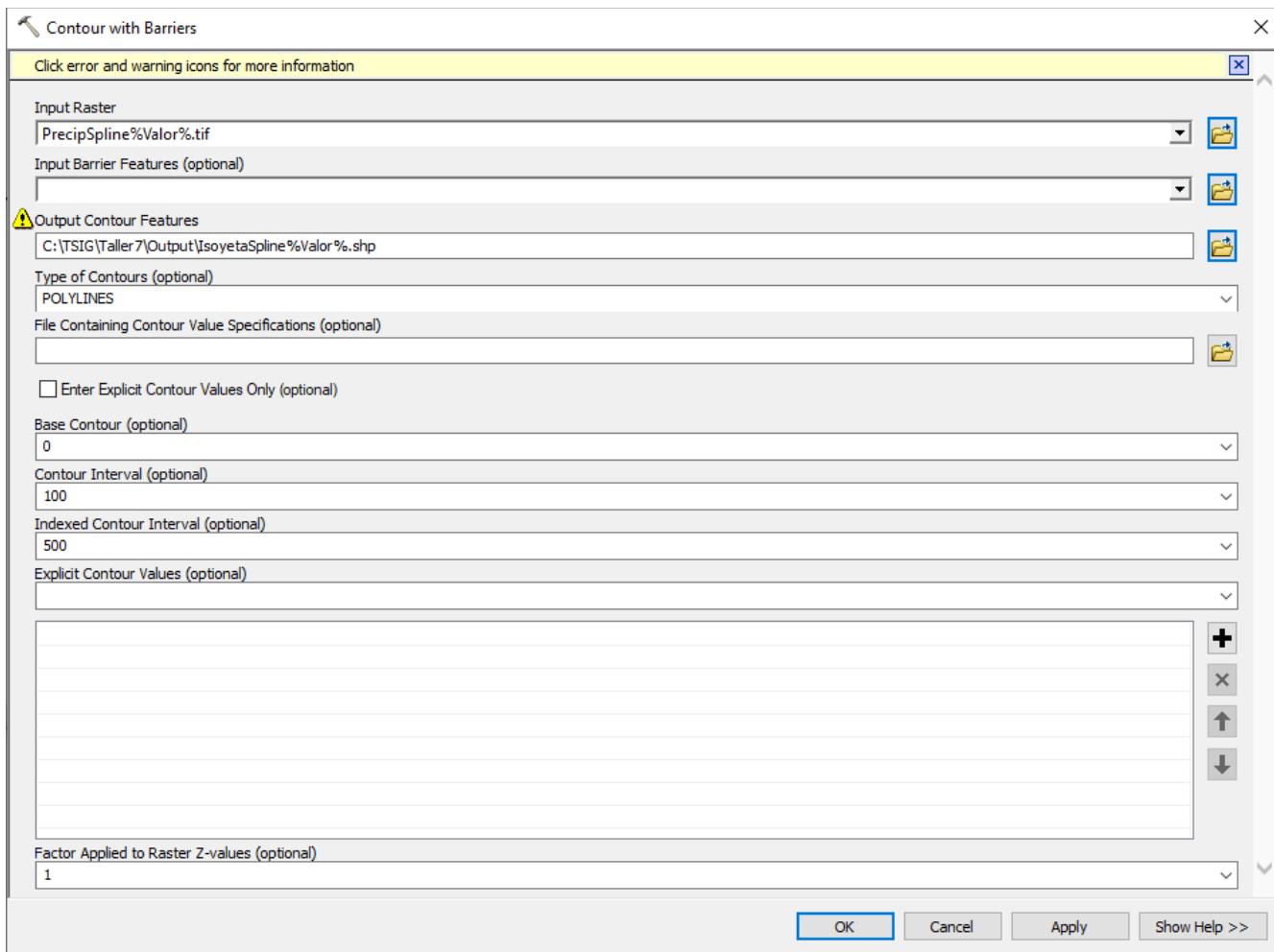
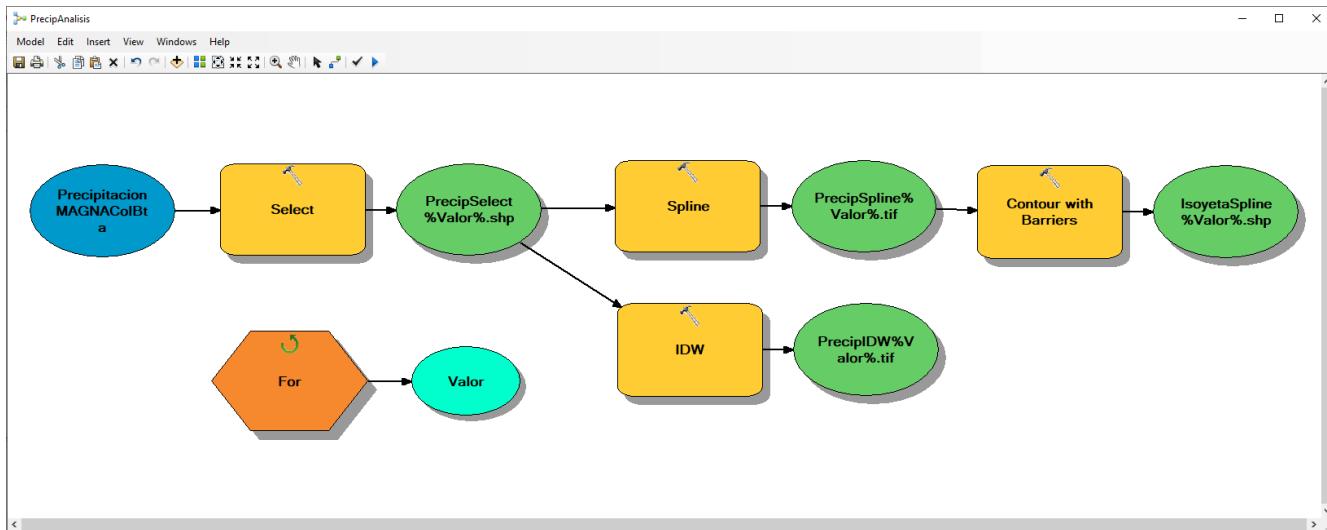
El nombramiento de las clases de entidad de salida y la definición de las expresiones se realiza a través del llamado de la variable de iteración denominada Valor utilizando el símbolo porcentaje %Valor%

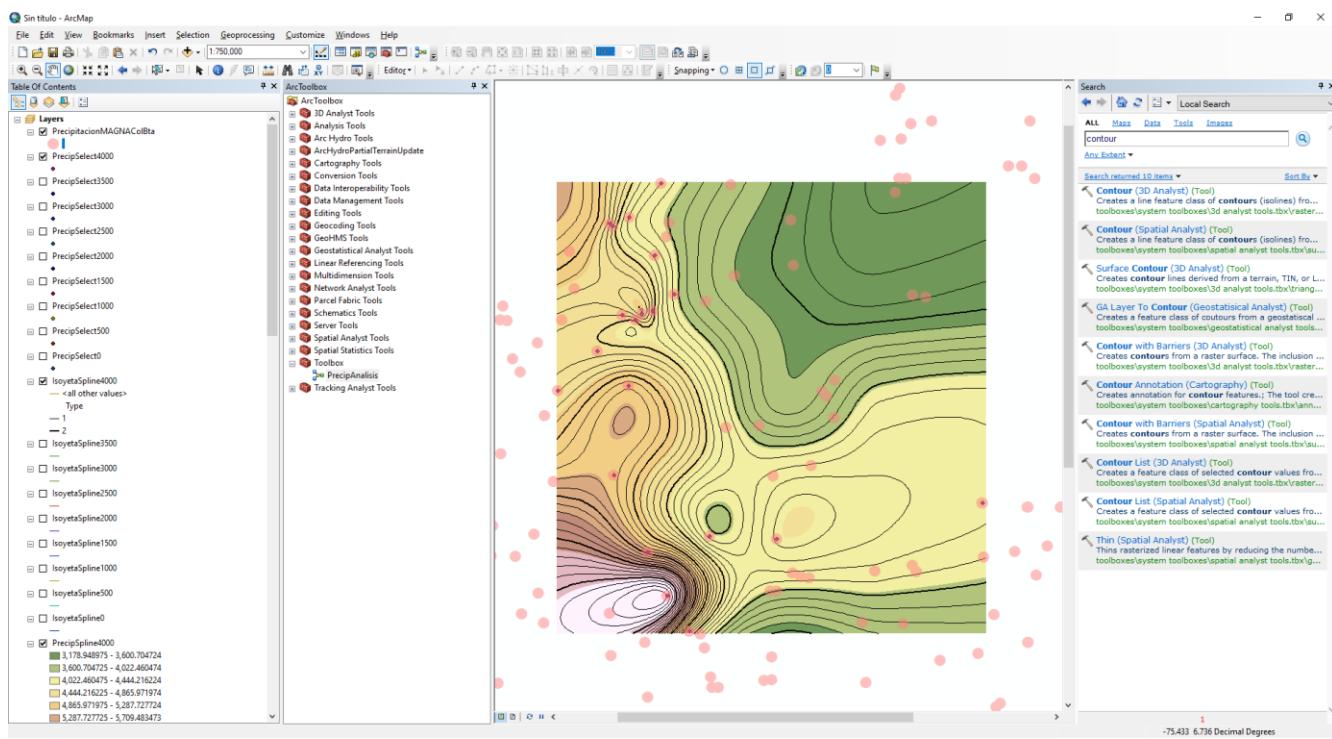




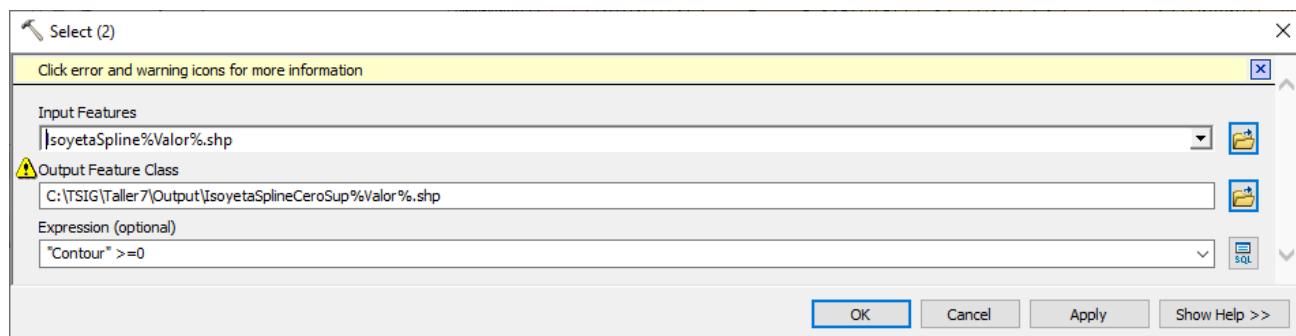
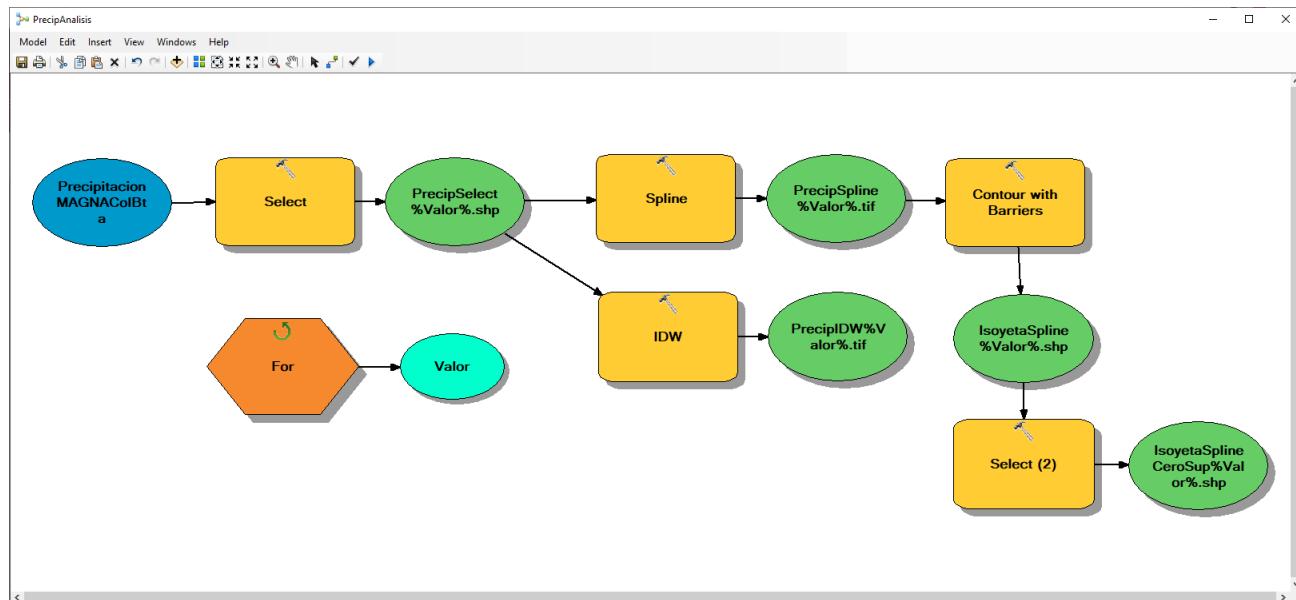


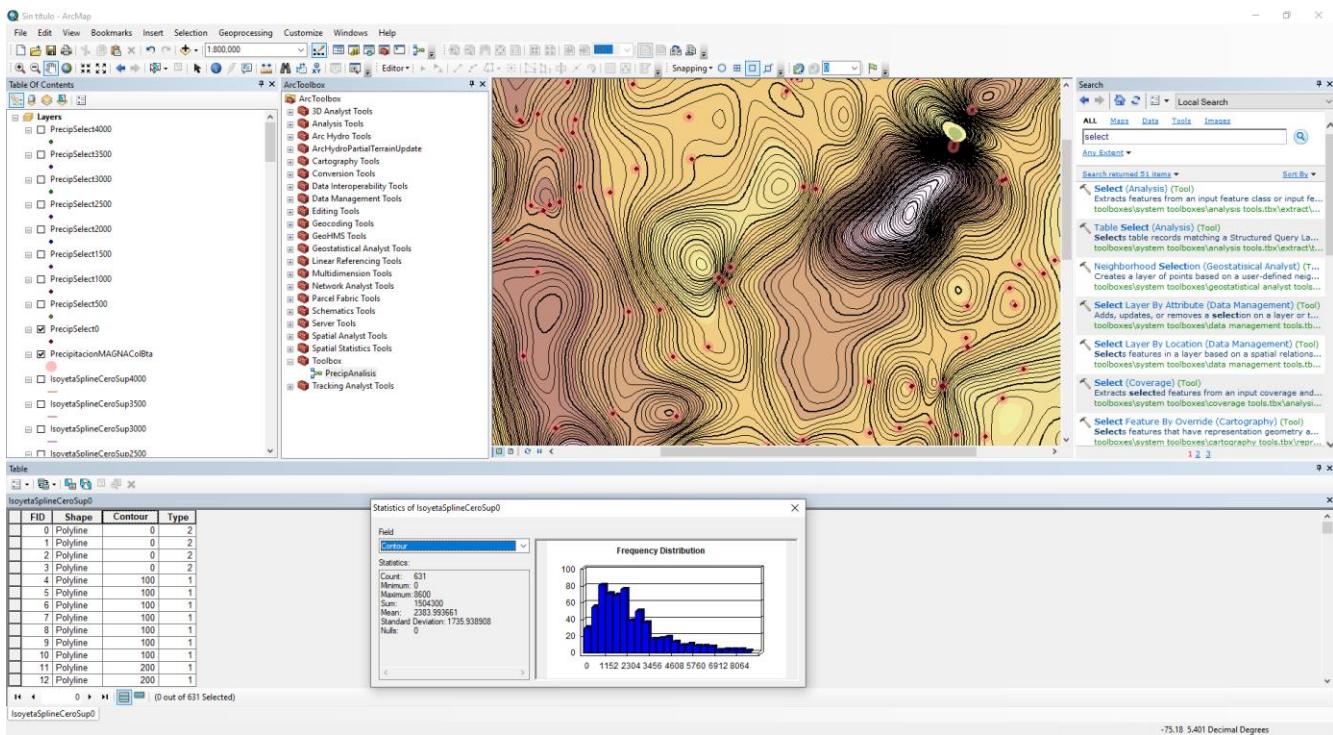
Actividad adicional: Incorporar al modelo la creación de Isoyetas con intervalos categorizados cada 250mm y 1000mm.





Actividad adicional: Incorporar al modelo la eliminación de Isoyetas con valores menores a cero.

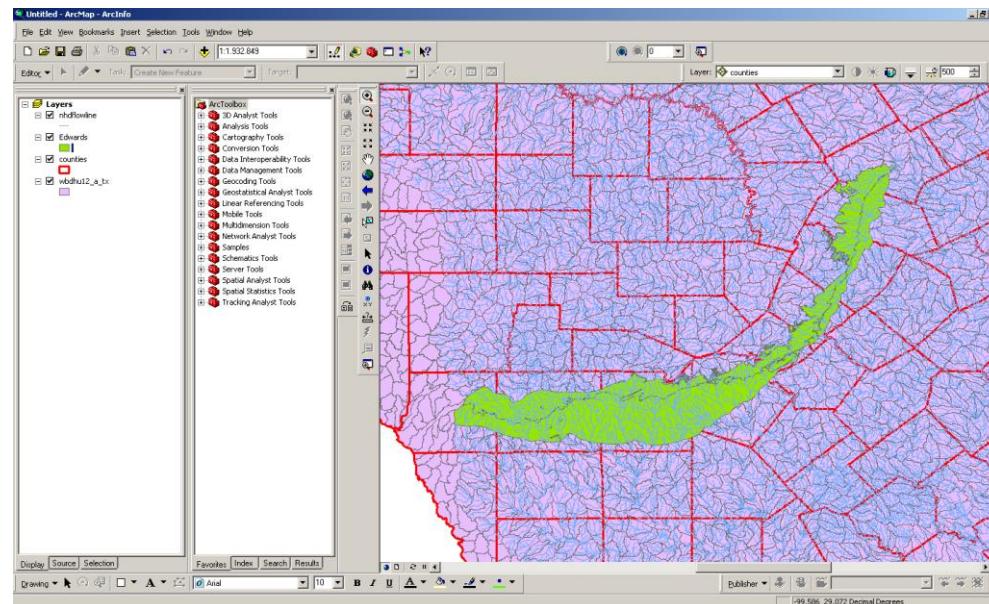




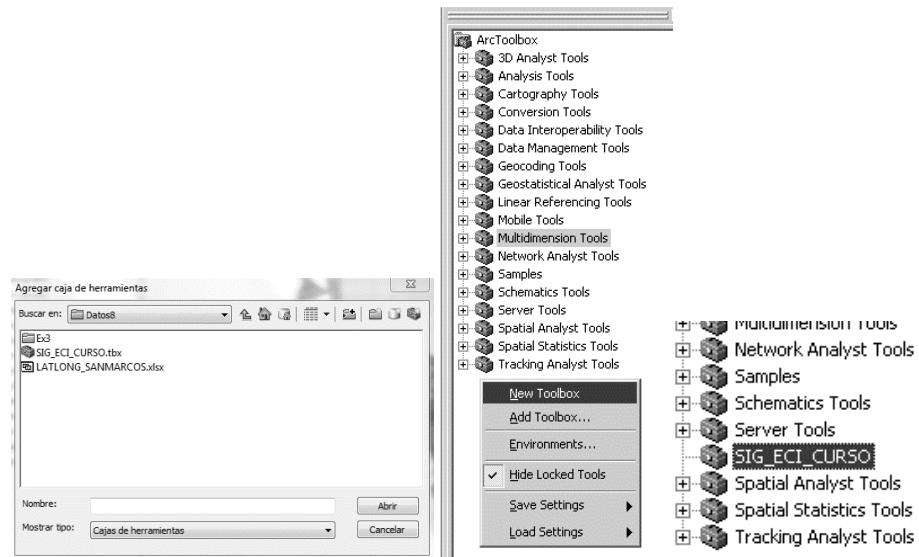
### 3.7.2. Ejercicio extracción datos de una cuenca

Mediante el Model Builder, automatizar la extracción de cualquier cuenca a partir de todos los datos del estado de Texas. Paquete de datos denominado Model Builder.

