



*Universidad Autónoma del Estado de México*



**CENTRO UNIVERSITARIO TENANCINGO**

***Licenciatura en Arqueología***

Unidad de aprendizaje:  
**Cartografía Automatizada**

***Unidad temática*** : 4 Cartografía Automatizada

***Tema*** : Cartografía Automatizada y ArcGIS

***Elaboró: Dra. en C. María Eugenia Valdez Pérez***

# *Licenciatura en Arqueología*

Unidad de aprendizaje:

## **Cartografía Automatizada**

### **ESTRUCTURA DEL CURSO**

1. Principios básicos de cartografía
2. Cartografía básica y temática
3. Fuentes de información para análisis digital
- 4. Cartografía Automatizada**

## *Guión explicativo*

El material ilustra algunas alternativas de elaboración de cartografía automatizada utilizando los módulos Analyst spatial y 3D Analyst del software ArcGIS, con base en diversas fuentes de información procedentes de archivos vectoriales originales del Instituto Nacional de Geografía, ortofotos digitales e imágenes de satélite que se pueden obtener en las páginas institucionales correspondientes. Adicionalmente se incorporan datos alfanuméricos que provienen de bases de datos de una tabla de excel, con datos de GPS, o de ubicación (X,Y) del censo de población.

# *Guión explicativo*

Se parte de explicar los formato digitales en que se encuentra la información geográfica: vectorial, raster y alfanumérico.

Los diferentes sistemas de proyección cartográfica y los requerimientos mínimos de representación cartográfica.

Se indican los procedimientos para elaborar modelos digitales del terreno, y a partir de este como obtener un mapa de pendientes, de sombreado plástico, un archivo raster para obtener un mapa de cuencas visuales.

Se ejemplifican mapas temáticos de diferente escala y utilizando información tanto alfanumérica como vectorial o raster.

También se explica como se deben editan los mapas para una presentación final, en la que incluyen sistema de coordenadas, escala, simbología.

El profesor que utilice este material deberá conocer las bases teóricas de cartografía como proyección cartográfica, sistemas geodésicos, escalas, generalización, así como el propio software (ArcGIS) en el que se basa.

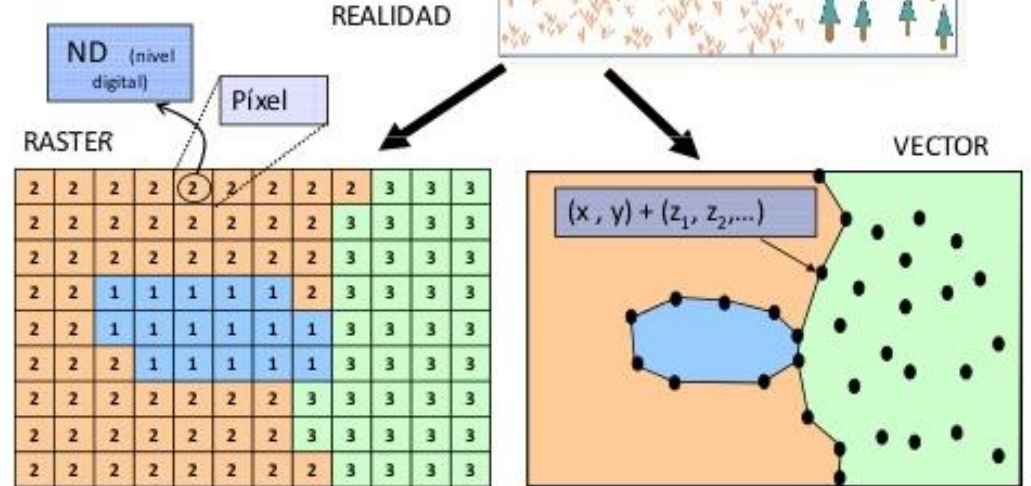
# Formatos digitales

1. Raster
2. Vector
3. Alfanuméricos

Modelos de datos en SIG:

Raster vs. Vector

Métodos de representación



Jaime Hernández P.

MGPA SIG: Representando Datos Geográficos

15

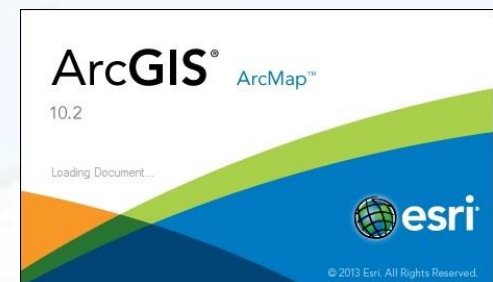
FID	Parcel ID	Zoning	Address	Zip Code	State	Tax Region
0	8618308030	Residential	7228 STREAMSIDE DR	80525	CO	2101
1	9624125001	Residential	7605 S COUNTY RD 13	80527	CO	2019
2	8618306004	Residential	7318 SILVER MOON LN	80525	CO	2101
3	8618306026	Residential	7319 SILVER MOON LN	80525	CO	2101
4	8618405075	Residential	1655 STREAMSIDE DR	80525	CO	2100
5	8618308052	Residential	1300 STREAMSIDE CT	80525	CO	2101
6	8618308032	Residential	7312 STREAMSIDE DR	80525	CO	2101
7	8618310073	Residential	1606 GREENSTONE TR	80525	CO	2100
8	8618306015	Residential	1401 WHITE PEAK CT	80525	CO	2101
9	8618306014	Residential	7507 GREENSTONE TR	80525	CO	2101
10	8618308042	Residential	7514 GOLD HILL CT	80525	CO	2101
11	8618308043	Residential	7515 GOLD HILL CT	80525	CO	2101
12	8618308062	Residential	7119 SILVER MOON LN	80525	CO	2101
13	8618308062	Residential	7119 SILVER MOON LN	80525	CO	2101

# ArcGIS

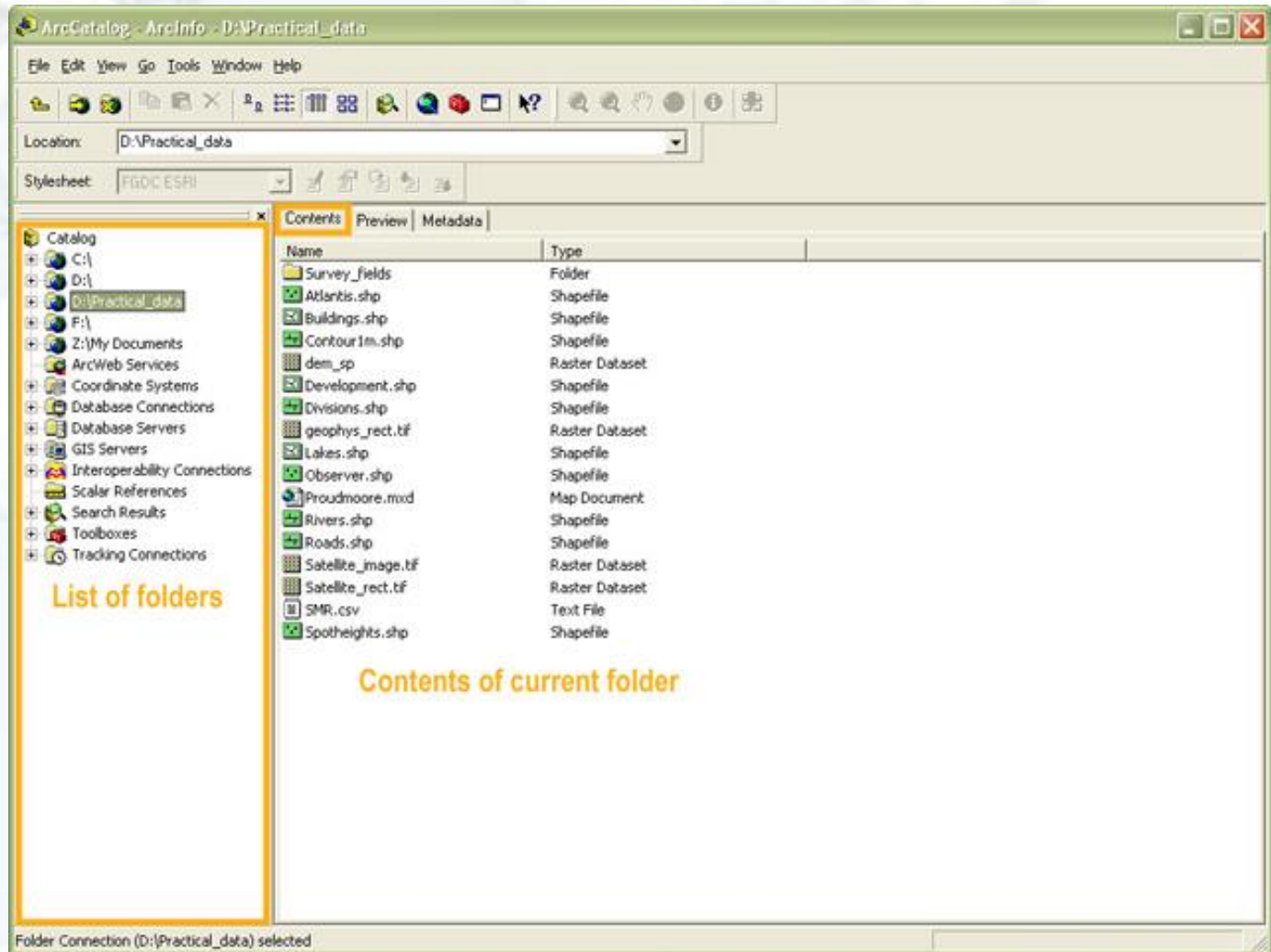
Es un sistema para el manejo e integración de información geográfica, primordialmente en formato vectorial, pero maneja información raster a través del módulo Spatial Analyst