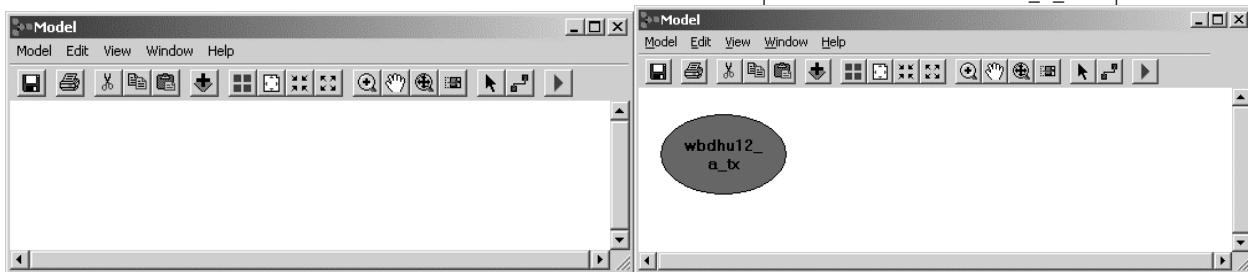
Para iniciar cree un mapa nuevo y cargue las capas de condados (counties.shp), subcuenca (wbdhu12\_a\_tx.shp), drenajes (nhdflowline.shp) y el acuífero de Edwards (Edwards.shp)



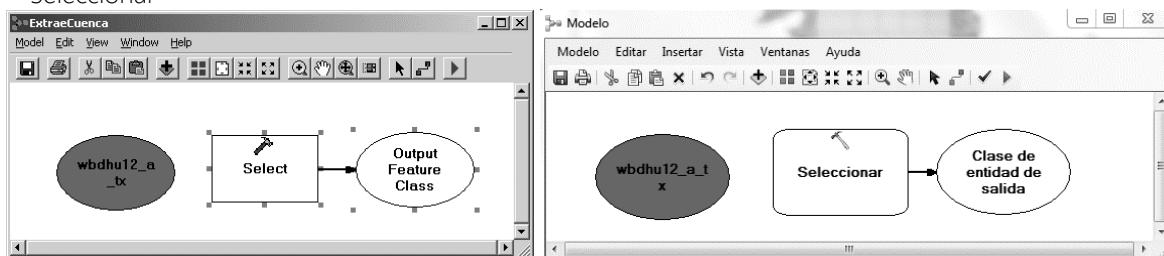
Para iniciar la creación del Modelo active el ArcToolBox y a continuación de clic en la zona vacía y de clic en New ToolBox. Nombre el ToolBox como SIG\_ECI\_CURSO. En ArcGIS 10, Agregar caja de herramientas – y clic en el botón Agregar Nueva Caja de Herramientas



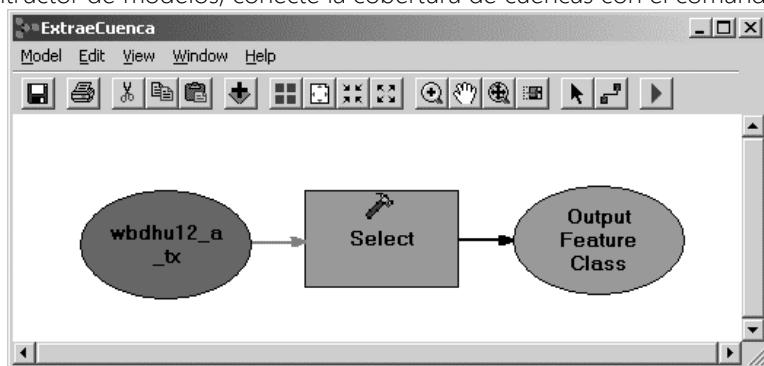
Oprima en el botón Start Model Buider. Arrastre a la ventana la capa de cuencas wbdhu12\_a\_tx.shp



En el ArcToolBox búsque la función Select, y arrastre la función al Modelo. En ArcGIS 10 – Herramientas de Análisis – Extraer – Seleccionar

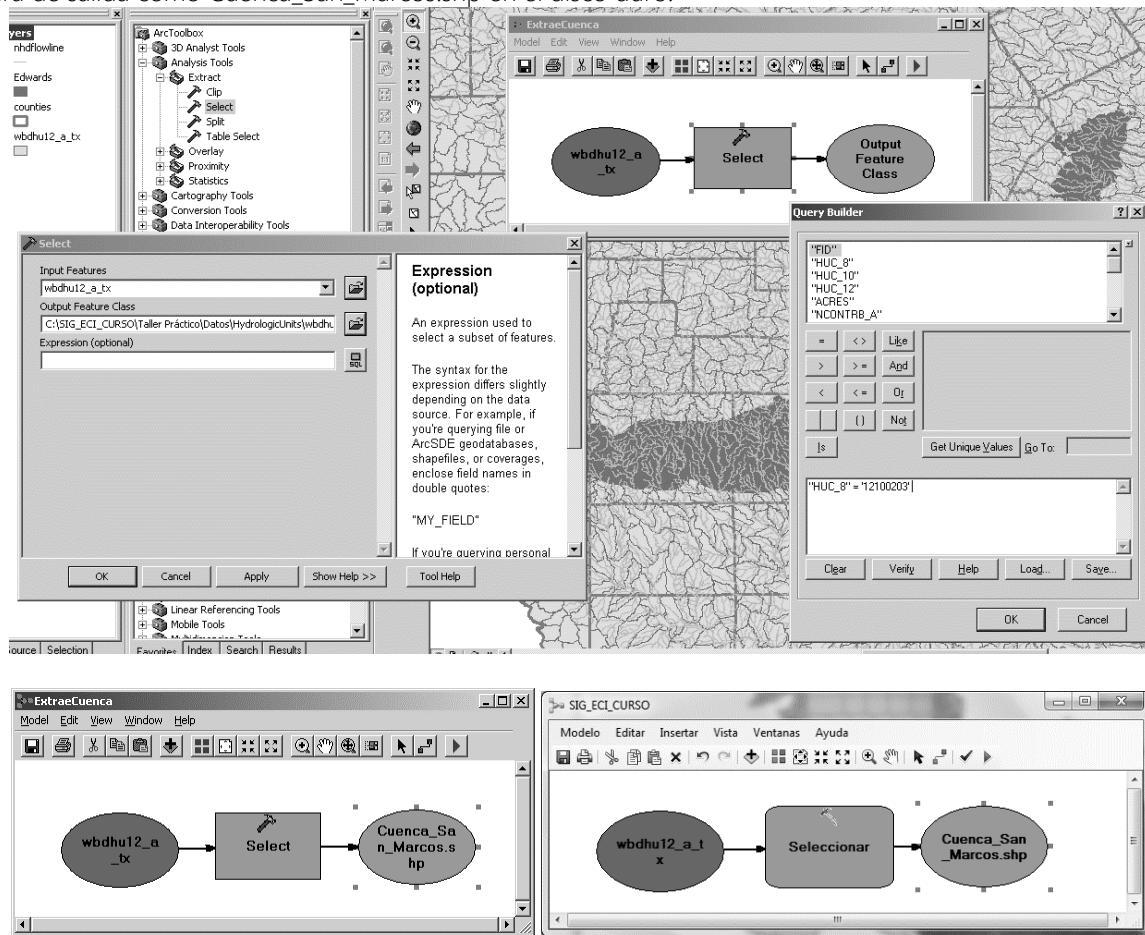


Desde la ventana del constructor de modelos, conecte la cobertura de cuencas con el comando de selección

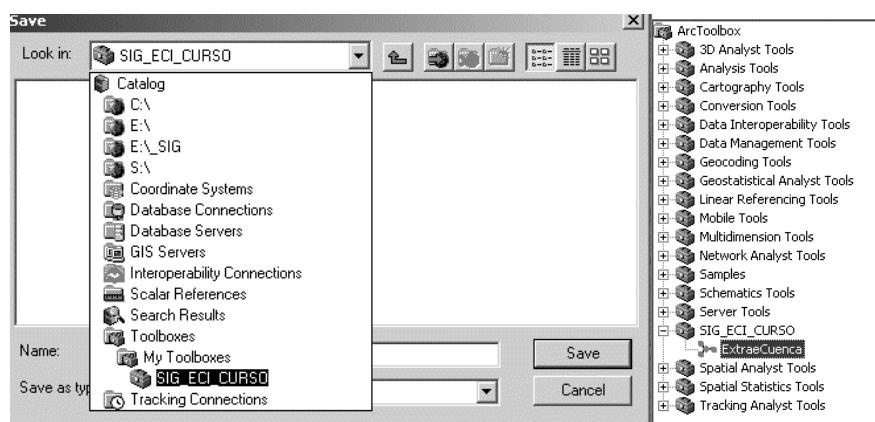




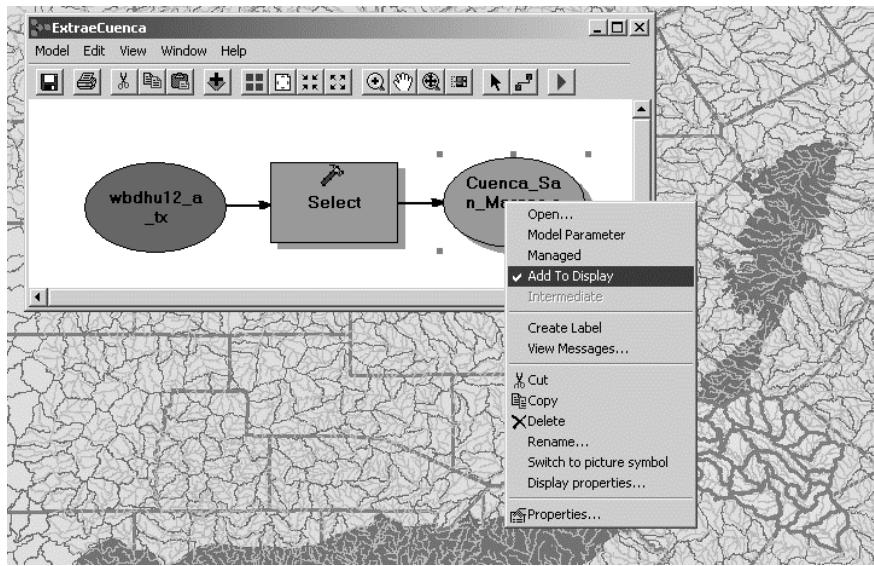
Dando doble clic sobre el cuadro amarillo de la función Select, establezca la condición de selección. "HUC\_8" = '12100203' (Código Correspondiente a la cuenca San Marcos). Dando clic en el óvalo verde indique el nombre de la cobertura de salida como Cuenca\_San\_Marcos.shp en el disco duro.



Guarde el modelo con el nombre ExtraeCuenca en el ToolBox personal creado denominado SIG\_ECI\_CURSO. En Favoritos del panel de ArcToolBox, observe el resultado.

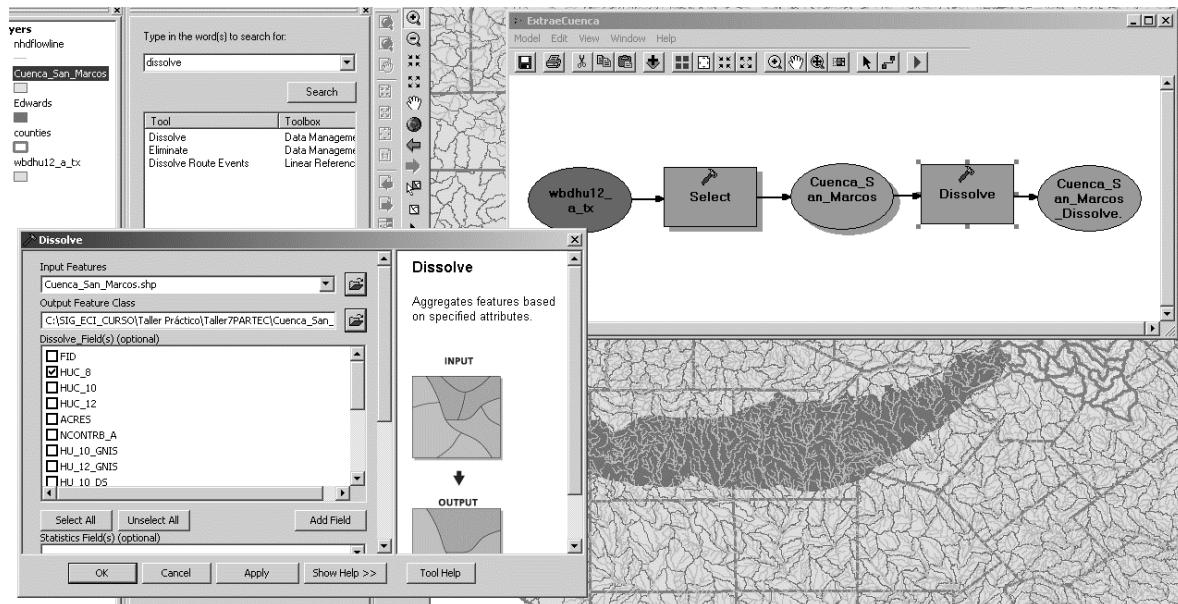


De clic derecho en el óvalo verde de resultado del modelo y seleccione la opción Add to Display, observará que se seleccionan las subcuenzas correspondientes a la cuenca San Marcos. En ArcGIS 10, borre la capa creada en la parte A para que observe la creación de la nueva cobertura.



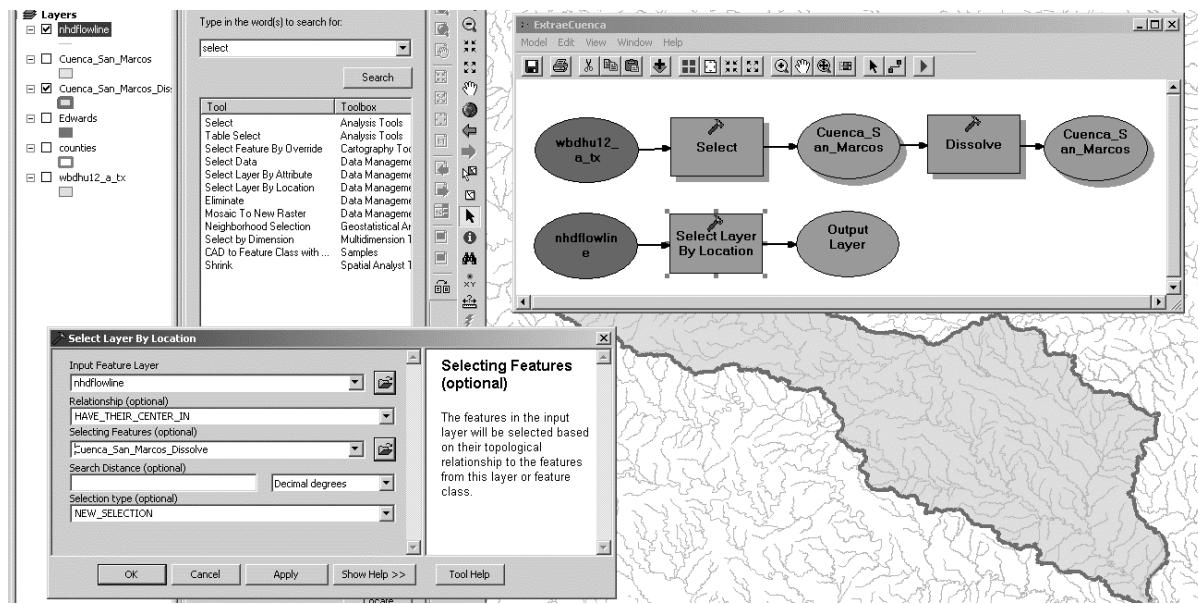
Automáticamente el modelo creará la cobertura de la cuenca San Marcos de acuerdo con los parámetros establecidos.

Ahora mediante la función Dissolve, cree el polígono general de la cuenca San Marcos. En el ArcToolBox busque la función, agregue la modelo, establezca la conexión entre el dato y la función y establezca como nombre de la cobertura dicuelta Cuenca\_San\_Marcos\_Dissolve.shp. Recuerde establecer como criterio de disolución el atributo HUC\_8. El ArcGIS 10 desde el ToolBox – Herramientas de Administración de Datos – Generalización – Disolver

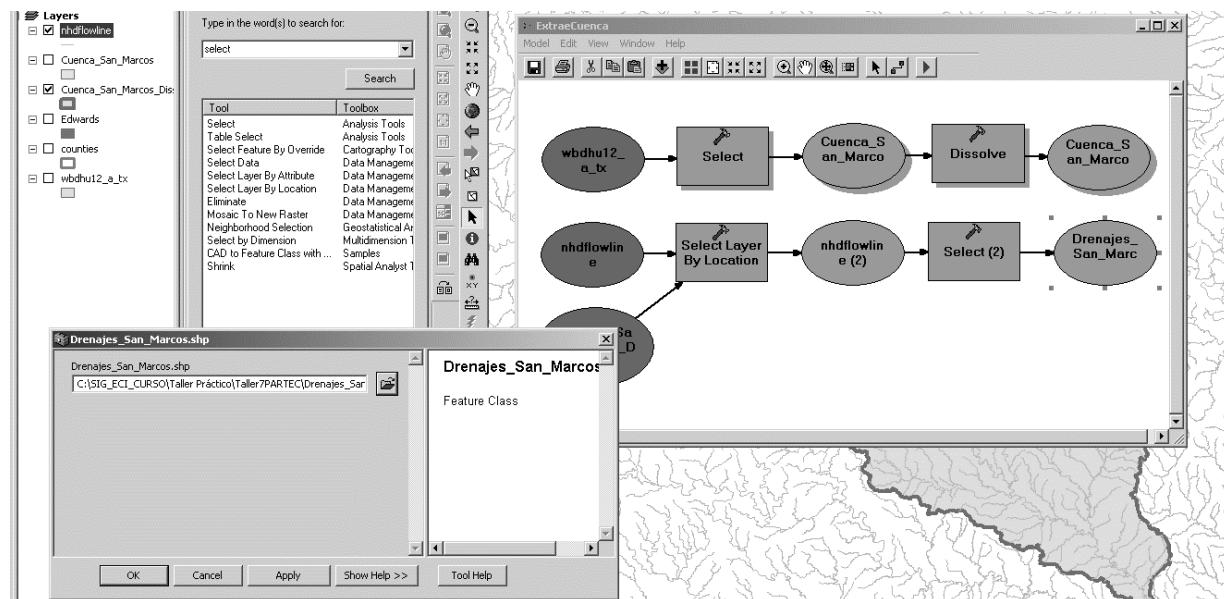


Corra el modelo y agregue a pantalla la capa disuelta.

Para la selección y exportación de los drenajes, arrastre la capa nhdfollowline.shp a la ventana del modelo, luego busque la función de selección por localización y establezca como criterio de selección todas las líneas cuyo centroide estén dentro del polígono disuelto. En ArcGIS 10 desde el ToolBox – Herramientas de Administración de Datos – Vistas de Capas y Tabla – Seleccionar Capa por Ubicación

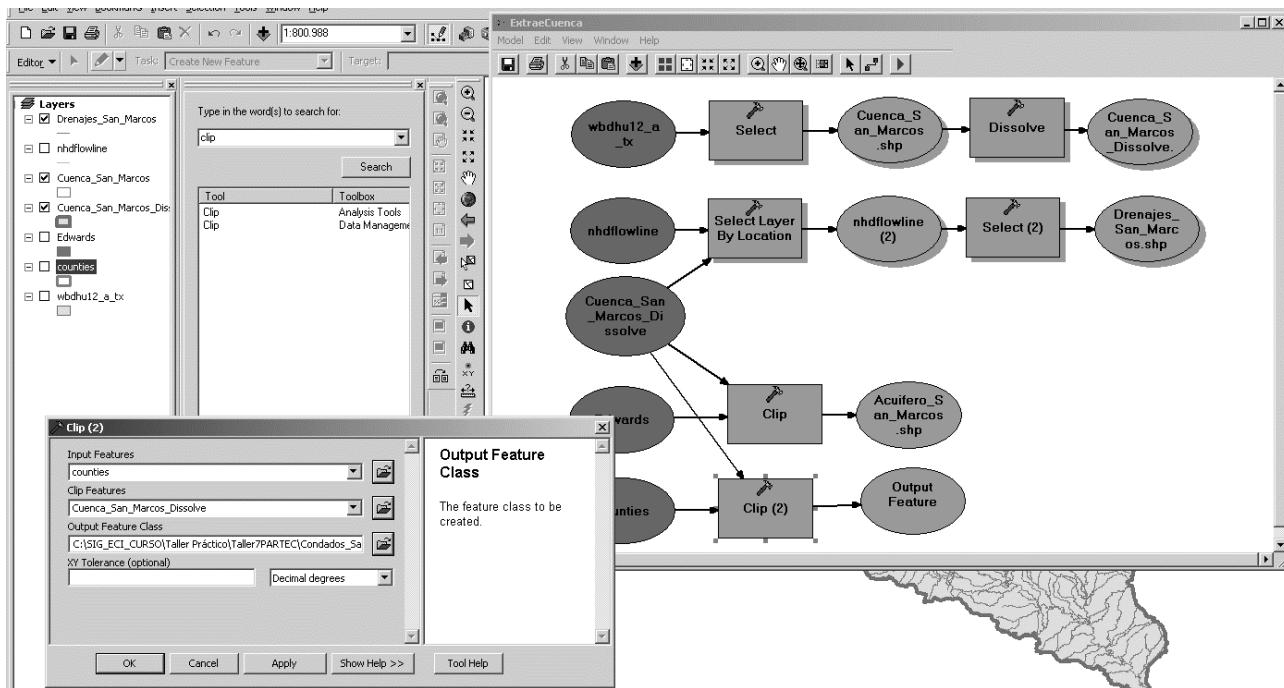


Agregue el comando Seleccionar (Select) y especifique el nombre de la nueva capa de drenajes como Drenajes\_San\_Marcos.shp



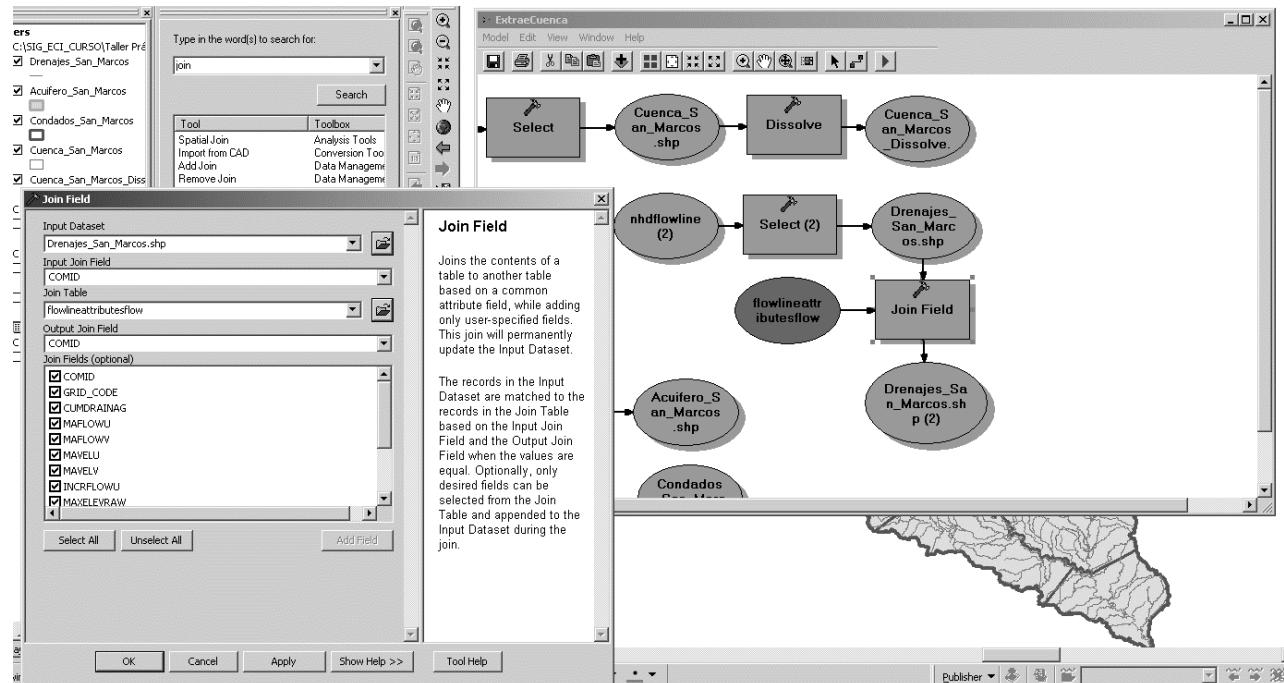
Active únicamente las capas recortadas y visualice el estado completo del modelo.

Realice un Clip sobre la capa de condados y sobre la capa del acuífero de Edwards. Arrastre las capas al modelo, busque y agregue la función clip desde el ArcToolBox y guarde las capas de corte como Condados\_San\_Marcos.shp y Acuífero\_San\_Marcos.shp. En ArcGIS 10 desde el ToolBox – Herramientas de Análisis – Extraer – Recortar



Ejecute todo el modelo y agregue las capas resultado.

Para asignar los atributos de los drenajes exportados, busque y agregue la función Join Field. Seleccione el archivo externo flowlineattributesflow.dbf y especifique como criterio del Join el campo COMID. En ArcGIS 10 desde el ToolBox – Herramientas de Administración de Datos – Uniones – Agregar campo de Unión

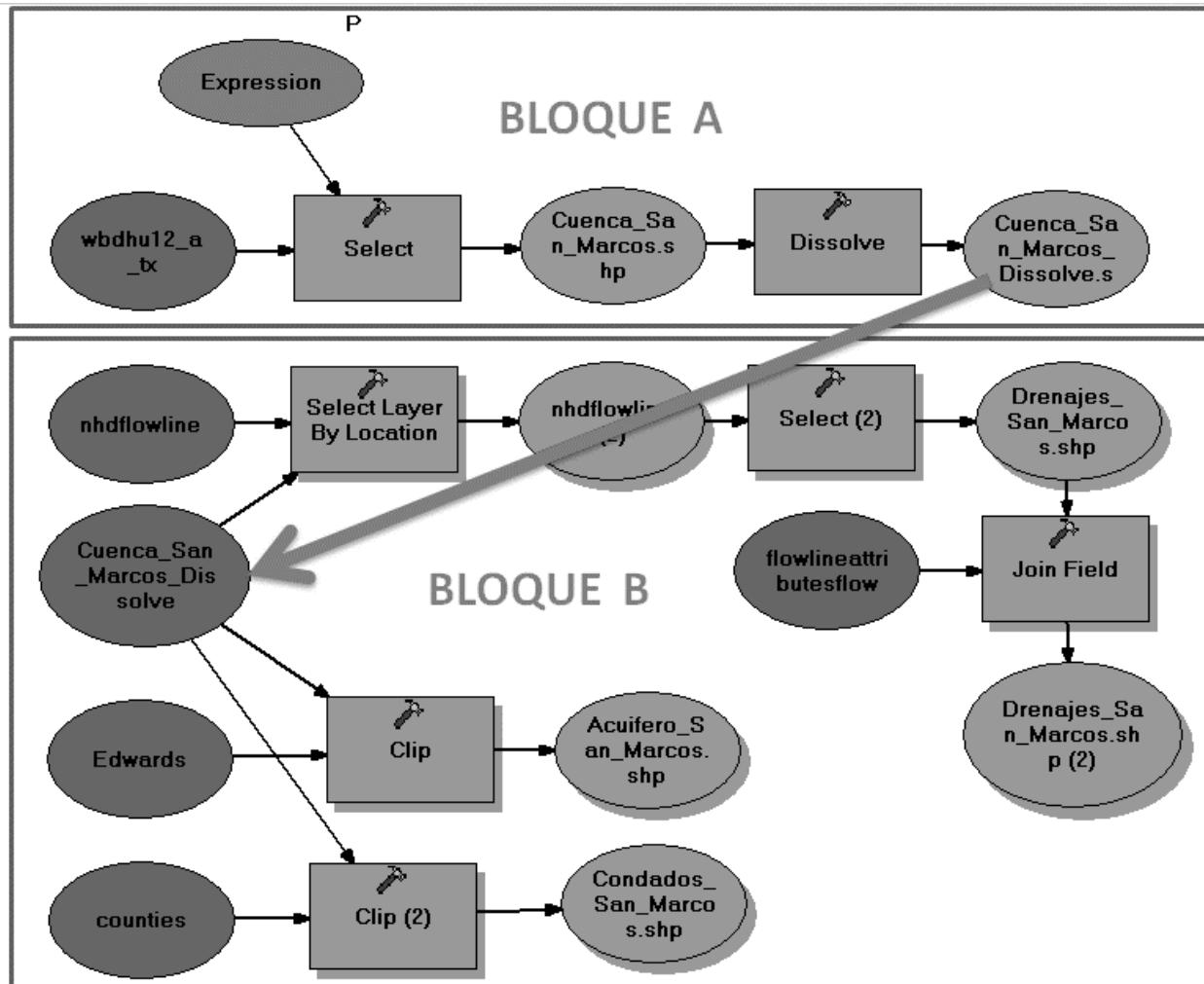


Ejecute el modelo y verifique la tabla final de atributos de la tabla de drenajes.

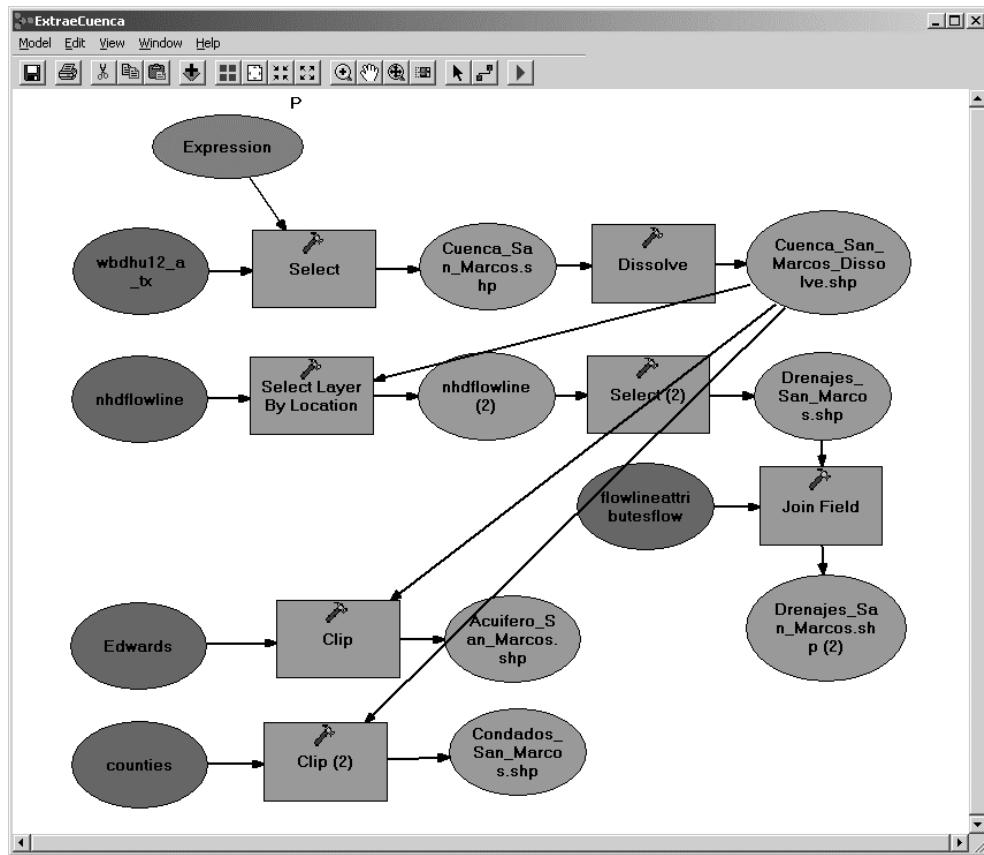
Para garantizar el completo funcionamiento del modelo, éste se deberá ajustar para que el proceso sea secuencial en la parte correspondiente a la función Dissolve. Lo anterior debido a que el modelo se encuentra separado en dos grandes



bloques de proceso los cuales inician al mismo tiempo, lo que se convierte en una inconsistencia debido a que para poder iniciar las secuencias del segundo bloque de procesos (B) es necesario primero ejecutar toda la parte A.

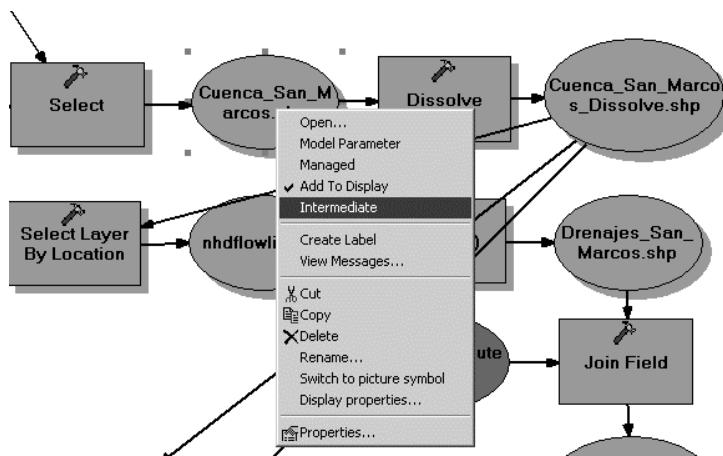


Para ajustar el modelo y hacer que la parte A y B de este estén interconectados, primero elimine el óvalo azul correspondiente a la entrada de datos de Cuenca\_San\_Marcos\_Dissolve necesario en el Bloque B y luego reconecte el óvalo verde inicial resultado del Dissolve al select by location y a los clip.



Nota: El modelo desarrollado únicamente permitirá extraer datos de cuencas en las que esté presente el acuífero de Edwards. Antes de ejecutar nuevamente el modelo, elimine de la tabla de contenido todas aquellas tablas que no son las iniciales correspondientes a todo el estado de Texas.

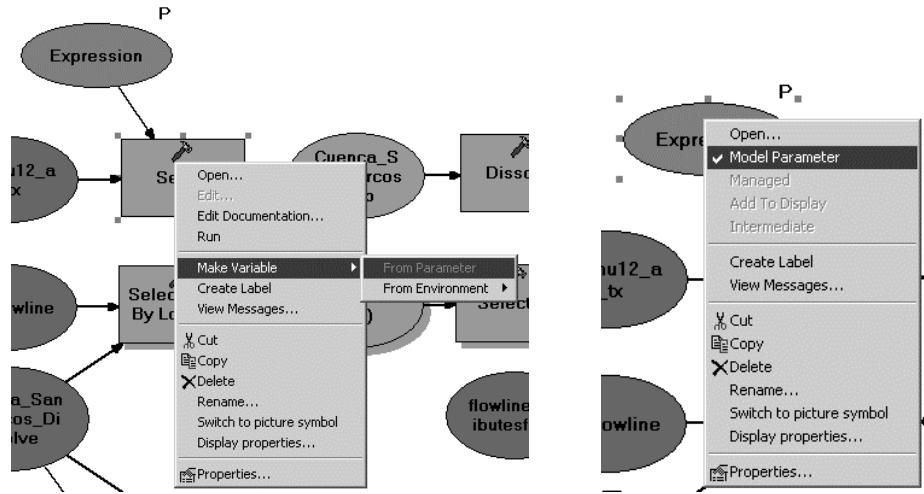
Desactive la creación de las capas Cuenca\_San\_Marcos.shp, Cuenca\_San\_Marcos\_Disolve.shp, Drenajes\_San\_Marcos.shp como intermedias, para ello de clic derecho en cada una de ellas y desactive el Intermediate. De esta forma las capas se crearán en el disco duro y no serán capas temporales en el proceso del modelo.



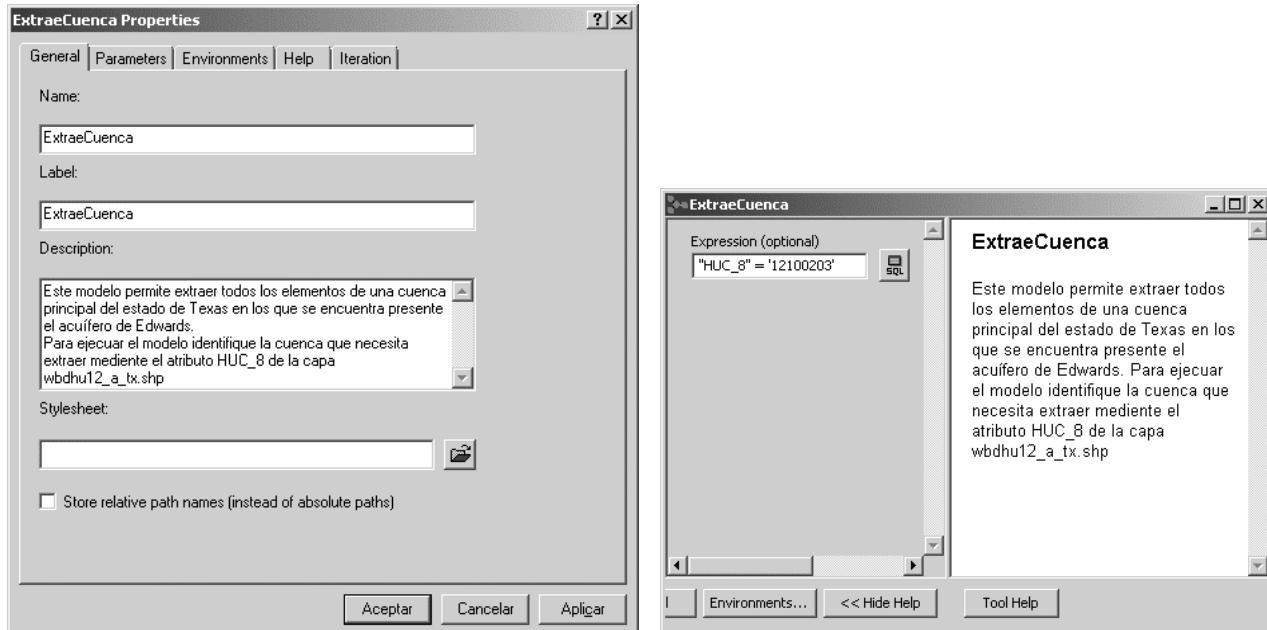
El modelo desarrollado permite exportar todos los elementos contenidos en la cuenca San Marcos a través del criterio "HUC\_8" = '12100203' de la capa wbdhu12\_a\_tx.shp correspondiente a las micro cuencas del estado de Texas.



Ahora, para optimizar el funcionamiento del modelo es preciso establecer la flexibilidad de ingresar el código de cualquier otra cuenca principal en el atributo HUC\_8. Para ello dando clic derecho en el primer select (correspondiente al inicio del diagrama en wbdhu12\_a\_tx.shp), crearemos una variable de entrada a partir del parámetro del campo HUC\_8 y para finalizar en el óvalo de Expression mediante clic derecho estableceremos la opción Model Parameter que permite solicitar al usuario la entrada de la expresión de selección correspondiente al código de la cuenca.

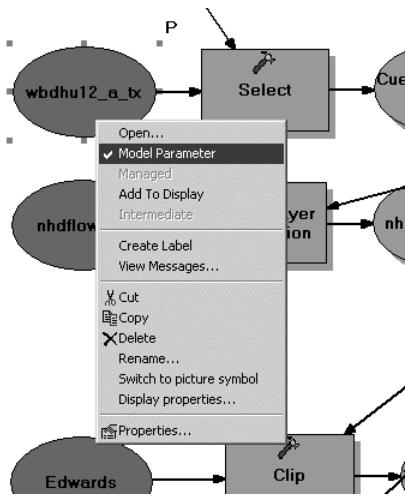


Para documentar el modelo primero de clic en el menú Model – Model Properties. Ingrese la siguiente documentación. Luego guarde el modelo y ejecútelo desde el ArcToolBox.