## Aplicaciones:

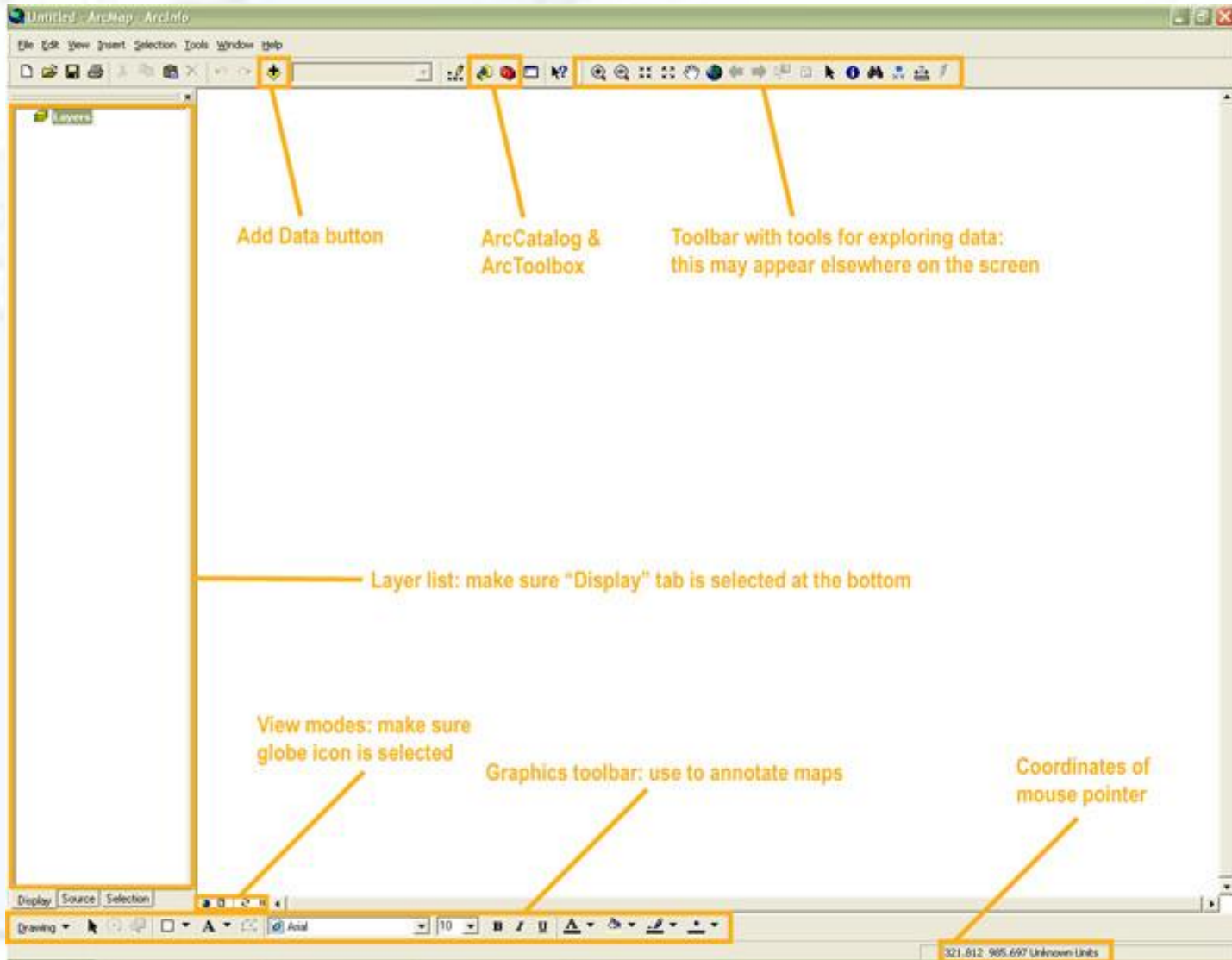
- a) ArcCatalog= manejar, organizar y visualizar archivos generados y utilizados en ArcGIS
- b) ArcMap = Análisis y generación de información geográfica
- c) ArcToolbox = Herramientas para trabajar con información geográfica
- d) ArcScene = Visualización en 3D de información espacialmente referenciada
- e) ArcGlobe