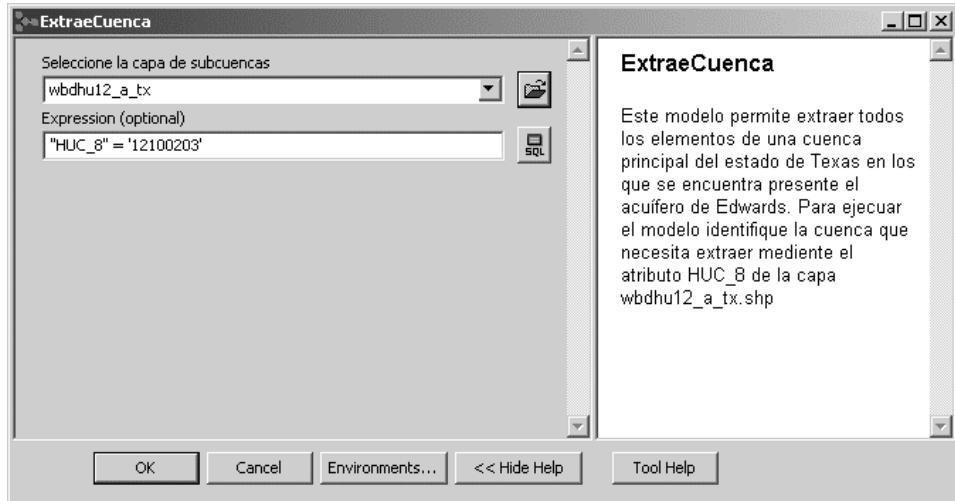


Además de flexibilizar el número de cuenca a extraer, puede establecer como parámetro de entrada las capas utilizadas en el modelo, de esta forma no solo el modelo servirá para el estado de Texas sino para cualquier otro estado o zona que cuente con sus subcuenca, drenajes, atributos de drenajes y acuíferos.

Para establecer las capas como parámetro de entrada de clic derecho sobre las capas y active la opción Model Parameter.



Resultado al ejecutar desde el ArcToolBox





### 3.8. Automatización de procesos con Python 2.7.x en ArcGIS.

Microcontenidos en: <https://pruebacorreoescuelaingeduco.sharepoint.com/sites/TSIG626/SitePages/HPSD.aspx>

#### 3.8.1. Fundamentos de Python

Python es un potente lenguaje de programación interpretado con licencia de código abierto que soporta orientación a objetos y es comúnmente utilizado para la automatización de tareas en herramientas geográficas como ArcGIS y QGIS.

#Fundamentos de Python 2.7.x en ArcGIS.

#Información en <https://www.python.org/>

#### #GENERALIDADES

#Símbolo número o almoadilla permite agregar comentarios al código

```
print "\n-----"
```

```
print "Ejemplos del comando print"
```

```
print "-----"
```

```
print "Utilice 'print' y comillas dobles para imprimir comentarios..."
```

```
print "Utilice "print" y comillas sencillas para imprimir comentarios..."
```

```
print "\n" #Salto de línea
```

#### ""Comentarios

de multiples

lineas ""

#import permite importar librerías

#Borrado de pantalla

```
print "\n-----"
```

```
print "Ejemplo de limpiado de pantalla"
```

```
print "-----"
```

```
import os
```

```
import sys
```

```
os.system ("cls") #Borrar CMD en Windows
```

```
os.system ("clear") #Borrar CMD en Unix/Linux/MacOS/BSD
```

```
print sys.version #Conocer la versión actual de Python
```

#### #CONCATENACIÓN

```
print "\n-----"
```

```
print "Ejemplo de concatenación"
```

```
print "-----"
```

print "Ejemplo de " + "concatenación usando +. Para concatenar variables numéricas con cadenas de texto\nes necesario convertir la variable numérica a string usanto str(x)."

print "\nEjemplo de" , "concatenación usando ,. Permite concatenar textos y números."

#### #DEFINICIÓN DE VARIABLES

```
print "\n-----"
```

```
print "Ejemplo de definición y operación de variales"
```

```
print "-----"
```

```
x = 10 #Definido como entero
```

```
y = 3.0 #Definido como flotante
```

```
print "x:" , x , "\ny:" , y
```



```

vRango = range(10) #Rango ordenado
print "vRango ejemplo 1: ", vRango
print "vRango ejemplo 2: ", list(vRango)
vTxt = "texto" #Variable tipo string
print "vTxt: " + vTxt
print "len(vTxt):", len(vTxt)
z = x ** 2 #Potencia n
print "Potencia z = x ** 2 >>", z
z = x % y #Modulo o residuo
print "Modulo z = x % y >>", z
z = round(x / y, 2)
print "Redondeo Z = round(x / y, 2) >>, z

print "\n-----"
print "Ejemplo de listas"
print "-----"

vLista = ["vEne", "vFeb", "vMar", "vAbr", "vMay", "vJun", "vJul", "vAgo", "vSep", "vOct", "vNov", "vDic"]
print "vLista:", vLista

#ESTRUCTURAS
print "\n-----"
print "Validación de x > y usando if"
print "-----"
if x > y:
    print "x:", x, "\ny:", y, "\nx > y"
else:
    print "x:", x, "y:", y, "x < y"

print "\n-----"
print "Ejemplo serie de Fibonacci usando While e impresión en única línea"
print "-----"
a, b = 0, 1
print a,
while b < 10:
    print b,
    a, b = b, a+b
print "\n\n-----"
print "Ejemplo serie de Fibonacci usando While e impresión en varias líneas"
print "-----"
a, b = 0, 1
print a
while b < 10:
    print b
    a, b = b, a+b
print "\n-----"
print "Ejemplo impresión vLista en varias líneas usando while"
print "-----"
b = 0
while b < len(vLista):

```



```
print vLista[b]
b += 1 #Operador de incremento
```

### 3.8.2. Selección simple e interpolación espacial

```
<<<<<Código final v1>>>>
# Import arcpy module
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy.sa import *

# Local variables:
MainPath = "C:/HDSI/Taller1/"
Precipitacion = MainPath+"PrecipitacionMagna.shp"
PrecipSelect_shp = MainPath+"PrecipSelect.shp"

# Process: Seleccionar
arcpy.Select_analysis(Precipitacion, PrecipSelect_shp, "TotalAnno>=3000")
```

```
# Process: Interpolacion por IDW
zField = "TotalAnno"
cellSize = 1000
power = 2
searchRadius = RadiusVariable(12, )
arcpy.CheckOutExtension("Spatial")
outIDW = Idw(PrecipSelect_shp, zField, cellSize, power, searchRadius)
outIDW.save(MainPath+"idwout02")
```

```
<<<<<Código final v2>>>>>
#Requiere la capa de estaciones proyectadas en el sistema MAGNA-SIRGAS de Colombia para la ejecucion correcta de
la interpolacion por IDW en la cual se ha definido el tamaño del pixel en metros.
```

```
# Import arcpy module
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy.sa import *

# Local variables:
vMainPath = "C:/HDSI/Taller1/"
vPrecip = vMainPath+"PrecipitacionMagna.shp"
vPrecipSelect = vMainPath+"PrecipSelect.shp"
vCut = 3000 #Valor de corte
vZField = "TotalAnno" #Campo de interpolacion
vCellSize = 1000 #Tamaño de celda interpolada
vPower = 2 #Potencia de tensión interpolacion IDW

# Process: Seleccionar
arcpy.Select_analysis(vPrecip, vPrecipSelect, vZField+">=" + vCut)
```



```
# Process: Interpolar por IDW
searchRadius = RadiusVariable(12, )
 arcpy.CheckOutExtension("Spatial")
 vOutIDW = Idw(vPrecipSelect, vZField, vCellSize, vPower, searchRadius)
 vOutIDW.save(vMainPath+"idwout02")
```

<<<<< Código final v3 >>>>>

```
# Solo funciona con la cobertura de puntos de precipitación reproyectados a MAGNA SIRGAS BOGOTA debido a que
se ingresa el tamaño del pixel para el mapa interpolado y este valor debe ser entrado en metros
```

```
# Import arcpy module
```

```
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy.sa import *
```

```
# Local variables:
```

```
vMainPathIn = "C:/HDSI/Taller1/Datos/"
vMainPathOut = "C:/HDSI/Taller1/Out/"
vPrecipMAGNA = vMainPathIn+"PrecipitacionMAGNA.shp"
vCut = 2400 #Variable de corte para seleccion
vCutStr = str(vCut)
vPrecipMAGNASelect = vMainPathOut+"PrecipMAGNASelect"+vCutStr+".shp"
vAnalysis = "TotalAnno" #Variable para filtrado y para interpolacion
vCellSize = 2000.0 #Tamanno de pixel de la grilla de salida
vPower = 2 #Potencia de tension en interpolacion
```

```
# Process: Seleccionar
```

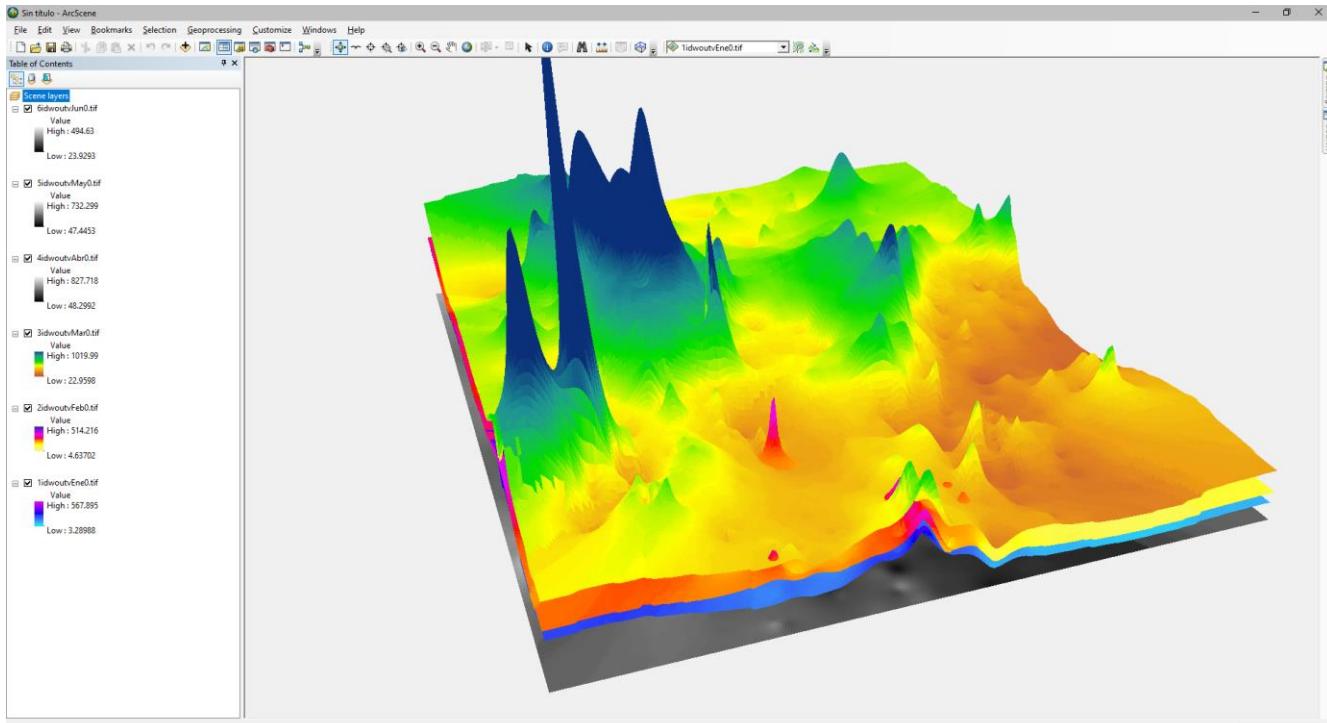
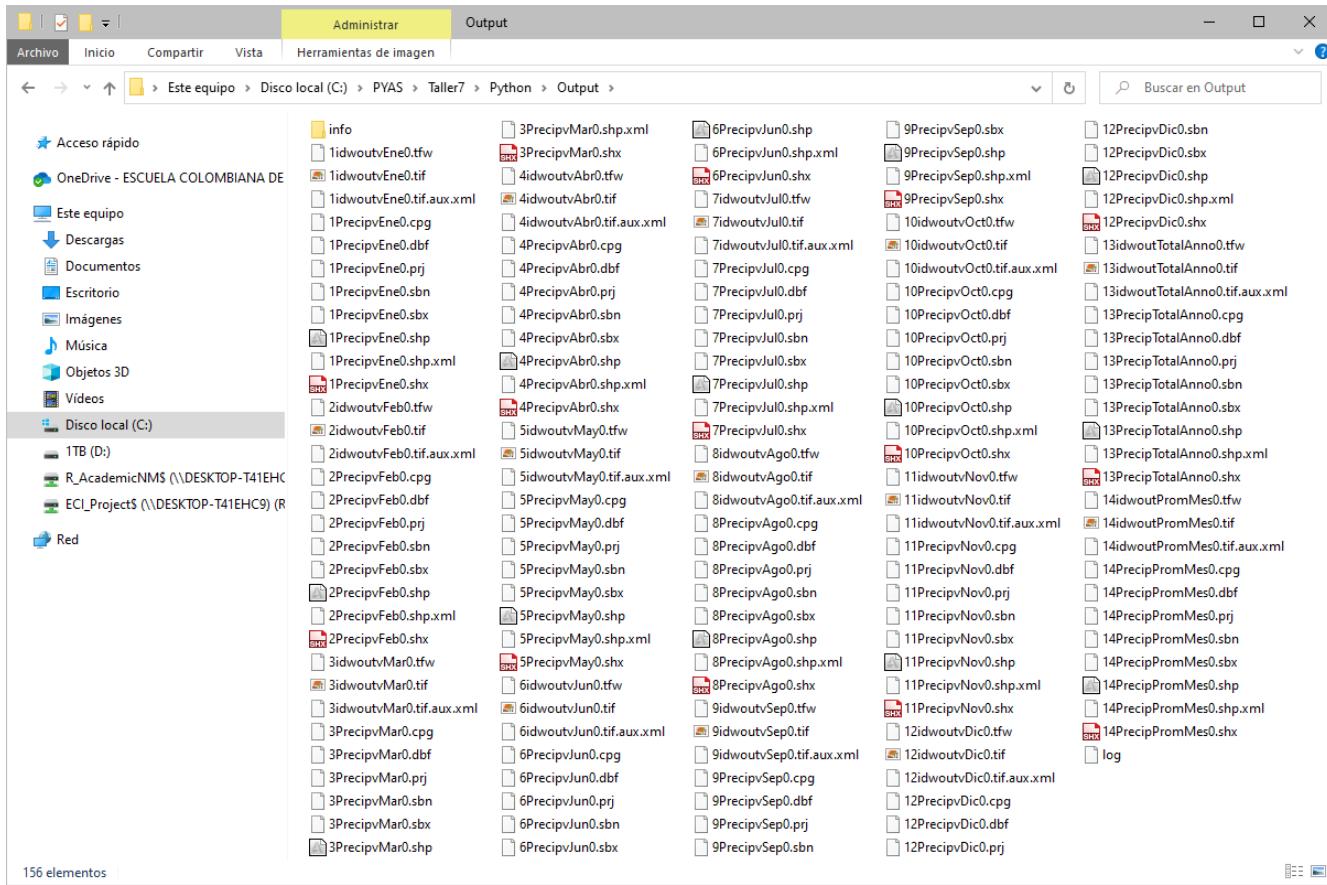
```
arcpy.Select_analysis(vPrecipMAGNA, vPrecipMAGNASelect, vAnalysis+">=" +vCutStr)
```

```
# Execute IDW
```

```
vSearchRadius = RadiusVariable(12, )
 arcpy.CheckOutExtension("Spatial")
 vOutIDW = Idw(vPrecipMAGNASelect, vAnalysis, vCellSize, vPower, vSearchRadius)
 vOutIDW.save(vMainPathOut+"idwout"+vCutStr)
```



### 3.8.3. Selección simple e interpolación por cada mes





```

# Solo funciona con la cobertura de puntos de precipitación reproyectados
# a MAGNA SIRGAS BOGOTA debido a que se ingresa el tamaño del pixel para
# el mapa interpolado y este valor debe ser entrado en metros

print "-----"
print "    INTERPOLACION ESPACIAL DE VALORES MENSUALES"
print "-----"

#Import arcpy module
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy.sa import *

#Local variables:
vMainPathIn = "C:/PYAS/Taller7/Python/Input/"
vMainPathOut = "C:/PYAS/Taller7/Python/Output/"
vPrecipMAGNA = vMainPathIn+"PrecipitacionMAGNA.shp"
vCut = 0          #Variable de corte para selección de estaciones
vCutStr = str(vCut)
vCellSize = 1000.0 #Tamaño de pixel o resolución de la grilla de salida
vPower = 2         #Potencia de tensión en interpolación

#Lista de campos a interpolar definidos en la tabla de atributos
vLista = ["vEne","vFeb","vMar","vAbr","vMay","vJun","vJul","vAgo","vSep","vOct","vNov","vDic","TotalAnno","PromMes"]
print "\nVariables a interpolar: "
b = 0
while b < len(vLista):
    print vLista[b],
    b += 1
print "\n"

#Interpolación espacial
b = 0
while b < len(vLista):
    print "Interpolando: ", vLista[b], "...."
    vPrecipMAGNASelect = vMainPathOut+str(b+1)+"Precip"+vLista[b]+vCutStr+".shp"
    vAnalysis = vLista[b] #Variable para filtrado e interpolación
    #Process: Seleccionar
    arcpy.Select_analysis(vPrecipMAGNA, vPrecipMAGNASelect, vAnalysis+">"+vCutStr)
    #Execute IDW
    vSearchRadius = RadiusVariable(12, )
    arcpy.CheckOutExtension("Spatial")
    vOutIDW = Idw(vPrecipMAGNASelect, vAnalysis, vCellSize, vPower, vSearchRadius)
    vOutIDW.save(vMainPathOut+str(b+1)+"idwout"+vLista[b]+vCutStr+".tif")
    #Operador de incremento
    b += 1
print "Proceso completado"

```



### 3.8.4. Extraer datos de una cuenca

En el ejercicio anterior utilizamos el Model Builder para automatizar la extracción de cualquier cuenca a partir de todos los datos del estado de Texas siguiendo la secuencia utilizada en la parte A de este taller, mediante la construcción de una caja de herramientas y un modelo que requiere de la interface gráfica de ArcGIS para que pueda ser ejecutado.

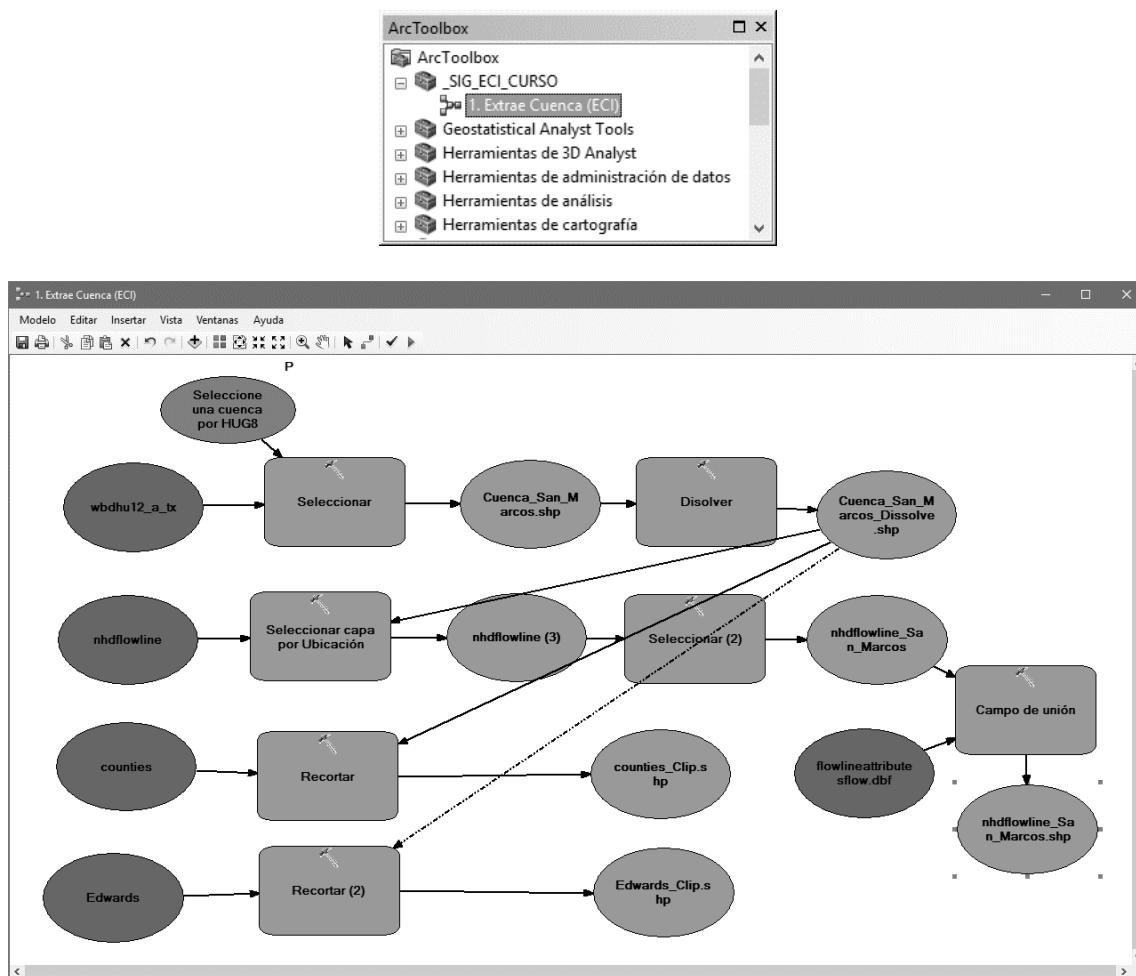
Los procesos de automatización, utilizando el entorno gráfico, demandan gran cantidad de recursos de memoria y procesamiento que frecuentemente se traducen en demoras innecesarias, volcado de procesos y en reducción de recursos del sistema para la ejecución óptima de las funciones de geoprocесamiento.

ArcGIS permite que la ejecución los diferentes procesos espaciales sea realizada a través del Shell o intérprete de comandos de Python utilizando un IDLE que viene incluido en la instalación.

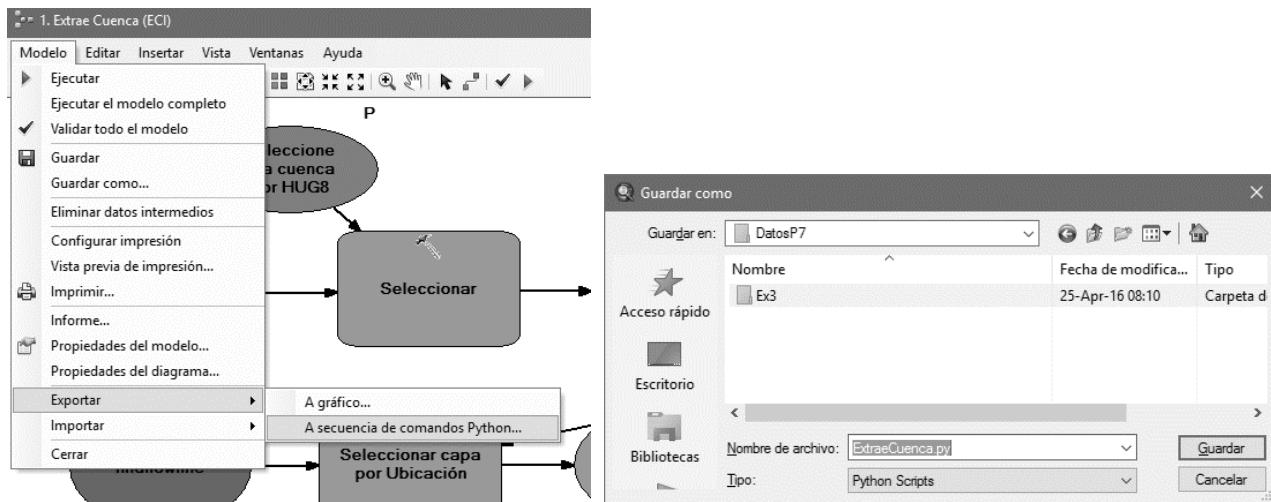
Para simplificar las tareas de construcción de los scripts para Python, ArcGIS permite la exportación de los modelos creados con Model Builder o podrá crear un script desde cero utilizando para ello la literatura de las diferentes librerías disponibles en ArcGIS y que se encuentran en las opciones de ayuda.

Procedimiento a partir de la generación del archivo .py desde el Model Builder.

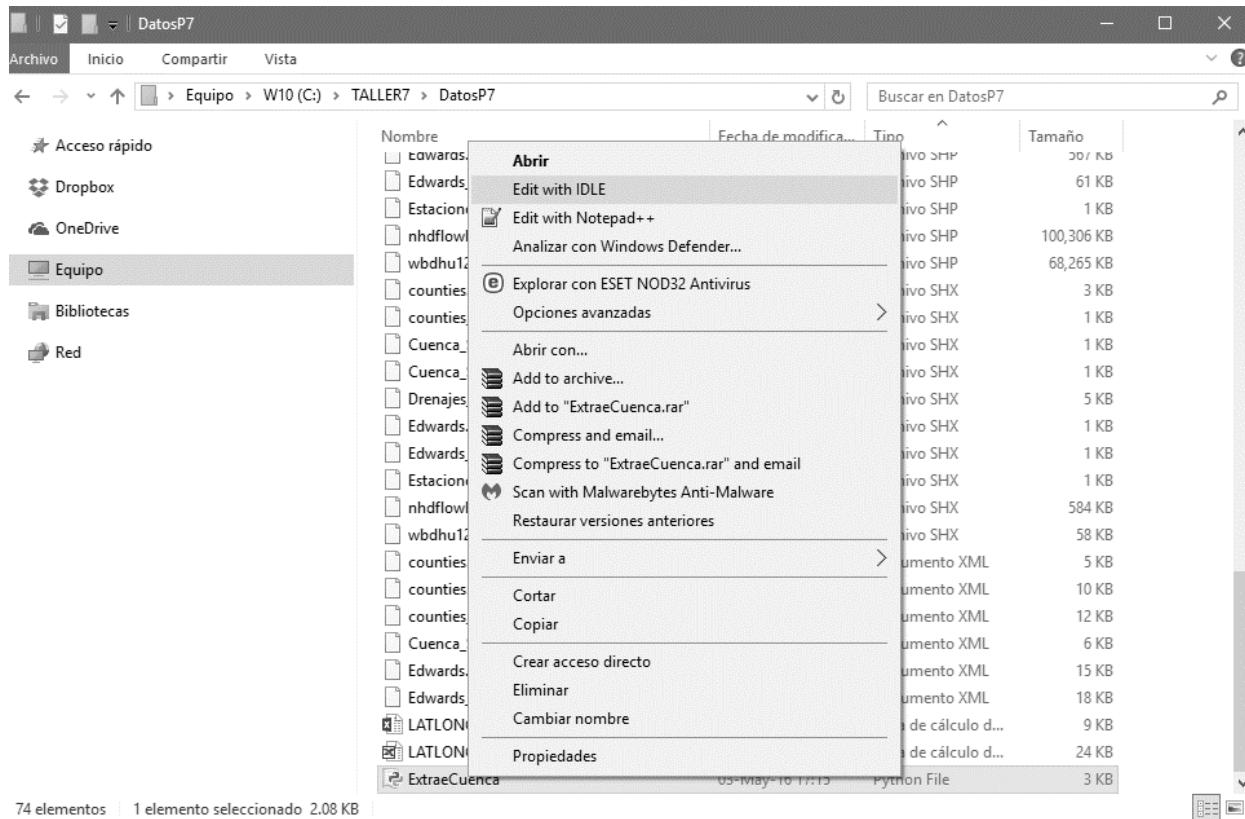
1. Abra el Model Buider y edite el Modelo creado previamente y denominado *Extrae Cuenca*



2. Desde el menú *Modelo*, exporte el modelo *A Secuencia de Comandos Python*. Guarde el archivo como *ExtraeCuenca.py* en la carpeta en donde están contenidas las capas fuente de datos utilizadas.



3. Desde el explorador de Windows, busque la carpeta del archivo y luego mediante las opciones del clic derecho, edite el archivo ExtraeCuenca.py con el IDLE de Python.





```

# ExtraeCuenca.py - C:\TALLER7\DatosP7\ExtraeCuenca.py
File Edit Format Run Options Windows Help
# -*- coding: utf-8 -*-
#
# -----
# ExtraeCuenca.py
# Created on: 2016-05-03 17:15:29.00000
# (generated by ArcGIS/ModelBuilder)
# Usage: ExtraeCuenca <Seleccione_una_cuenca_por_HUG8>
# Description:
# -----
#
# Import arcpy module
import arcpy

# Script arguments
Seleccione_una_cuenca_por_HUG8 = arcpy.GetParameterAsText(0)
if Seleccione_una_cuenca_por_HUG8 == '#' or not Seleccione_una_cuenca_por_HUG8:
    Seleccione_una_cuenca_por_HUG8 = "\"HUC_8\" ='12100203'" # provide a default value if unspecified

# Local variables:
wbdhu12_a_tx = "wbdhu12_a_tx"
Cuenca_San_Marcos_shp = Seleccione_una_cuenca_por_HUG8
Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp = Cuenca_San_Marcos_shp
nhdflowline_3_ = Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp
nhdflowline_San_Marcos = nhdflowline_3_
nhdflowline_San_Marcos_shp = nhdflowline_San_Marcos
counties_Clip_shp = Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp
Edwards_Clip_shp = Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp
nhdflowline = "nhdflowline"
counties = "counties"
Edwards = "Edwards"
flowlineattributesflow_dbf = "C:\\\\TALLER7\\\\DatosP7\\\\flowlineattributesflow.dbf"

# Process: Seleccionar
arcpy.Select_analysis(wbdhu12_a_tx, Cuenca_San_Marcos_shp, Seleccione_una_cuenca_por_HUG8)

# Process: Disolver
arcpy.Dissolve_management(Cuenca_San_Marcos_shp, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "HUC_8", "", "MULTI_PART", "DISSOLVE_LINES")

# Process: Recortar
arcpy.Clip_analysis(counties, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, counties_Clip_shp, "")

# Process: Recortar (2)
arcpy.Clip_analysis(Edwards, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, Edwards_Clip_shp, "")

# Process: Seleccionar capa por Ubicación
arcpy.SelectLayerByLocation_management(nhdflowline, "HAVE THEIR CENTER IN", Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "", "NEW_SELECTION")

# Process: Seleccionar (2)
arcpy.Select_analysis(nhdflowline_3_, nhdflowline_San_Marcos, "")

# Process: Campo de unión
arcpy.JoinField_management(nhdflowline_San_Marcos, "COMID", flowlineattributesflow_dbf, "COMID", "MAFLOWU")

```

Ln: 1 Col: 0

Para la correcta ejecución del script .py es necesario modificar algunos de los parámetros contenidos en el archivo, tales como:

- ✓ Direccionamiento y extensiones de archivos
- ✓ Estandarización de nombres de coberturas (cuencaSeleccionada.shp, cuencaDisuelta.shp....)
- ✓ Verificación y eliminación de coberturas temporales o de resultado creadas previamente. Si existen coberturas previamente creadas y se ejecuta el script, Python detiene el proceso de ejecución. Manualmente se deben borrar los datos temporales y luego se debe ejecutar el script nuevamente.
- ✓ Mensajes para usuario mostrando el estado de avance de la ejecución del script.
- ✓ Mensaje de alerta indicando que se deben cerrar los aplicativos que estén usando las capas requeridas por el script para evitar desbordamientos y terminación de procesos



4. Modifique las extensiones de los archivos base requeridos en la definición # Local variables:

Generado por ArcGIS	Modificar a
wbdhu12_a_tx = "wbdhu12_a_tx"	wbdhu12_a_tx = "wbdhu12_a_tx.shp" (Esta modificación es requerida cuando se estén utilizando archivos de formas shapefile)
Cuenca_San_Marcos_shp Seleccione_una_cuenca_por_HUG8	= Cuenca_San_Marcos_shp = "C:\\TALLER6\\Cuenca_San_Marcos.shp"
Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp Cuenca_San_Marcos_shp	= Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp = "C:\\TALLER6\\Cuenca_San_Marcos_Dissolve.shp"
counties_Clip_shp Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp	= counties_Clip_shp = "C:\\TALLER6\\counties_Clip.shp"
Edwards_Clip_shp Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp	= Edwards_Clip_shp = "C:\\TALLER6\\Edwards_Clip.shp"
nhdflowline_San_Marcos_shp nhdflowline_San_Marcos	= nhdflowline_San_Marcos_shp = "C:\\TALLER6\\nhdflowline_San_Marcos.shp"

Agregar en # Process: Seleccionar Drenajes por Ubicación

Generado por ArcGIS	Modificar a
(Agregar en script)	arcpy.MakeFeatureLayer_management(nhdflowline, "nhdflowline_lyr") (Esta nueva línea permite crear una capa en memoria a partir de la cobertura de drenajes para poder realizar la selección espacial. Esta línea se agrega antes de arcpy.SelectLayerByLocation_management)
arcpy.SelectLayerByLocation_management(nhdflowline, "HAVE_THEIR_CENTER_IN", Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "", "NEW_SELECTION")	arcpy.SelectLayerByLocation_management("nhdflowline_lyr ", "HAVE_THEIR_CENTER_IN", Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "", "NEW_SELECTION")

Modificar en # Process: Seleccionar y Exportar Drenajes

Generado por ArcGIS	Modificar a
arcpy.Select_analysis(nhdflowline__3_, nhdflowline_San_Marcos, "")	arcpy.Select_analysis("nhdflowline_lyr", nhdflowline_San_Marcos_shp, "") (Esta modificación es requerida llamando la capa con entidades previamente seleccionadas para luego ser exportadas)

Modificar en # Process: Campo de Union para agregar el caudal medio MAFLOW

Generado por ArcGIS	Modificar a
arcpy.JoinField_management(nhdflowline_San_Marcos, "COMID", flowlineattributesflow_dbf, "COMID", "MAFLOWU")	arcpy.JoinField_management(nhdflowline_San_Marcos_shp, "COMID", flowlineattributesflow_dbf, "COMID", "MAFLOWU")



## SCRIPT FINAL DEPURADO Y FUNCIONAL: Oprimir F5 para ejecutar.

ExtractCuenca.py - C:\TALLER\DatosP\ExtractCuenca.py

```

File Edit Format Run Options Windows Help
-----
# ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
# Curso Taller de Sistemas de Información Geográfica - TSIG(M)
# William Aguilar EscuelaIng.edu.co
# ExtractCuenca_v2.py para S.O. Windows y ArcGIS 10.2.2
# Created on: 2016-03-03 10:44:45 -00000
# Usage: ExtractCuenca_v2 <IngresarCodigoCuencaHUG8>
# Description: Extraer información espacial de una cuenca
# Notas: Recordar que python distingue entre mayúsculas y minúsculas
# 

# Import arcpy module
import arcpy
print "Extrae Cuenca por HUG8 [Iniciado]"

# Script arguments
Selecciona_una_cuenca_por_HUG8 = arcpy.GetParameterAsText(0)
if Selecciona_una_cuenca_por_HUG8 == '#' or not Selecciona_una_cuenca_por_HUG8:
    Selecciona_una_cuenca_por_HUG8 = "\\"HUC_8\" -121000203" # provide a default value if unspecified

# Local Variables:
wbdhul2_a_tx = "wbdhul2_a_tx.shp"
Cuenca_San_Marcos_shp = "C:\\\\TALLER\\\\Cuenca_San_Marcos.shp"
Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp = "C:\\\\TALLER\\\\Cuenca_San_Marcos_Dissolve.shp"
nhdfflowline_San_Marcos_shp = "C:\\\\TALLER\\\\nhdfflowline_San_Marcos.shp"
counties_Clip_shp = "C:\\\\TALLER\\\\counties_Clip.shp"
Edwards_Clip_shp = "C:\\\\TALLER\\\\Edwards_Clip.shp"
nhdfflowline_San_Marcos.shp
counties = "counties.shp"
Edwards = "Edwards.shp"
flowlineatributesflow_dbf = "C:\\\\TALLER\\\\\\DatacP\\\\flowlineatributesflow.dbf"

# Process: Seleccionar y Exportar Subcuencas
arcpy.Select_analysis(wbdhul2_a_tx, Cuenca_San_Marcos_shp, Selecciona_una_cuenca_por_HUG8)

# Process: Dissolver Subcuencas a Cuenca
arcpy.Dissolve_management(Cuenca_San_Marcos_shp, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "HUC_8", "", "MULTI_PART", "DISSOLVE_LINES")

# Process: Recortar Condados
arcpy.Clip_analysis(counties, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, counties_Clip_shp, "")

# Process: Recortar Acuífero
arcpy.Clip_analysis(Edwards, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, Edwards_Clip_shp, "")

# Process: Seleccionar Drenajes por Ubicación
arcpy.MakeFeatureLayer_management(nhdfflowline_lyr, "nhdfflowline_lyr", "HAVE THEIR_CENTER_IN", Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "", "NEW_SELECTION")

# Process: Seleccionar y Exportar Drenajes
arcpy.Select_analysis("nhdfflowline_lyr", nhdfflowline_San_Marcos_shp, "")

# Process: Campo de Unión para agregar el causal medio NAFLW
arcpy.JoinField_management(nhdfflowline_San_Marcos_shp, "COMID", flowlineatributesflow_dbf, "COMID", "NAFLW")

print "Extrae Cuenca por HUG8 [Terminado]"

```

ExtractCuenca.py - C:\TALLER\DatosP\ExtractCuenca.py

```

File Edit Shell Debug Options Windows Help
-----
Python 2.7.5 (default, May 15 2013, 22:43:36) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
>>>

```

TALLER7

Archievo Inicio Compartir Vista

Acceso rápido

DatosP7

SIG\_ECI\_CURSO.tbx

Dropbox

OneDrive

Equipo

Bibliotecas

Red

Ln 5 Col 4

ExtractCuenca.py - C:\TALLER\DatosP\ExtractCuenca.py

```

File Edit Format Run Options Windows Help
-----
# ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
# Curso Taller de Sistemas de Información Geográfica - TSIG(M)
# William Aguilar EscuelaIng.edu.co
# ExtractCuenca_v2.py para S.O. Windows y ArcGIS 10.2.2
# Created on: 2016-03-03 10:44:45 -00000
# Usage: ExtractCuenca_v2 <IngresarCodigoCuencaHUG8>
# Description: Extraer información espacial de una cuenca
# Notas: Recordar que python distingue entre mayúsculas y minúsculas
# 

# Import arcpy module
import arcpy
print "Extrae Cuenca por HUG8 [Iniciado]"

# Script arguments
Selecciona_una_cuenca_por_HUG8 = arcpy.GetParameterAsText(0)
if Selecciona_una_cuenca_por_HUG8 == '#' or not Selecciona_una_cuenca_por_HUG8:
    Selecciona_una_cuenca_por_HUG8 = "\\"HUC_8\" -121000203" # provide a default value if unspecified

# Local Variables:
wbdhul2_a_tx = "wbdhul2_a_tx.shp"
Cuenca_San_Marcos_shp = "C:\\\\TALLER\\\\Cuenca_San_Marcos.shp"
Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp = "C:\\\\TALLER\\\\Cuenca_San_Marcos_Dissolve.shp"
nhdfflowline_San_Marcos_shp = "C:\\\\TALLER\\\\nhdfflowline_San_Marcos.shp"
counties_Clip_shp = "C:\\\\TALLER\\\\counties_Clip.shp"
Edwards_Clip_shp = "C:\\\\TALLER\\\\Edwards_Clip.shp"
nhdfflowline_San_Marcos.shp
counties = "counties.shp"
Edwards = "Edwards.shp"
flowlineatributesflow_dbf = "C:\\\\TALLER\\\\\\DatacP\\\\flowlineatributesflow.dbf"

# Process: Seleccionar y Exportar Subcuencas
arcpy.Select_analysis(wbdhul2_a_tx, Cuenca_San_Marcos_shp, Selecciona_una_cuenca_por_HUG8)

# Process: Dissolver Subcuencas a Cuenca
arcpy.Dissolve_management(Cuenca_San_Marcos_shp, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "HUC_8", "", "MULTI_PART", "DISSOLVE_LINES")

# Process: Recortar Condados
arcpy.Clip_analysis(counties, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, counties_Clip_shp, "")

# Process: Recortar Acuífero
arcpy.Clip_analysis(Edwards, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, Edwards_Clip_shp, "")

# Process: Seleccionar Drenajes por Ubicación
arcpy.MakeFeatureLayer_management(nhdfflowline_lyr, "nhdfflowline_lyr", "HAVE THEIR_CENTER_IN", Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "", "NEW_SELECTION")

# Process: Seleccionar y Exportar Drenajes
arcpy.Select_analysis("nhdfflowline_lyr", nhdfflowline_San_Marcos_shp, "")

# Process: Campo de Unión para agregar el causal medio NAFLW
arcpy.JoinField_management(nhdfflowline_San_Marcos_shp, "COMID", flowlineatributesflow_dbf, "COMID", "NAFLW")

print "Extrae Cuenca por HUG8 [Terminado]"