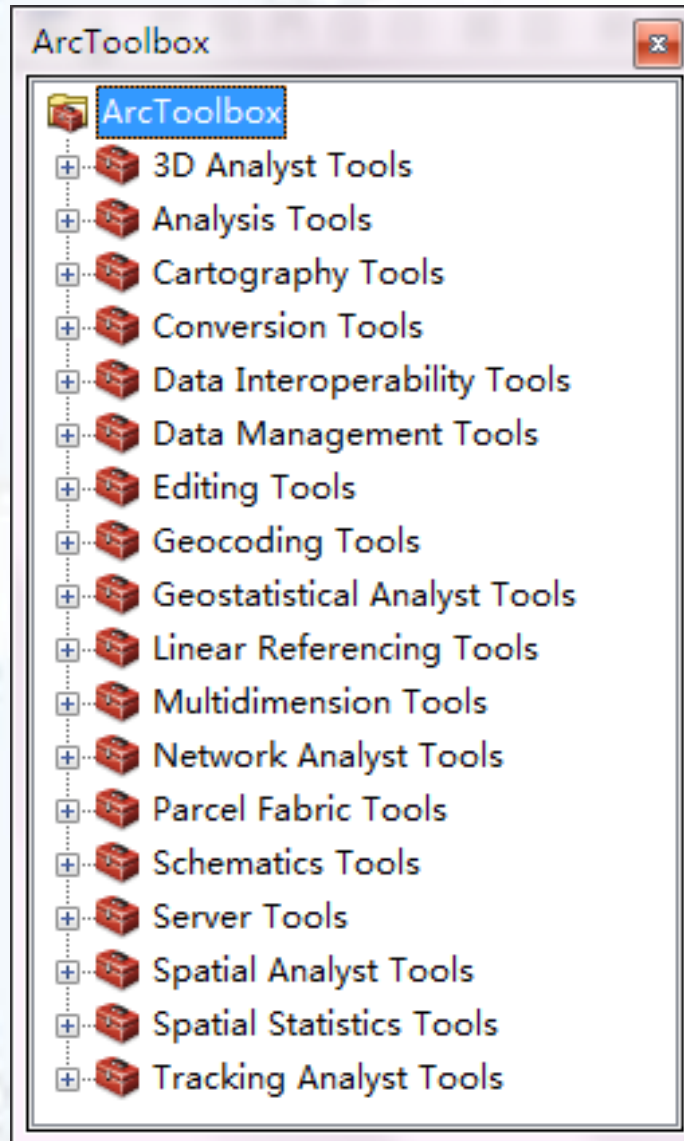
# Interface ArcCatalog



# Interface ArcMap



# *Caja de herramientas*

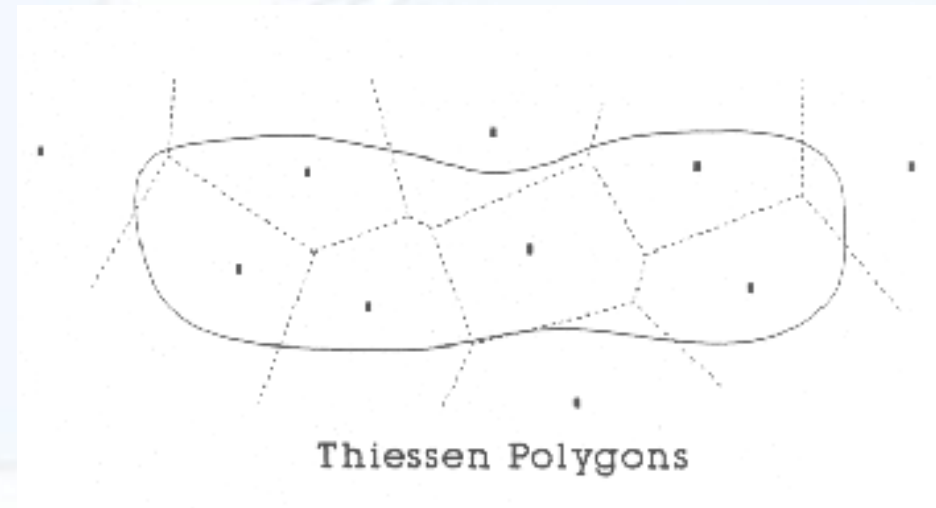
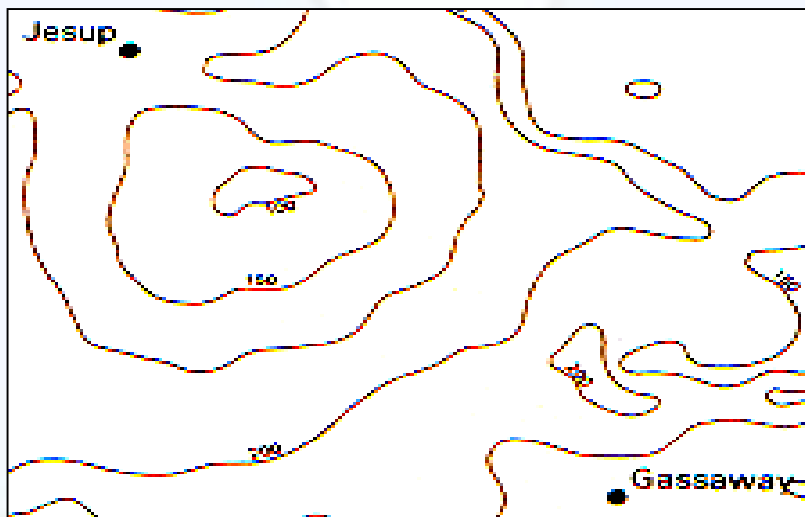


# Modelo Digital del Terreno



Un **modelo digital** de elevaciones es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno.

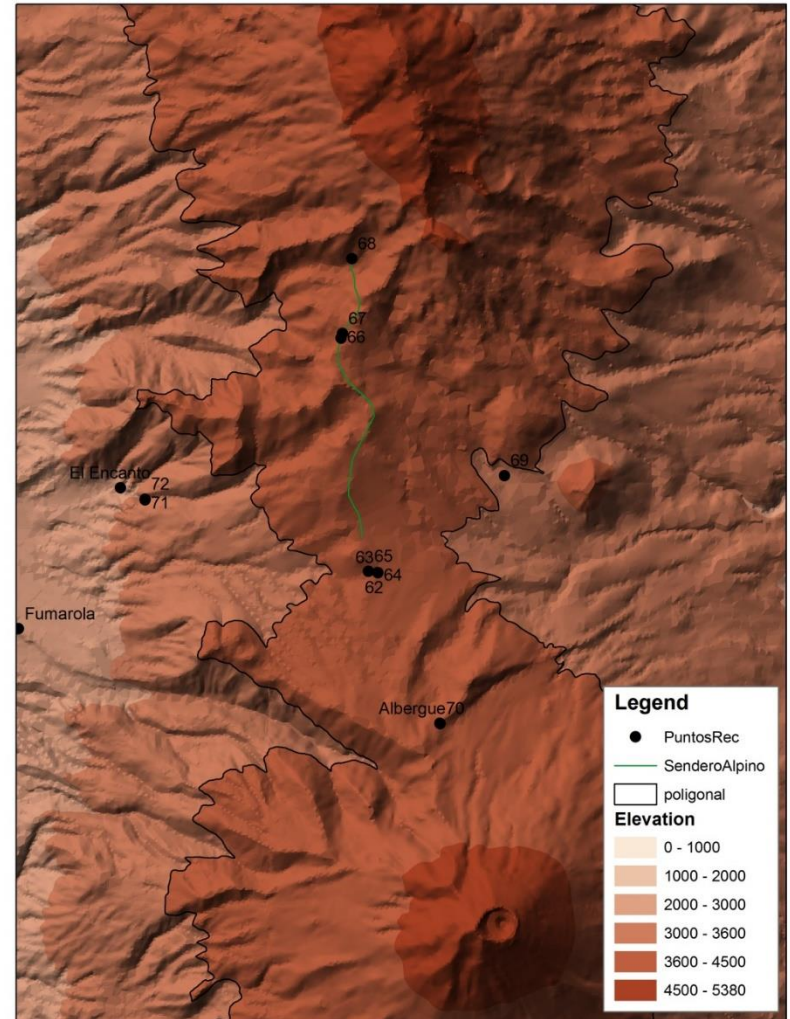
## Estructuras vectoriales

- ✓ **Contornos o isohipsas**: polilíneas de altitud constante más puntos acotados
- ✓ **TIN**: (*triangulated irregular network*) red de triángulos irregulares adosados



# Modelo Digital del Terreno

- 1) Exportar de AutoCAD las curvas de nivel (\*.dwg) en un solo layer, con alturas (z).
2. ArcMAP: Importar las curvas:
  - a) Convertir a Shapefile el layer de curvas de nivel
  - b) En ArcTOOLS   
3D Analyst   
Data Management
    - TIN
    - Create TIN
  - c) Definir los rangos de Altitud



# *Transformar TIN a Raster*

1. Generar un TIN

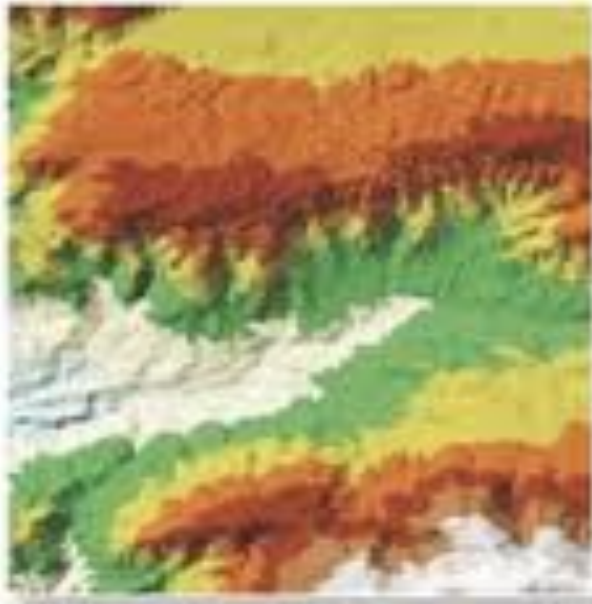
2. Convertir a GRID:

3D Analyst ↩

Conversion ↩

From TIN ↩

TIN to Raster



**INPUT**

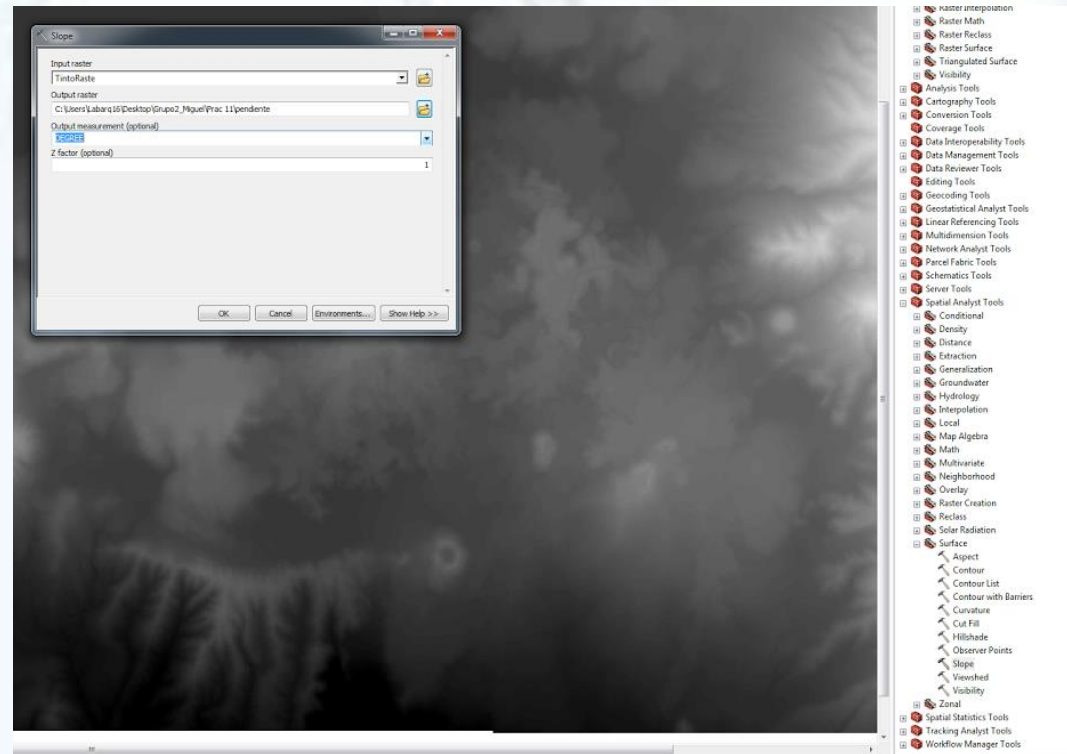


**OUTPUT**

# Mapas temáticos derivados del Raster

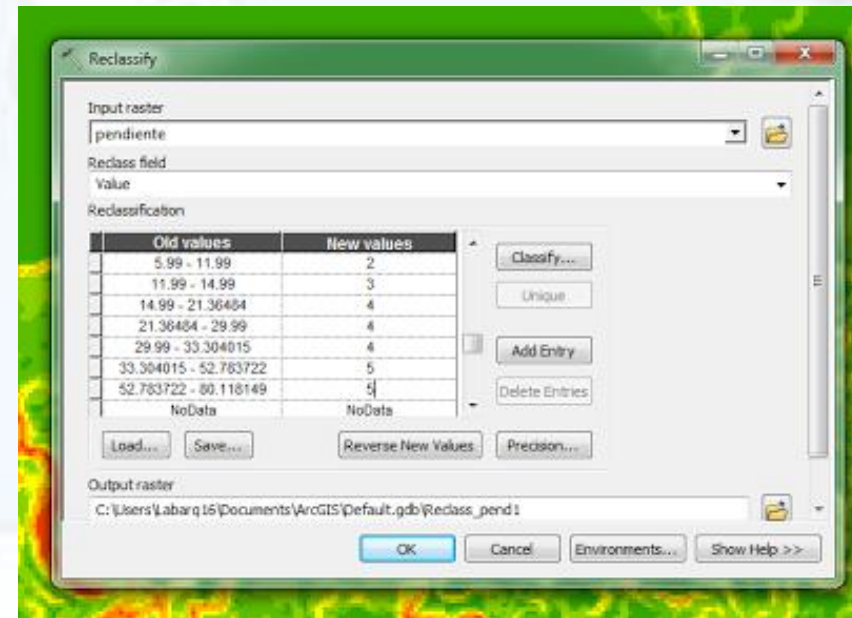
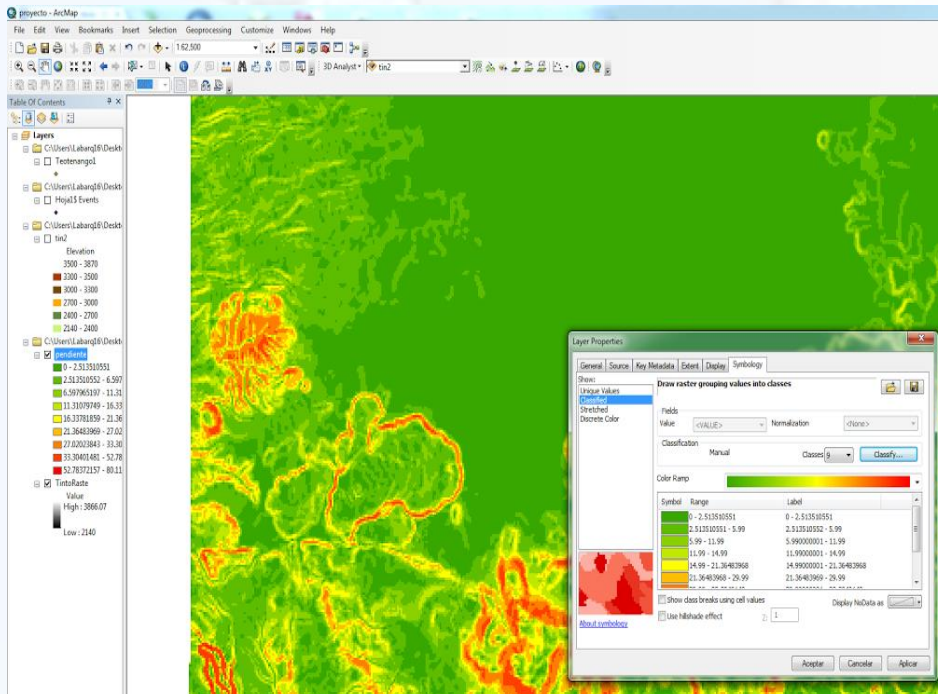
## Pendientes

Spatial Analyst Tools ↩  
Surface  
Slope



# Mapas temáticos derivados del Raster Pendientes

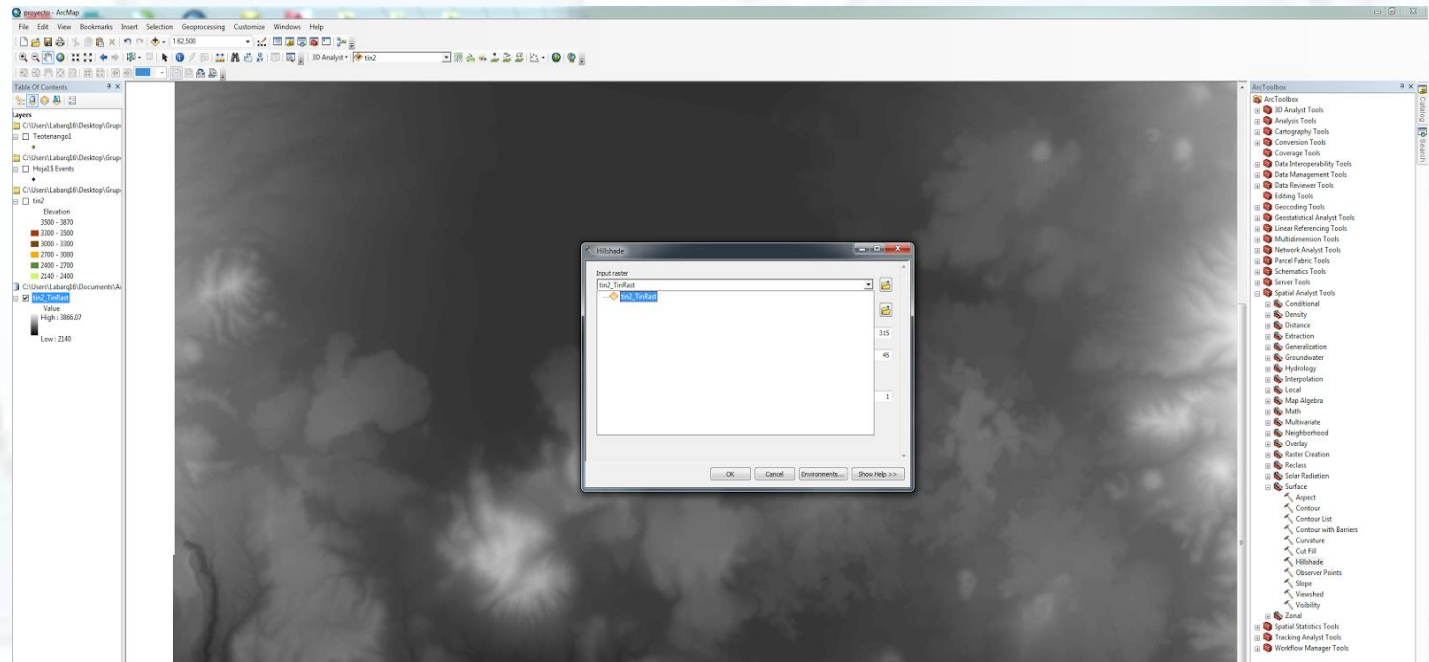
**Reclasificar las pendientes:** Está en función de las necesidades del usuario y del estudio



# Mapas temáticos derivados del Raster

## Sombreado plástico

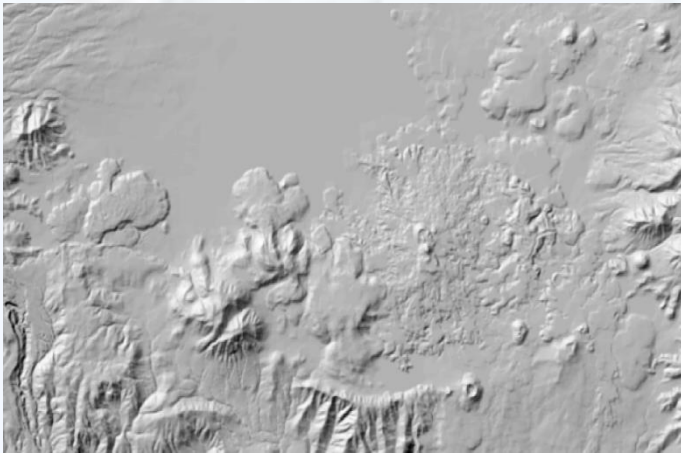
Spatial Analyst Tools ↵  
surface ↵  
Hill shade