```

ExtractCuenca.py - C:\TALLER\DatosP\ExtractCuenca.py

```

File Edit Shell Debug Options Windows Help
-----
Python 2.7.5 (default, May 15 2013, 22:43:36) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
>>>

```

TALLER7

Archievo Inicio Compartir Vista

Acceso rápido

DatosP7

SIG\_ECI\_CURSO.tbx

Dropbox

OneDrive

Equipo

Bibliotecas

Red

Ln 9 Col 4



```

# -----
# ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
# Curso Taller de Sistemas de Información Geográfica - TSIG(M)
# william.aguilar@escuelaing.edu.co
# ExtraeCuenca_v2.py para S.O. Windows y ArcGIS 10.2.2
# Created on: 2016-05-03 10:44:45.00000
# Usage: ExtraeCuenca_v2 <IngreseCodigoCuencaHUG8>
# Description: Extraer información espacial de una cuenca
# Notas: Recordar que python distingue entre mayúsculas y minúsculas
# -----



# Import arcpy module
import arcpy
print "Extrae Cuenca por HUG8 [Iniciado]"

# Script arguments
Seleccione_una_cuenca_por_HUG8 = arcpy.GetParameterAsText(0)
if Seleccione_una_cuenca_por_HUG8 == '#' or not Seleccione_una_cuenca_por_HUG8:
    Seleccione_una_cuenca_por_HUG8 = "\"HUC_8\" ='12100203'" # provide a default value if unspecified

# Local variables:
wbdhu12_a_tx = "wbdhu12_a_tx.shp"
Cuenca_San_Marcos_shp = "C:\\TALLER6\\Cuenca_San_Marcos.shp"
Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp = "C:\\TALLER6\\Cuenca_San_Marcos_Dissolve.shp"
nhdflowline_San_Marcos_shp = "C:\\TALLER6\\nhdflowline_San_Marcos.shp"
counties_Clip_shp = "C:\\TALLER6\\counties_Clip.shp"
Edwards_Clip_shp = "C:\\TALLER6\\Edwards_Clip.shp"
nhdflowline = "nhdflowline.shp"
counties = "counties.shp"
Edwards = "Edwards.shp"
flowlineattributesflow_dbf = "C:\\TALLER6\\DatosP6\\flowlineattributesflow.dbf"

# Process: Seleccionar y Exportar Subcuenca
arcpy.Select_analysis(wbdhu12_a_tx, Cuenca_San_Marcos_shp, Seleccione_una_cuenca_por_HUG8)

# Process: Disolver Subcuenca a Cuenca
arcpy.Dissolve_management(Cuenca_San_Marcos_shp, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "HUC_8", "", "MULTI_PART",
"DISSOLVE_LINES")

# Process: Recortar Condados
arcpy.Clip_analysis(counties, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, counties_Clip_shp, "")

# Process: Recortar Acuífero
arcpy.Clip_analysis(Edwards, Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, Edwards_Clip_shp, "")

# Process: Seleccionar Drenajes por Ubicación
arcpy.MakeFeatureLayer_management(nhdflowline, "nhdflowline_lyr")
arcpy.SelectLayerByLocation_management("nhdflowline_lyr",
Cuenca_San_Marcos_Dissolve_shp, "", "NEW_SELECTION", "HAVE_THEIR_CENTER_IN", "HAVE_THEIR_CENTER_IN", "NEW_SELECTION")

# Process: Seleccionar y Exportar Drenajes

```



```
arcpy.Select_analysis("nhdflowline_lyr", nhdflowline_San_Marcos_shp, "")
```

```
# Process: Campo de Union para agregar el caudal medio MAFLOW
arcpy.JoinField_management(nhdflowline_San_Marcos_shp, "COMID", flowlineattributesflow_dbf, "COMID",
"MAFLOWU")
```

print "Extrae Cuenca por HUG8 [Terminado]"

#### SCRIPT OPTIMIZADO:

Incluyendo mensajes de avance, eliminación automática de archivos temporales o intermedios e interacción con el usuario para iniciar el proceso. Ejemplo para el Seleccionar y Exportar Subcuenca, Disolver Subcuenca a Cuenca

The screenshot shows a Windows desktop environment with three windows open:

- Python script editor:** A code editor window titled ".\ExtraeCuencaOptimizado.py - C:\TALLER7\DatosP7\ExtraeCuencaOptimizado.py". It contains a Python script for extracting a subbasin by HUC8 and dissolving it into a main basin.
- Python Shell:** A terminal window titled "Python 2.7.5 Shell" showing the command line interface.
- File Explorer:** A file browser window titled "TALLER7" showing the directory structure: Archivo, Inicio, Compartir, Vista. It lists files like "Acceso rápido", "Dropbox", "OneDrive", "Equipo", "Bibliotecas", and "Red".



```
# 74_ExtraeCuencaOptimizado.py - C:\TALLER7\DatosP7_ExtraeCuencaOptimizado.py
File Edit Format Run Options Windows Help

# ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
# Curso Taller de Sistemas de Información Geográfica - TSIG(M)
# william.aguilar@escuelaing.edu.co
# ExtraeCuenca_v2.py para S.O. Windows y ArcGIS 10.2.2
# Created on: 2016-05-03 10:44:45.00000
# Usage: ExtraeCuenca_v2 <IngreseCodigoCuencaHUG8>
# Description: Extraer información espacial de una cuenca
# Notas: Recargar que python distingue entre mayúsculas y minúsculas
# ----

# Import arcpy module: Importación del núcleo de Python para ArcGIS
import arcpy

# Script arguments (Definición del código de cuenca HUG8 a extraer)
# IngreseCodigoCuencaHUG8 = arcpy.GetParameterAsText(0)
# IngreseCodigoCuencaHUG8 == '%'
# IngreseCodigoCuencaHUG8 == ''
# IngreseCodigoCuencaHUG8 == "HUC_B"
# IngreseCodigoCuencaHUG8 == "12100203" # provide a default value if unspecified

#Limpiar pantalla
os.system('cls')

# Local variables (Definición de las coberturas base a utilizar en el modelo)
capaSubcuencia = "wbdnull_a_tx.shp"
capaCuencaExtraida_shp = "C:\TALLER7\CuencaExtraida.shp"
capaCuencaDisuelta_shp = "C:\TALLER7\CuencaDisuelta.shp"

# Mensajes de subproceso ejecutado
msjSelecionesOK = '1. Selección de subcuenca por código HUG8 [completado]'
```

```
# Import arcpy module: Importación del núcleo de Python para ArcGIS
import arcpy

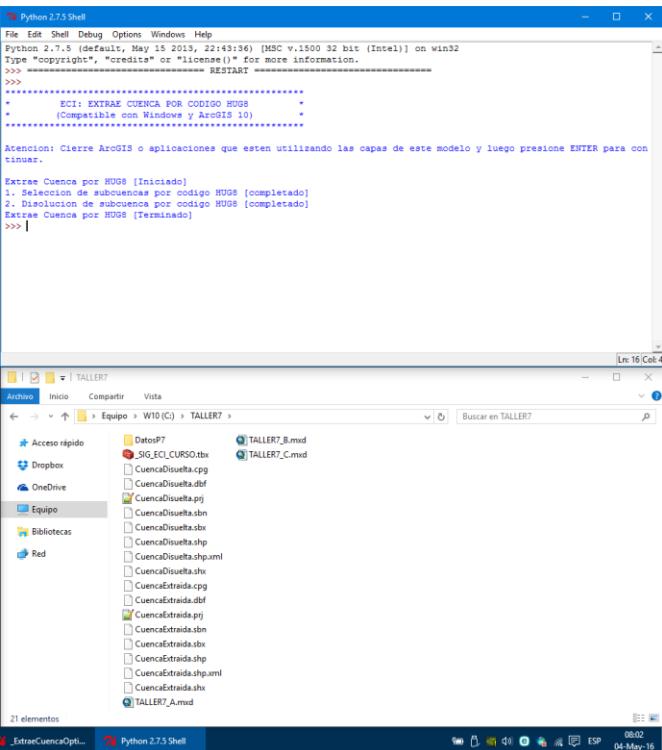
# Script arguments (Definición del código de cuenca HUG8 a extraer)
IngreseCodigoCuencaHUG8 = arcpy.GetParameterAsText(0)
if IngreseCodigoCuencaHUG8 == '#' or not IngreseCodigoCuencaHUG8:
    IngreseCodigoCuencaHUG8 = "\"HUC_8\" = '12100203'" # provide a default value if unspecified

#Limpiar pantalla

# Local variables (Definición de las coberturas base a utilizar en el modelo)
capaSubcuenca = "wbdhu12_a_tx.shp"
capaCuencaExtraida_shp = "C:\\TALLER6\\CuencaExtraida.shp"
capaCuencaDisuelta_shp = "C:\\TALLER6\\CuencaDisuelta.shp"

# Mensajes de subprocesso ejecutado
msjSeleccionaOK = '1. Seleccion de subcuenca por codigo HUG8 [completado]'
msjDisuelveOK = '2. Disolucion de subcuenca por codigo HUG8 [completado]'

# Process: Eliminar capas de resultados creadas previamente antes de volverlas a crear
import os
import os.path
# os.system("pause")
print "*****"
print "*      ECI: EXTRAE CUENCA POR CODIGO HUG8      **"
print "*      (Compatible con Windows y ArcGIS 10)      **"
print "*****"
```





```

print ""
raw_input("Atencion: Cierre ArcGIS o aplicaciones que esten utilizando las capas de este modelo y luego presione ENTER para continuar.")
print ""
if os.path.isfile(capaCuencaExtraida_shp) and os.access(capaCuencaExtraida_shp, os.R_OK):
    arcpy.Delete_management(capaCuencaExtraida_shp, "")
if os.path.isfile(capaCuencaDisuelta_shp):
    arcpy.Delete_management(capaCuencaDisuelta_shp, "")

print "Extrae Cuenca por HUG8 [Iniciado]"

# Process: Seleccionar y Exportar Subcuenca
arcpy.Select_analysis(capaSubcuenca, capaCuencaExtraida_shp, IngresaCodigoCuencaHUG8)
print msjSeleccionaOK

# Process: Disolver Subcuenca a Cuenca
arcpy.Dissolve_management(capaCuencaExtraida_shp, capaCuencaDisuelta_shp, "HUC_8", "", "MULTI_PART", "DISSOLVE_LINES")
print msjDisuelveOK

print "Extrae Cuenca por HUG8 [Terminado]"

```

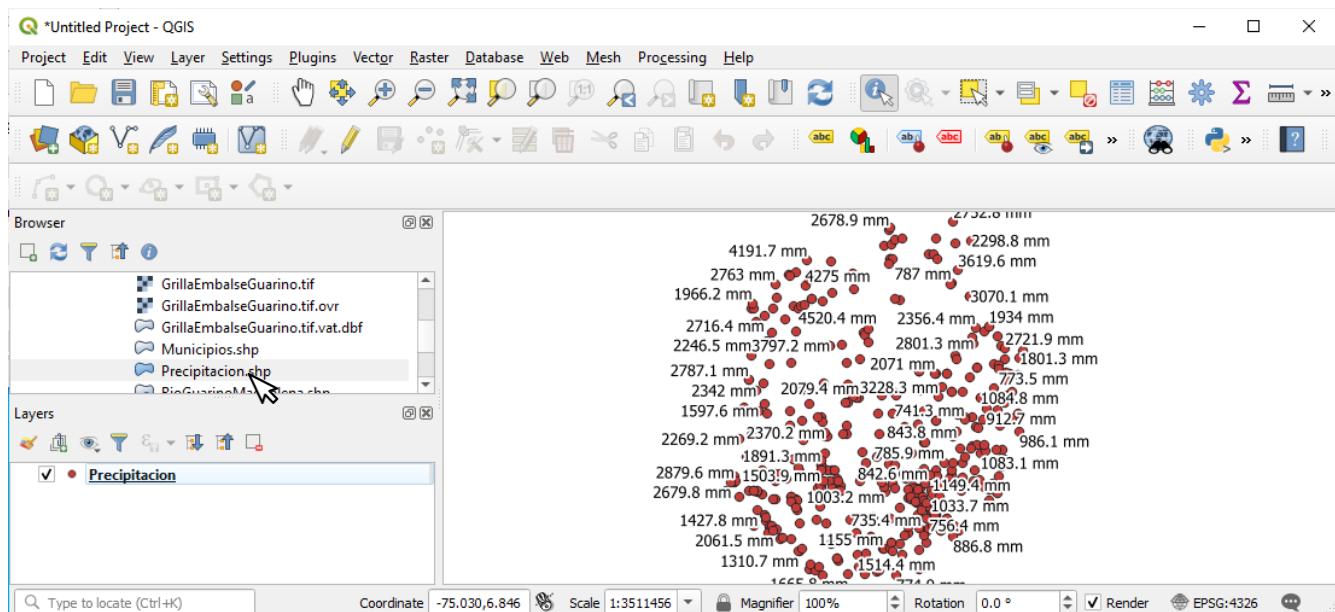
### 3.9. Automatización de procesos usando Graphical Modeler en QGIS

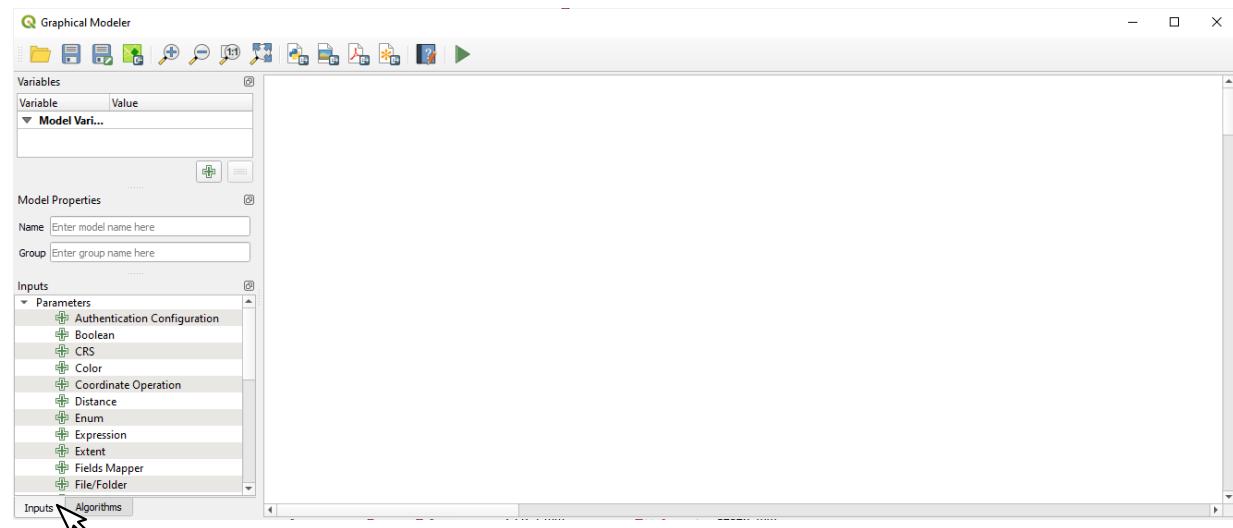
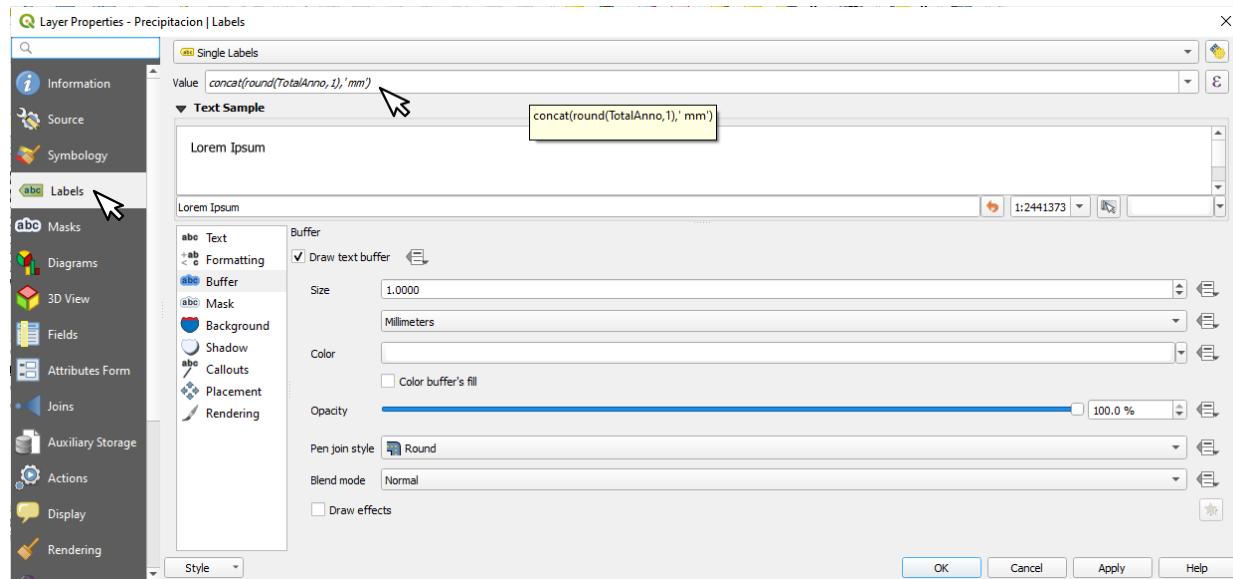
Graphical Modeler, es una herramienta similar a Model Builder en ArcGIS for Desktop que permite secuenciar datos con procesos geográficos, ejecutando acciones repetitivas que previenen o evitan errores de procedimiento en secuencias ejecutadas manualmente por usuarios. Para el desarrollo de los ejercicios incluidos en esta guía, utilizaremos QGIS 3.12.0.

#### 3.9.1. Filtrado e interpolación espacial de variables hidroclimatológicas

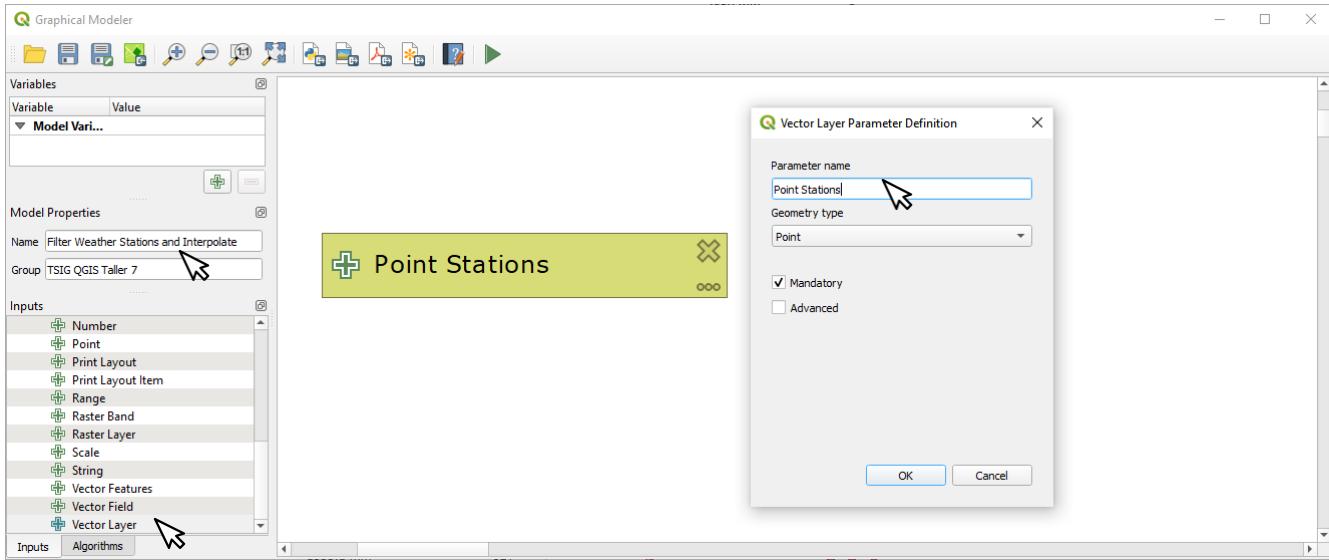
En la carpeta C:\TSIG\Taller7, crear una nueva carpeta denominada Output.

En QGIS, agregar al mapa la capa Precipitacion.shp, rotular la capa a partir del atributo TotalAnno y activar el Graphical Modeler desde el menú Processing.



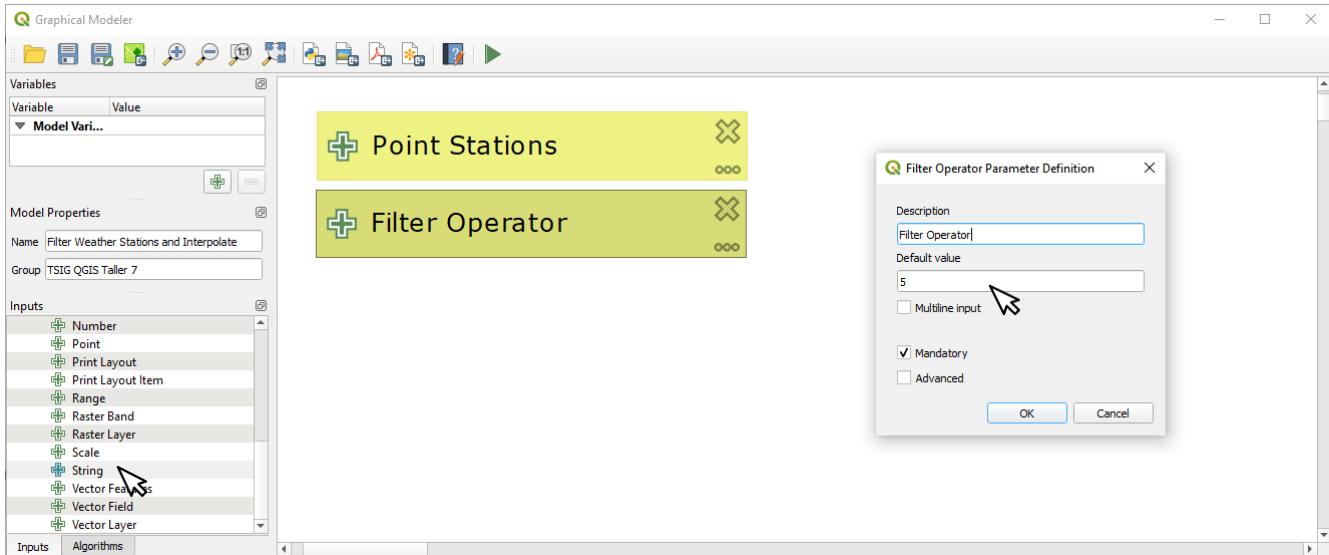


En la ventana del modelador defina el nombre y grupo de opciones del modelo a crear. Luego, seleccione la pestaña Inputs y en los parámetros de entrada seleccione y arrastre al modelo el parámetro Vector Layer. Defina como nombre *Point Station*, geometría de puntos y marque la casilla Mandatory (permitirá la selección de la capa requerida por el usuario).



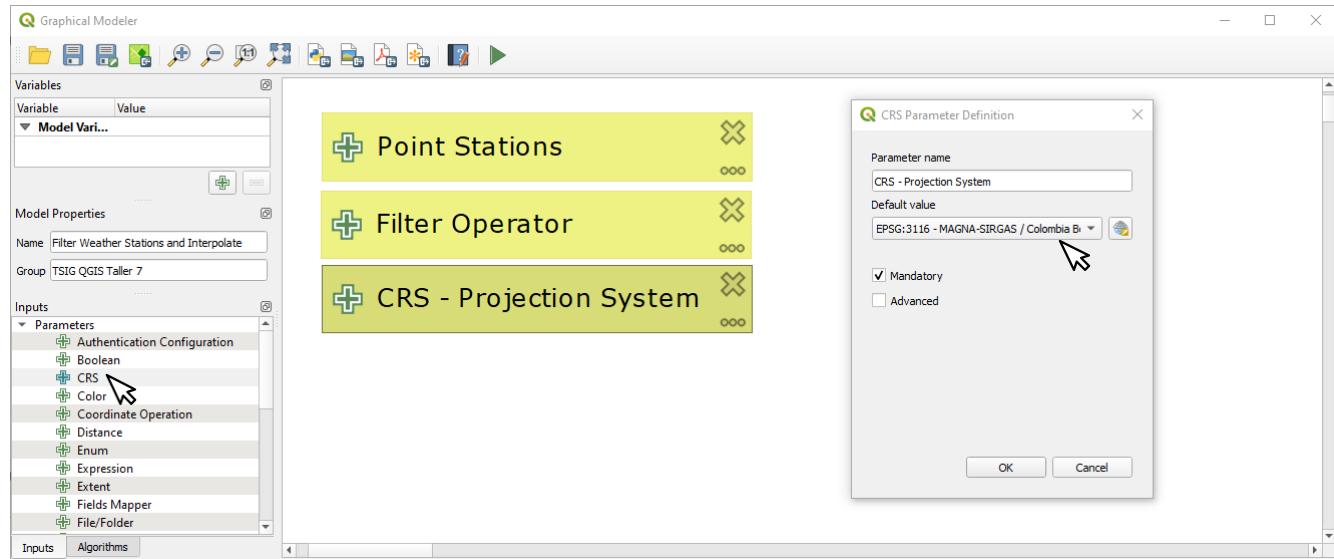
Desde la pestaña inputs, agregue los siguientes parámetros:

String: Operador para el filtrado con valor predeterminado 5 correspondiente a  $\geq$  en QGIS 3.10.2 y 3 corresponde a  $\geq$  en QGIS 3.12.0. Nombrar como Filter Operator.

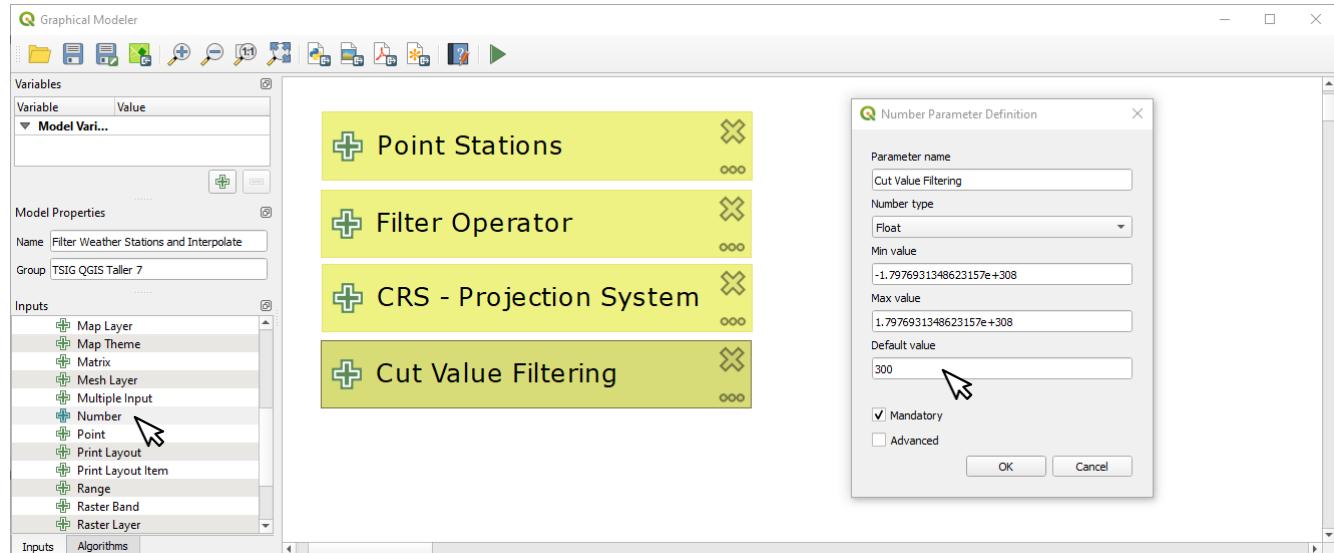




CRS – Projection System: Definición del Sistema de proyección de coordenadas. Por defecto establecer EPSG: 3116 – MAGNA – SIRGAS / Colombia Bogotá. Nombrar como CRS - Projection System.

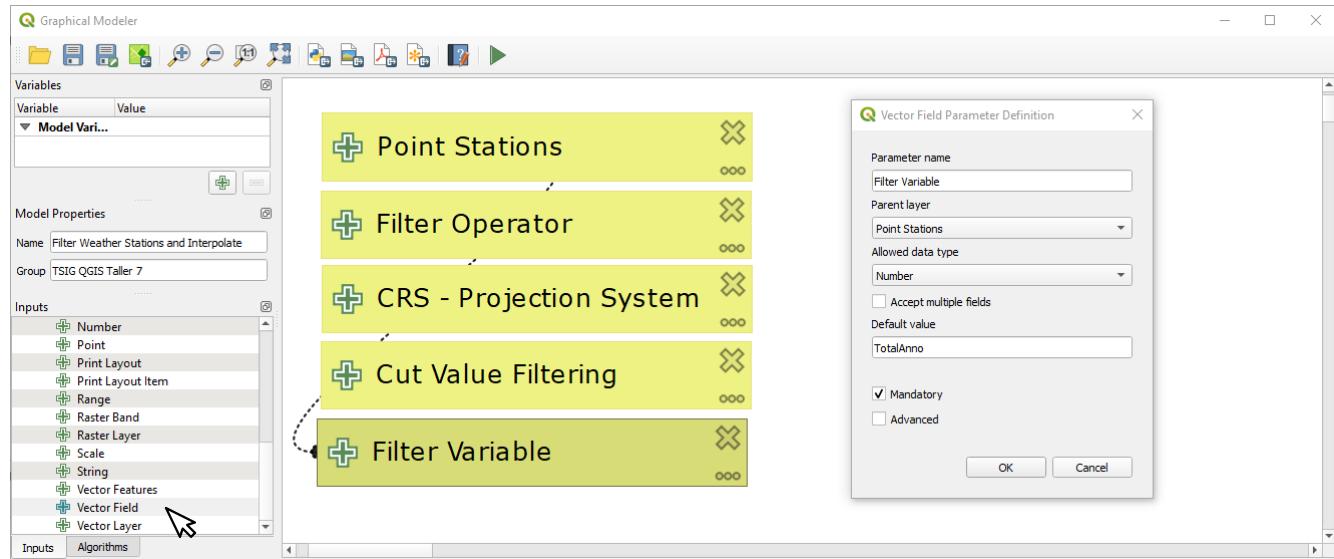


Number Parameter Definition: Valor de corte para filtrar las estaciones  $\geq$  al valor ingresado. Nombrar como Cut Value Filtering.

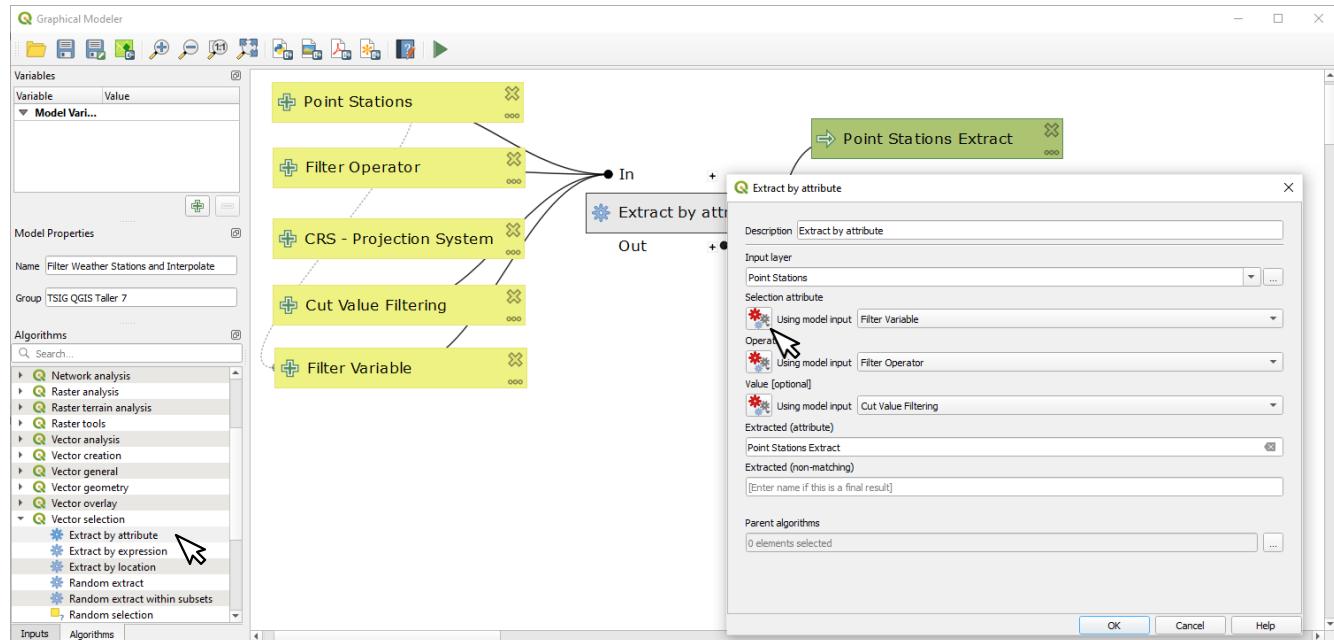




Vector Field Parameter Definition: Definición de la variable numérica por defecto a utilizar en el filtrado. Nombrar como Filter Variable. Observará que al agregar este parámetro se establece una conexión directa con Point Stations.

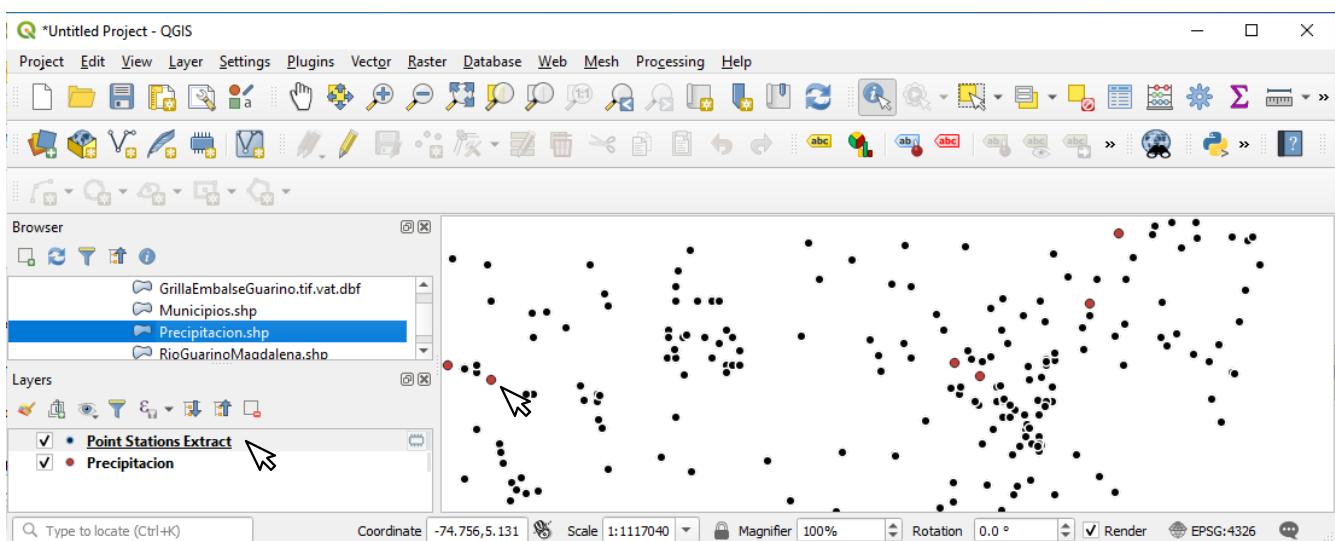
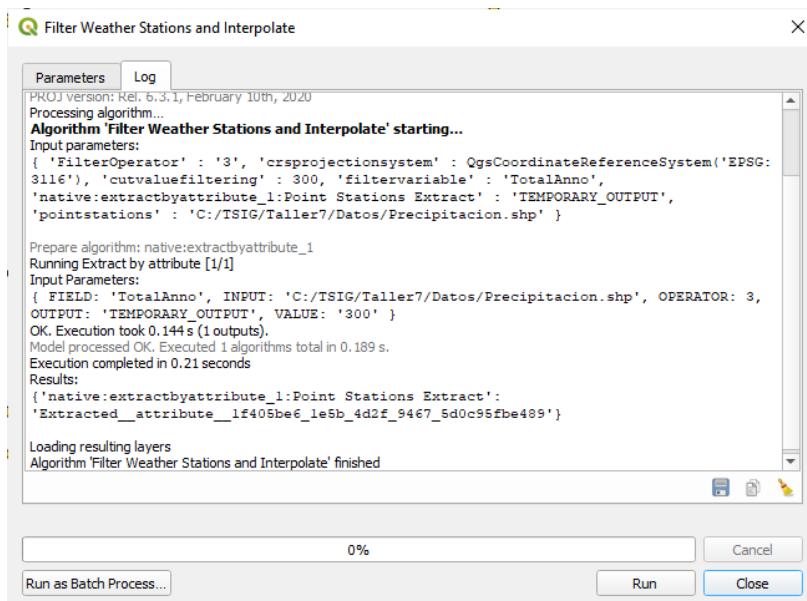
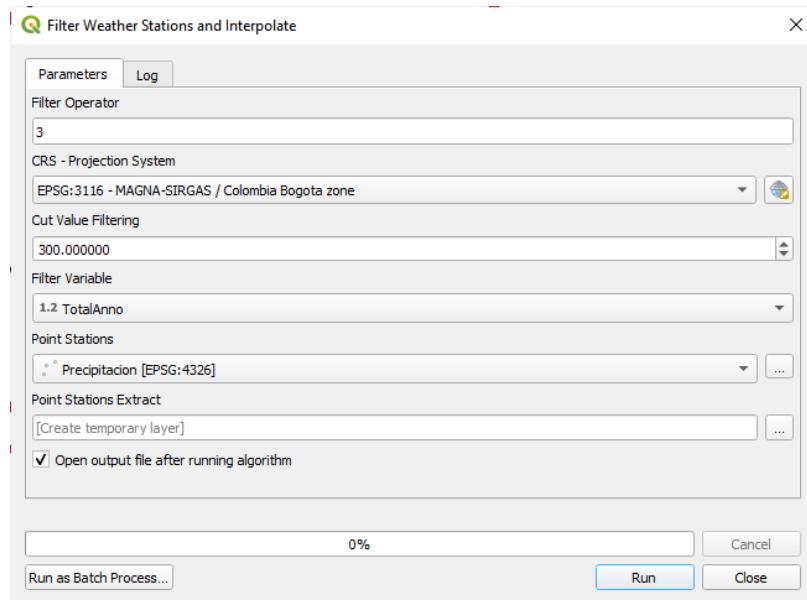


A continuación, realizaremos la extracción de las entidades de la capa a partir del valor de corte y la variable definida. En la pestaña Algorithms y desde el grupo de herramientas Vector Selection, agregar Extract by attribute. En la ventana de configuración, relacione los parámetros definidos previamente.