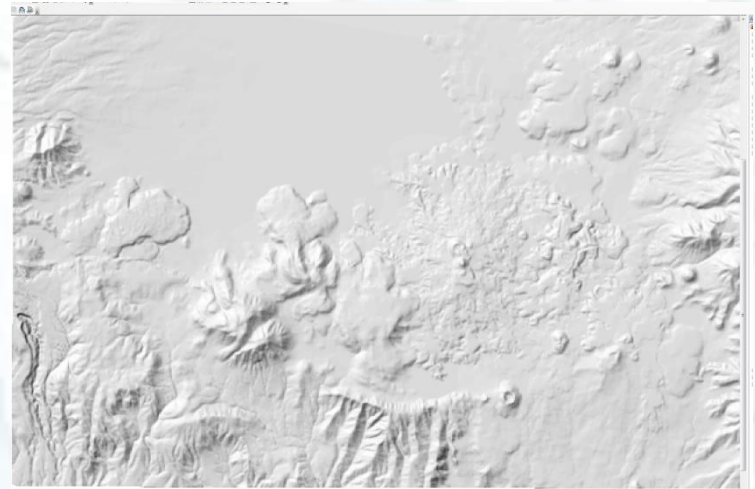
# *Mapas temáticos derivados del Raster*

## *Sombreado plástico*

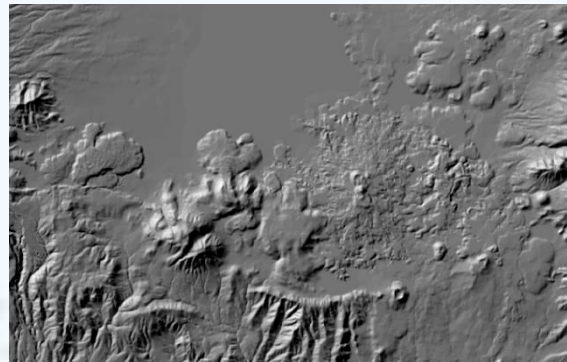
Es posible elegir diferentes ángulos de visión para resaltar algunos elementos importantes para el usuario



Altitud 45°



Altitud 60°



Altitud 25°

# Mapas temáticos derivados del Raster

## Cuenca visual

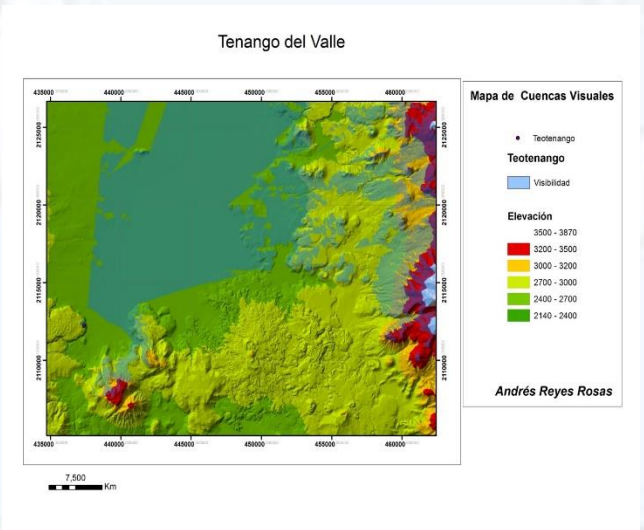
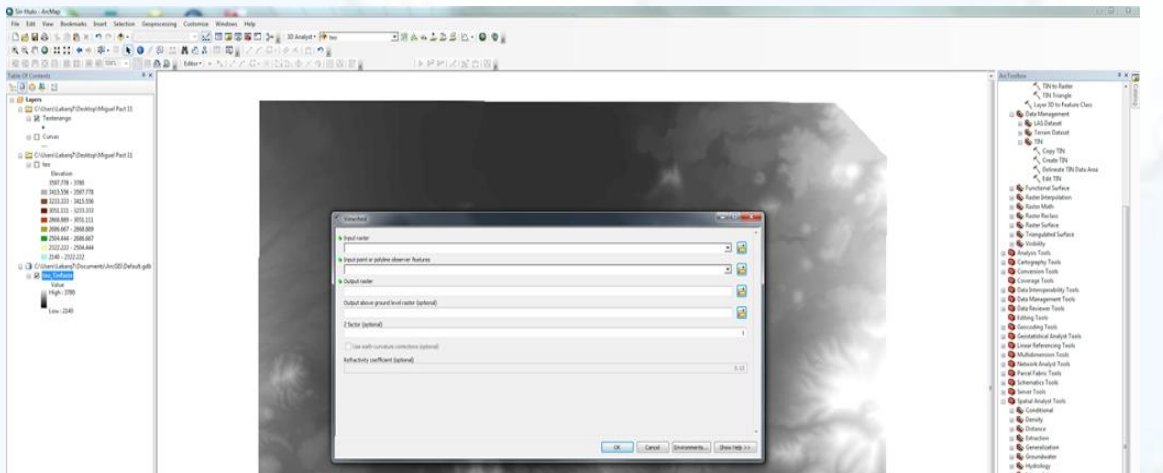
En un archivo de Excel capturar los puntos de observación

Sitio XmE YmN

Importar el archivo de Excel y transformarlo a Shapefile.

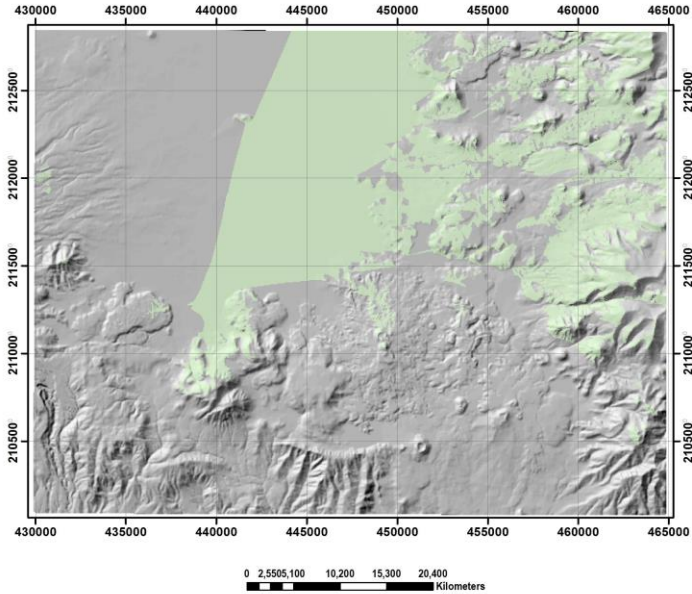
Crear las cuencas visuales:

Spatial Analyst Tools ← Surface ← Viewshed



# Cuenca visual

Es posible utilizar alguno de los fondos derivados del raster, por ejemplo el sombreado plástico, o el propio raster

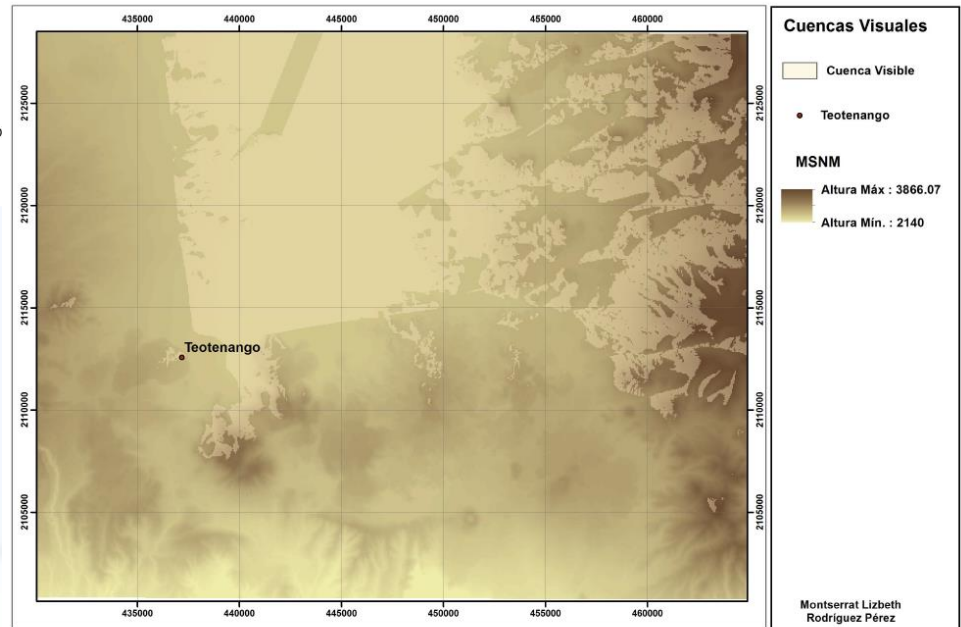


**SIMBOLOGIA**  
**CUENCAS VISUAL**

- Visible

**SOMBREADADO**  
**AZIMUC: 315**  
**ALTURA: 45**

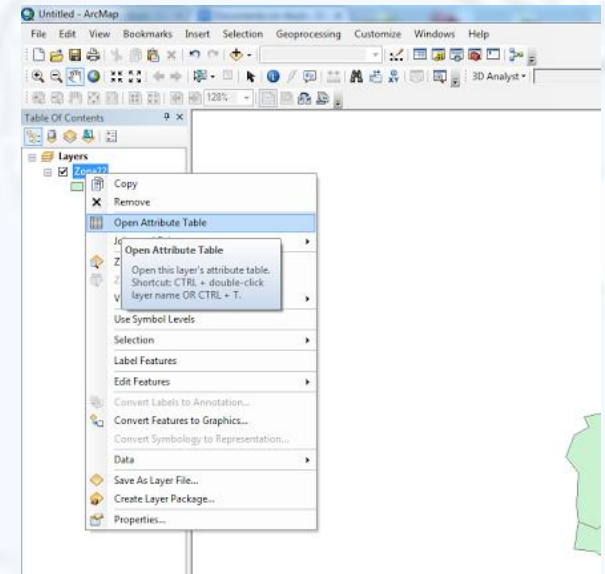
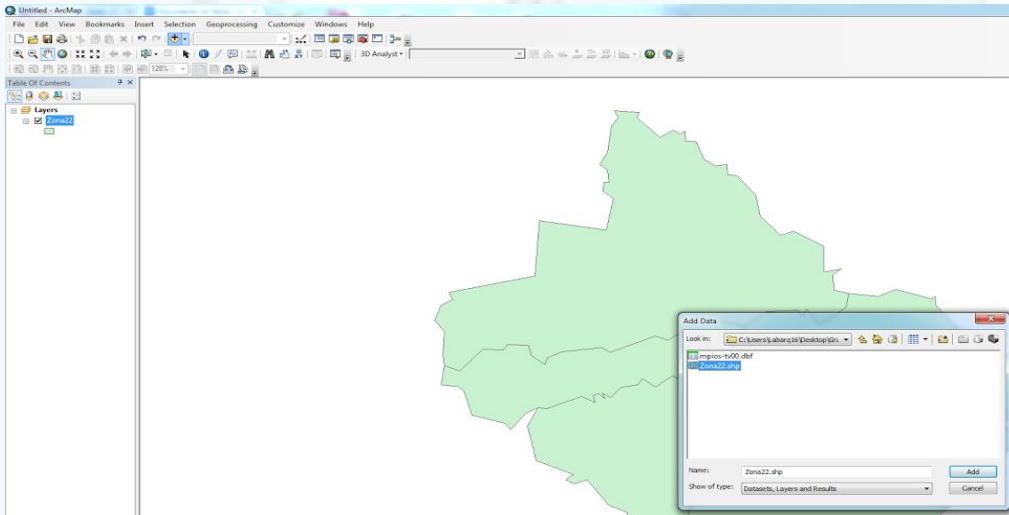
ELABORAD



# Unión de tablas

Tabla asociada al espacio geográfico y otra con información alfanumérica

1. Ambas tablas deben tener un campo común (Columna del mismo nombre en ambos archivos)
2. Cargar primero el archivo geográfico y abrir la tabla de tributos.



# Unión de tablas

3. Adicionar la tabla con información alfanumérica
4. Sobre el archivo shape, **clic derecho** elegir la opción join and relates ↩ join
5. Seleccionar el campo común (para el ejemplo CVE\_MUN)
6. Seleccionar el nombre de la tabla que se va a unir, seleccionar el campo común.

Join Data

Join lets you append additional data to this layer's attribute table so you can, for example, symbolize the layer's features using this data.

What do you want to join to this layer?

Join attributes from a table

1. Choose the field in this layer that the join will be based on:

CVE\_MUN

2. Choose the table to join to this layer, or load the table from disk:

Show the attribute tables of layers in the list

3. Choose the field in the table to base the join on:

Join Options

Keep all records  
All records in the target table are shown in the resulting table. Unmatched records will contain null values for all fields being appended into the target table from the join table.

Keep only matching records  
If a record in the target table doesn't have a match in the join table, that record is removed from the resulting target table.

Validate Join

About joining data

OK Cancel

FID	Shape	ZONA22_ID	AREA	PERIMETER	CVE_MUN
0	Polygon	1	20213114.396	18082.588	104
1	Polygon	2	87377652.09	50687.535	013
2	Polygon	3	141524118.45	59684.036	037
3	Polygon	4	152855678.519	70745.371	057
4	Polygon	5	69406010.772	53723.388	038
5	Polygon	6	117371255.906	57478.603	046
6	Polygon	7	51724232.563	44038.184	104
7	Polygon	8	221891779.227	85696.476	060

Join Data

Join lets you append additional data to this layer's attribute table so you can, for example, symbolize the layer's features using this data.

What do you want to join to this layer?

Join attributes from a table

1. Choose the field in this layer that the join will be based on:

CVE\_MUN

2. Choose the table to join to this layer, or load the table from disk:

mpios-r00

Show the attribute tables of layers in the list

3. Choose the field in the table to base the join on:

CVE\_MUN

Join Options

Keep all records  
All records in the target table are shown in the resulting table. Unmatched records will contain null values for all fields being appended into the target table from the join table.

Keep only matching records  
If a record in the target table doesn't have a match in the join table, that record is removed from the resulting target table.

Validate Join

About joining data

OK Cancel

FID	Shape	ZONA22_ID	AREA	PERIMETER	CVE_MUN
0	Polygon	1	20213114.396	18082.588	104
1	Polygon	2	87377652.09	50687.535	013
2	Polygon	3	141524118.45	59684.036	037
3	Polygon	4	152855678.519	70745.371	057
4	Polygon	5	69406010.772	53723.388	038
5	Polygon	6	117371255.906	57478.603	046
6	Polygon	7	51724232.563	44038.184	104
7	Polygon	8	221891779.227	85696.476	060

# Unión de tablas

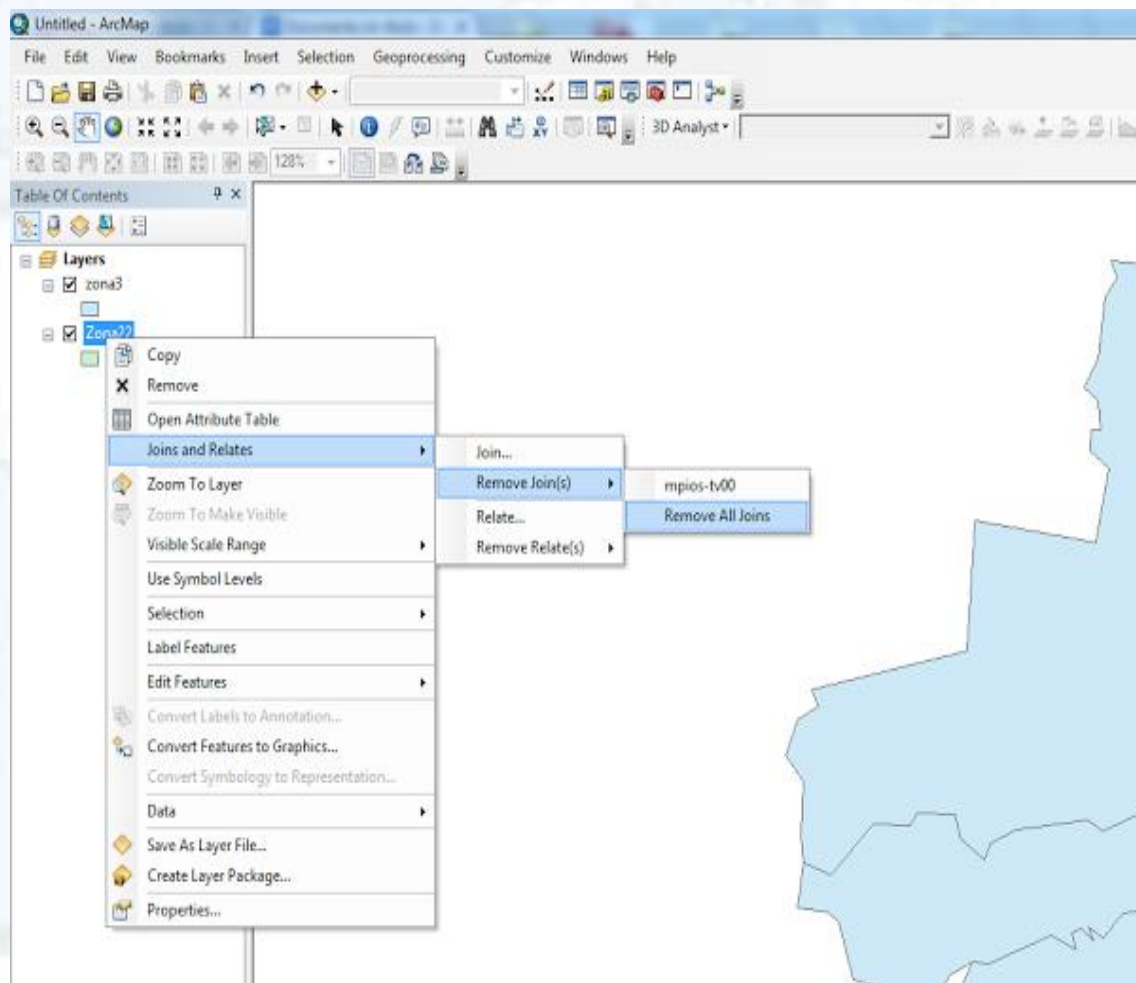
7. Botón derecho sobre el archivo shape, clic derecho data  
export data  
dar el nuevo nombre