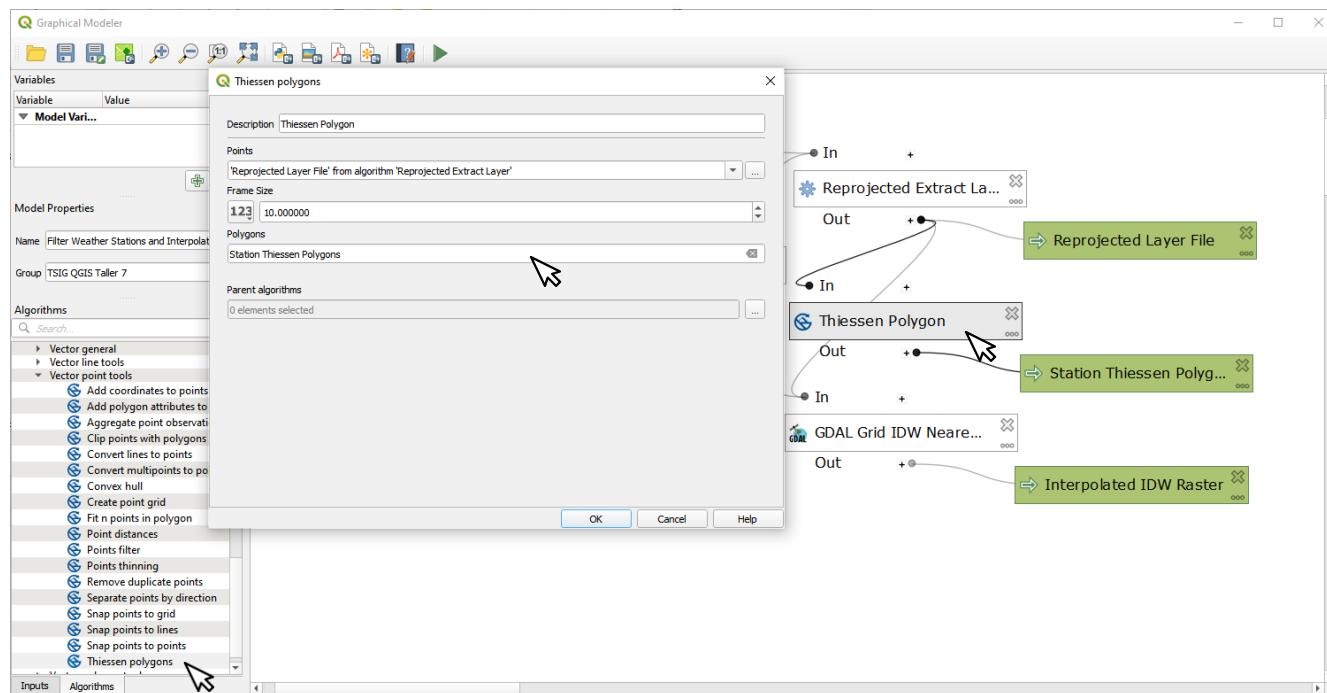
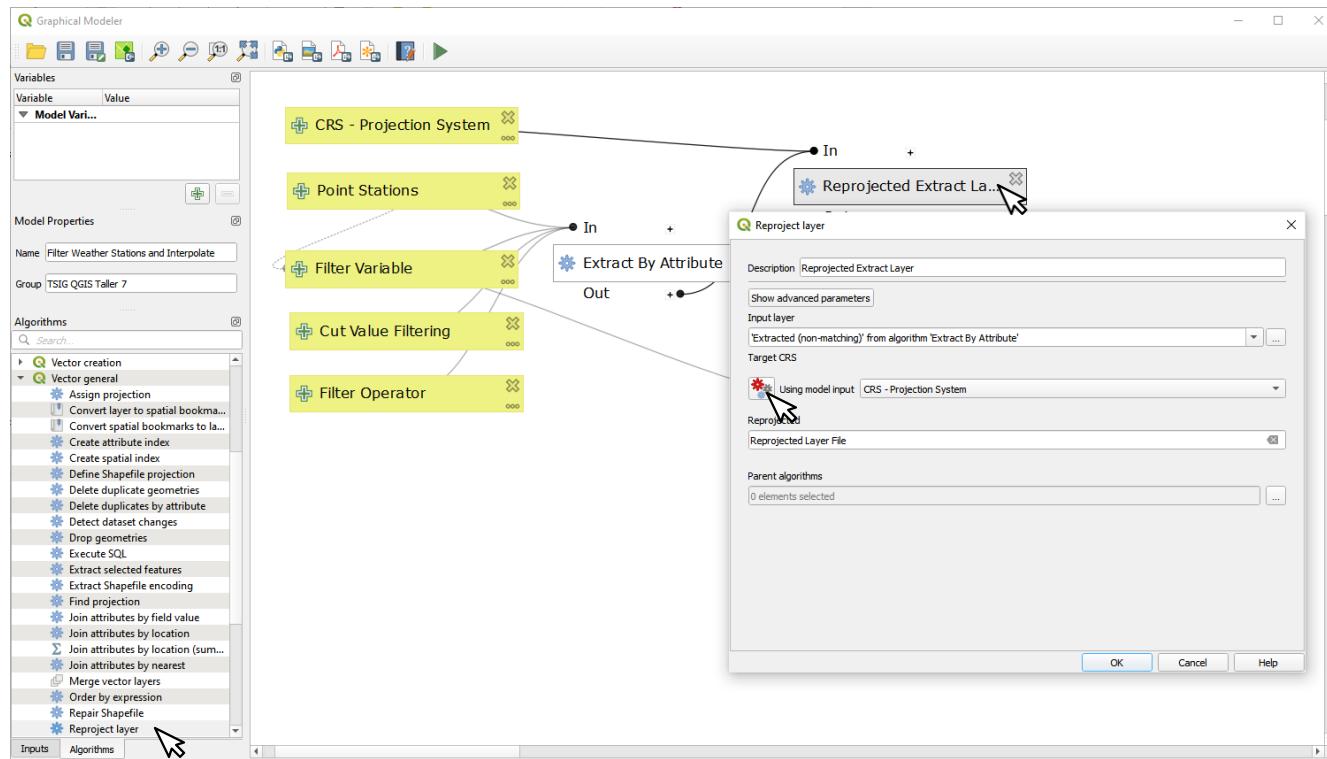
Guarde el modelo como TSIGQGIS\_GraphicalModeler1\_v0.model3. De clic en el botón ejecutar y evalúe el resultado en el mapa de QGIS. Observará que se despliega una ventana para la selección de las entradas y parámetros del modelo.

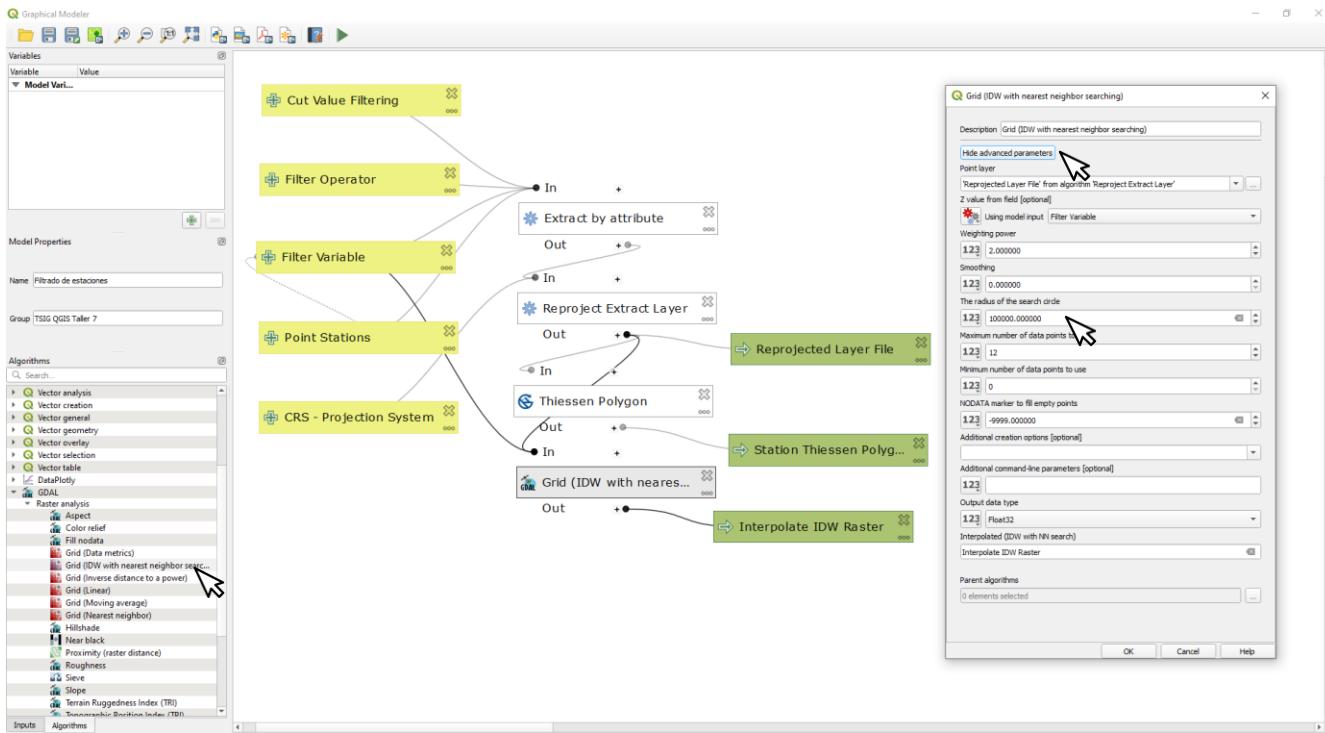
En el mapa resultante encontrará que se ha agregado una nueva capa con las entidades que cumplen con la condición de filtrado.



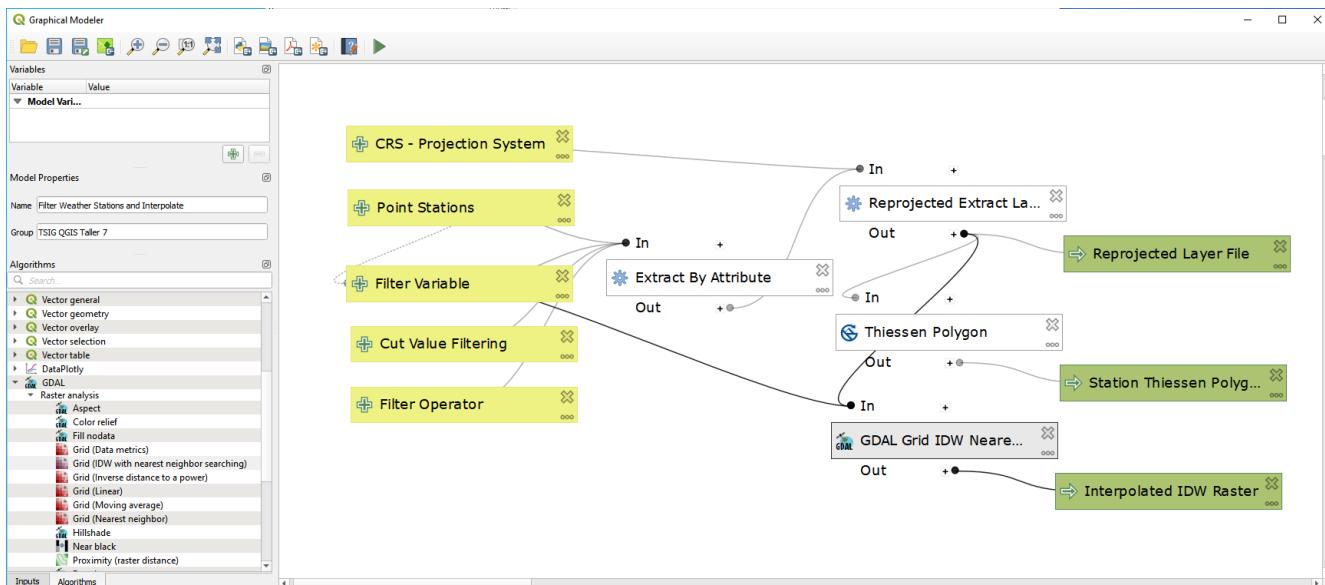


A continuación, incorpore los algoritmos de reproyección de los datos extraídos, cree los polígonos de Thiessen alrededor de los puntos utilizando la librería de SAGA y realice la interpolación espacial por el método del valor inverso de la distancia a través de la librería GDAL.



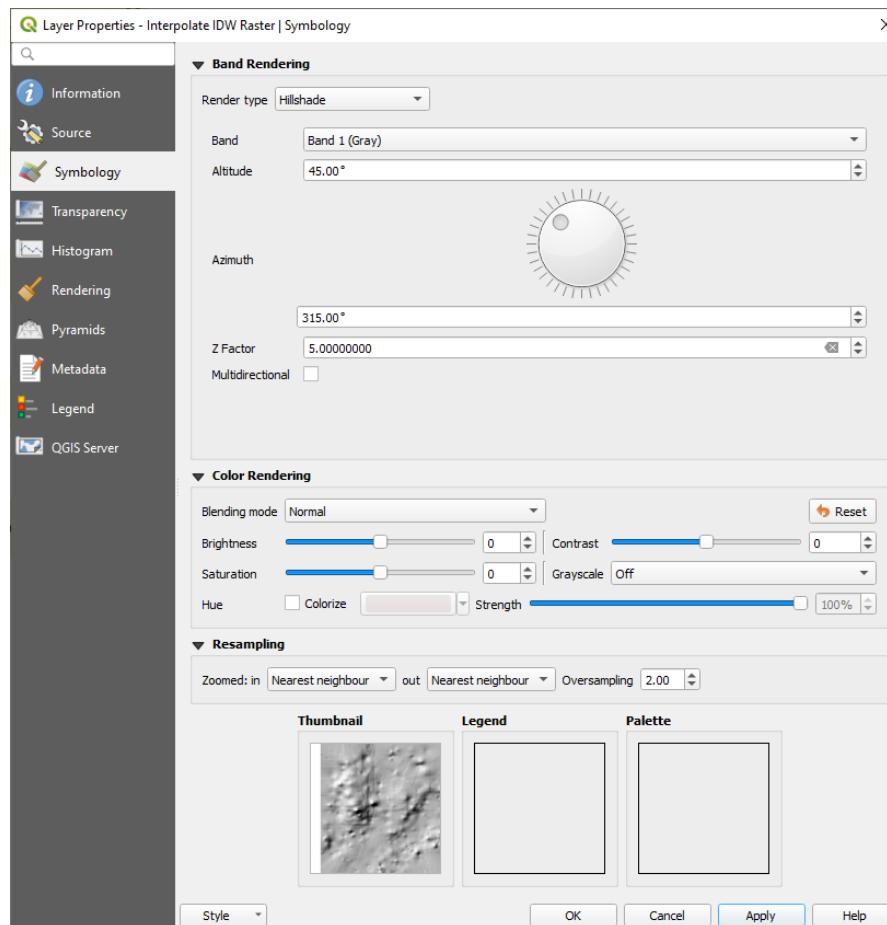
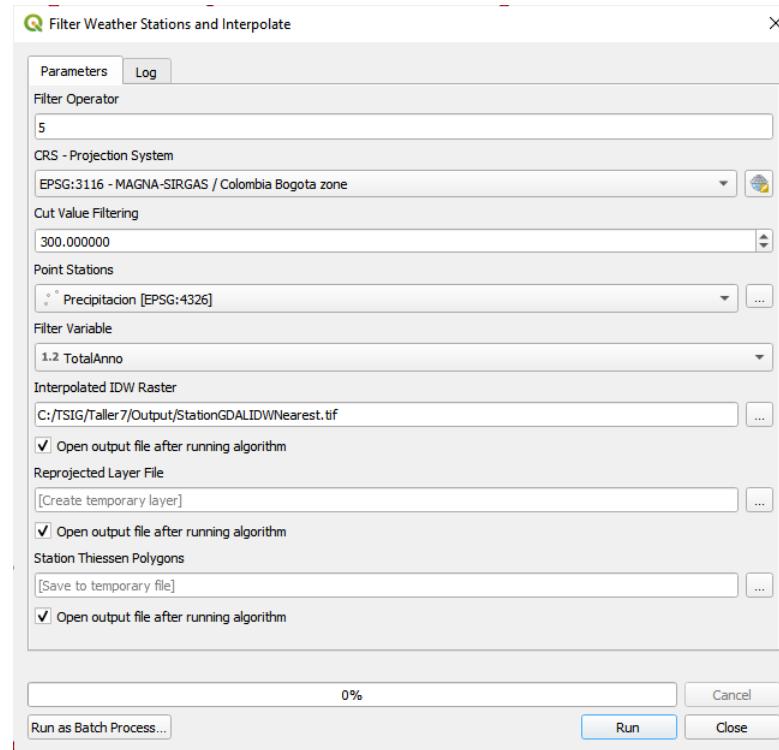


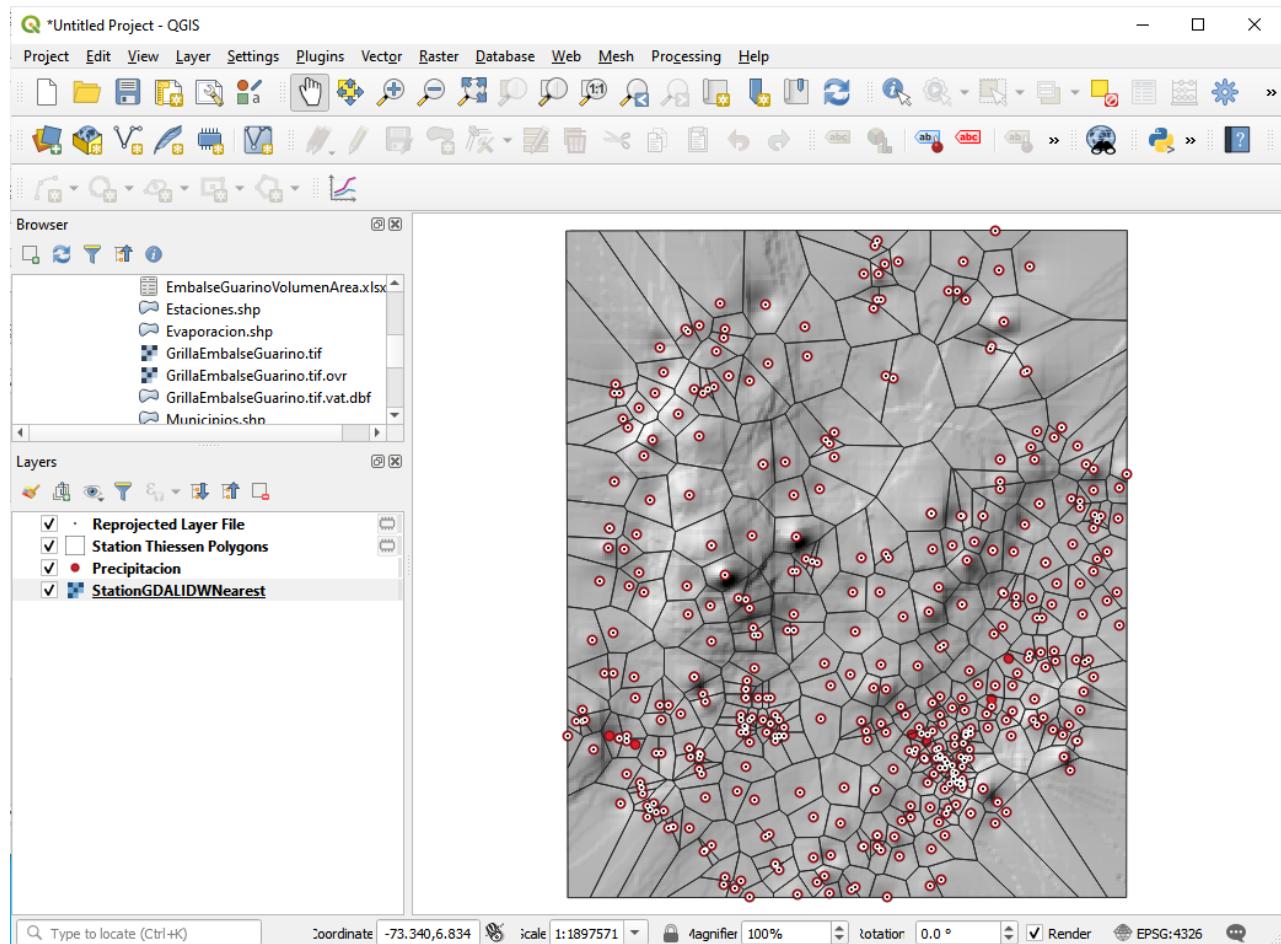
Modelo final.





Ejecute el modelo y analice los resultados obtenidos.







Contenido creado por: r.cfdtools@gmail.com  
<https://github.com/rcfdtools>

Licencia, cláusulas y condiciones de uso en:  
<https://github.com/rcfdtools/R.HydroTools/wiki/License>