The screenshot shows a GIS software interface with a data table and a 'Saving Data' dialog box. The data table has the following columns: REA, ENT\_MUN, CVE\_ENT, NOM\_ENT, CVE\_MUN \*, NOM\_MUN, POB00, POBMA5, POBFEM, POB0\_4, POBF15\_49, and PMA5C18. The dialog box is titled 'Saving Data' and shows the file path 'C:\Users\Labarq16\Desktop\Gr...'. The file list includes 'coordenadas.xlsx', 'coordenadas0.xlsx', 'curvas.shp', and 'Teotenango1.shp'. The 'Name' field is set to 'zona3.shp' and the 'Save as type' is set to 'Shapefile'.

REA	ENT_MUN	CVE_ENT	NOM_ENT	CVE_MUN *	NOM_MUN	POB00	POBMA5	POBFEM	POB0_4	POBF15_49	PMA5C18
12872.1131	15104	15	MEXICO	104	TLALINEPANTLA DE BAZ	721415	350158	371257	64392	206821	22175
170656.389	15013	15	MEXICO	013	ATIZAPAN DE ZARAGOZA	467886	228606	239280	44475	136008	13482
11661.7599	15037	15	MEXICO	037	HUICQUILICAN	193468	91963	101505	19391	57553	5278
3279.1534	15067	15	MEXICO	067	NAUCALPAN DE JUAREZ	858711	416041	442670	85383	247573	25639
106037.388	15038	15	MEXICO	038	ISIDRO FABELA	8168	4074	4094	923	2013	218
15153.1695	15046	15	MEXICO	046	JILOTZINGO	15086	7472	7614	1514	3739	400
12872.1131	15104	15	MEXICO			0158	371257	64392	206821	22175	
18185.5105	15060	15	MEXICO			0318	136228	28085	73930	7475	

# Unión de tablas

8. Remover las uniones del archivo original.



# Limpieza de tablas

- Abrir la tabla de atributos
- Activar la edición
- Borrar los campos que se repiten

The screenshot shows the ArcGIS interface with a table of attributes for a layer named 'zona3'. The table contains 8 rows of data. A context menu is open over the table, and the 'Delete Field' option is selected. A tooltip explains that this command permanently deletes a field from the table.

FID	Shape	ZONA22_ID	AREA	PERIMETER	CVE_MUN	CVE_ENT	NOM_ENT	CVE_MUN_1	NOM_MUN	PO900	POBMAS	PO
0	Polygon	1	20213114.306	18082.588	104	5	MEXICO	104	TLALNEPANTLA DE BAZ	721415	350158	3
1	Polygon	2	87377652.09	50687.535	013	5	MEXICO	013	ATIZAPAN DE ZARAGOZA	467886	228606	2
2	Polygon	3	141524118.45	59684.936	037	5	MEXICO	037	HUICOUJUCAN	193468	91963	1
3	Polygon	4	152855678.519	70745.371	057	5	MEXICO	057	NAUCALPAN DE JUAREZ	858711	416841	4
4	Polygon	5	89406010.772	53723.388	038	5	MEXICO	038	ESERO FABELA	8168	4074	
5	Polygon	6	117371255.906	57478.603	046	5	MEXICO	046	JLOTZNIGO	15286	7472	
6	Polygon	7	51724232.563	44038.184	104	5	MEXICO	104	TLALNEPANTLA DE BAZ	721415	350158	3
7	Polygon	8	221891779.227	85606.478	060	5	MEXICO	060	NICOLAS ROMERO	289546	133318	1

Permanently deletes this field from the table. This command is disabled if you are currently editing this table or editing data that resides in the same geodatabase or folder. It is also disabled if write access can't be established to the geodatabase or folder the data resides in.

# *Crear campos nuevos en una tabla*

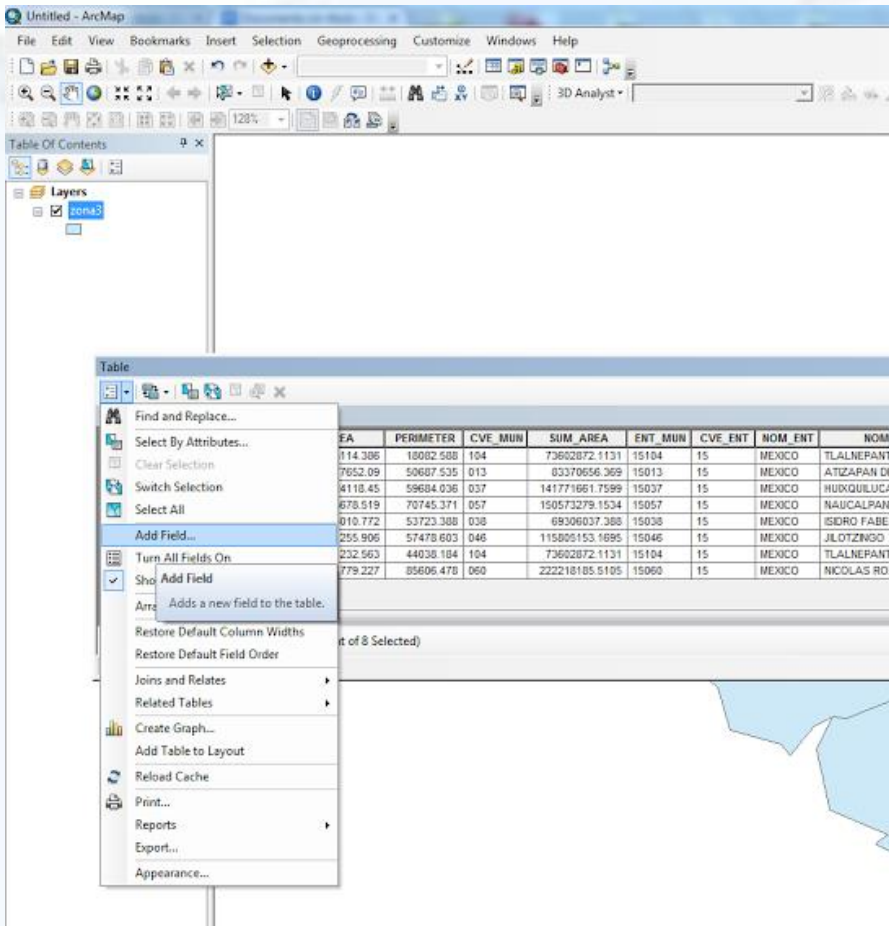
## *Tipos de campos:*

- 1) Short Integer (entero corto, hasta 4 cifras)
- 2) Long Integer (entero hasta 9 cifras)
- 3) Text
- 4) Date
- 5) Double (no enteros)
- 6) Float (no enteros)

Escala: Numero de cifras a la izquierda de la coma

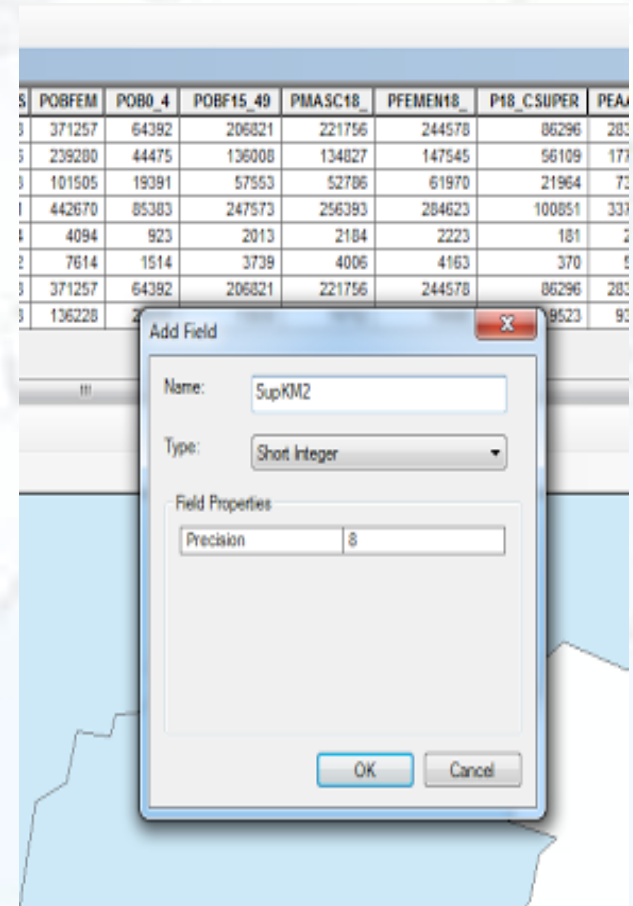
Precisión: Número total de cifras

# Crear campos nuevos en una tabla



The screenshot shows the ArcMap interface with a table window open. The 'Add Field...' option is highlighted in the context menu. The table contains the following data:

EA	PERIMETER	CVE_MUN	SUM_AREA	ENT_MUN	CVE_ENT	NOM_ENT	NOM_MUN
114.386	16002.588	104	73602872.1131	15104	15	MEXICO	TLALNEPANTL
7652.09	50607.535	013	83370656.369	15013	15	MEXICO	ATIZAPAN DE J
4118.45	59684.036	037	141771661.7599	15037	15	MEXICO	HUICQUILUCAN
678.519	70745.371	057	150573279.1534	15057	15	MEXICO	NAUCALPAN D
010.772	53723.388	038	69306037.388	15038	15	MEXICO	ISIROG FABELA
255.906	57478.603	046	115805153.1695	15046	15	MEXICO	JILDTZINGO
232.563	44038.184	104	73602872.1131	15104	15	MEXICO	TLALNEPANTL
779.227	85606.478	060	222218185.5105	15060	15	MEXICO	NICOLAS ROMI



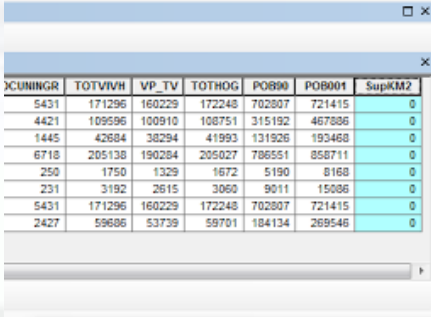
The 'Add Field' dialog box is shown with the following settings:

- Name: SupKM2
- Type: Short Integer
- Field Properties: Precision 8

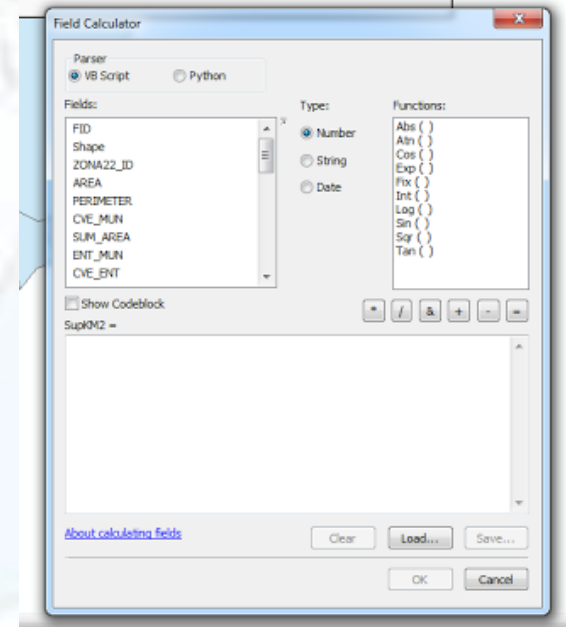
Buttons: OK, Cancel

# Calcular campos en una tabla

Cuando se crea un campo es posible llenar ese campo realizando cálculos aritméticos  
Clic derecho sobre el campo seleccionado  
Crear la operación.



CUMINGR	TOTVIVH	VP_TV	TOTHOQ	POB90	POB001	SupKM2
5431	171296	160229	172248	702807	721415	0
4421	109596	100910	108751	315192	467886	0
1445	42684	38294	41993	131926	193468	0
6718	205138	190284	205027	786551	858711	0
250	1750	1329	1672	5190	8168	0
231	3192	2615	3060	9011	15086	0
5431	171296	160229	172248	702807	721415	0
2427	59686	53739	59701	184134	269546	0



# *Crear mapas coroplético*

## **Mapa coroplético**

- Utilizan un color graduado de manera que la intensidad del color refleja la intensidad de la variable en el mapa
- Los datos son derivados
- Los datos se organizan en clases
- Todos los datos deben estar incluidos en uno de las categorías, pero no pueden repetirse en distintas.
- Si no existe valor para alguna de las áreas geográficas se utiliza un color distinto (como el gris) y se especifica en la leyenda.

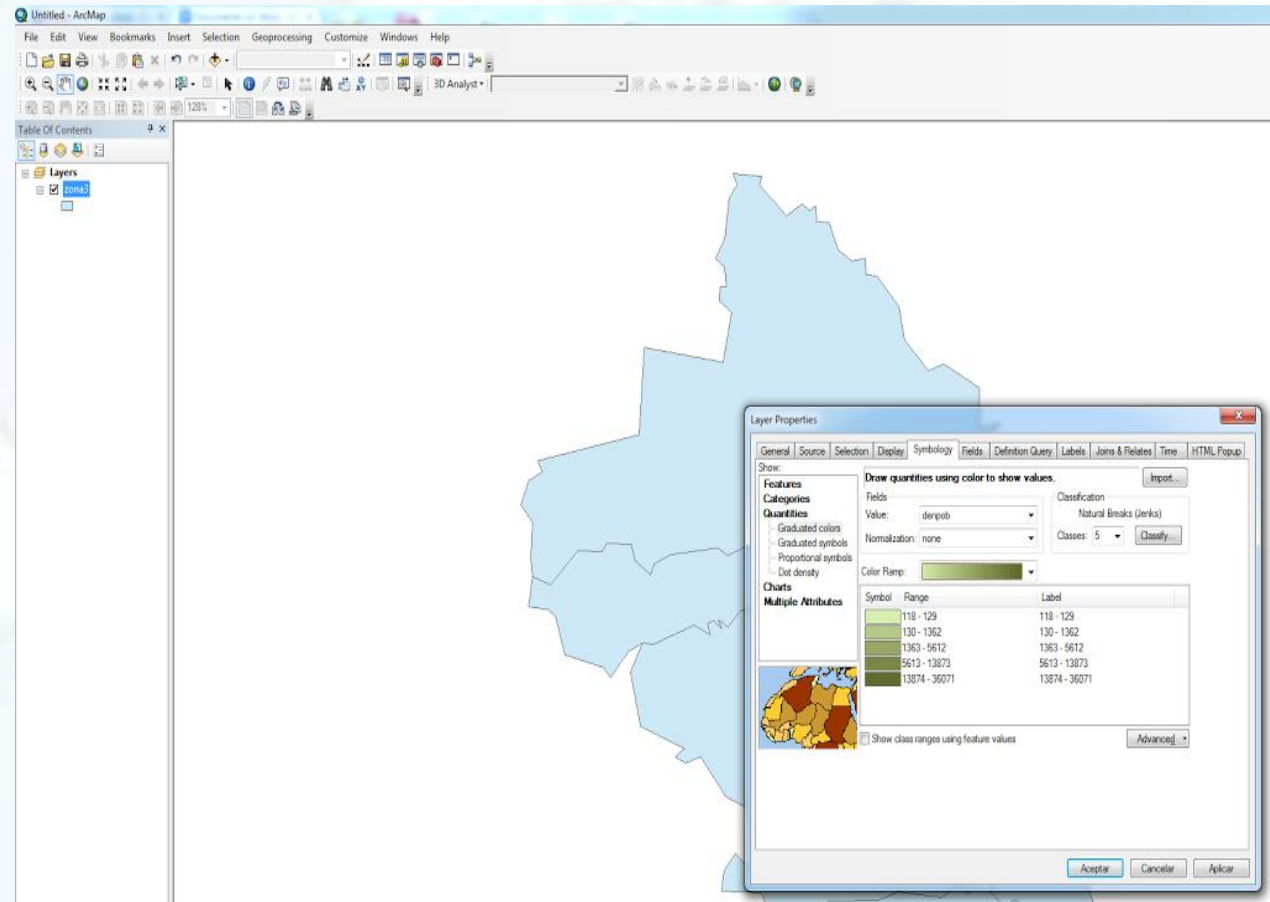
# Crear mapas coroplético

Doble clic sobre el mapa para activar las opciones de Properties

Simbology

Cuantities

Elegir una gama de color

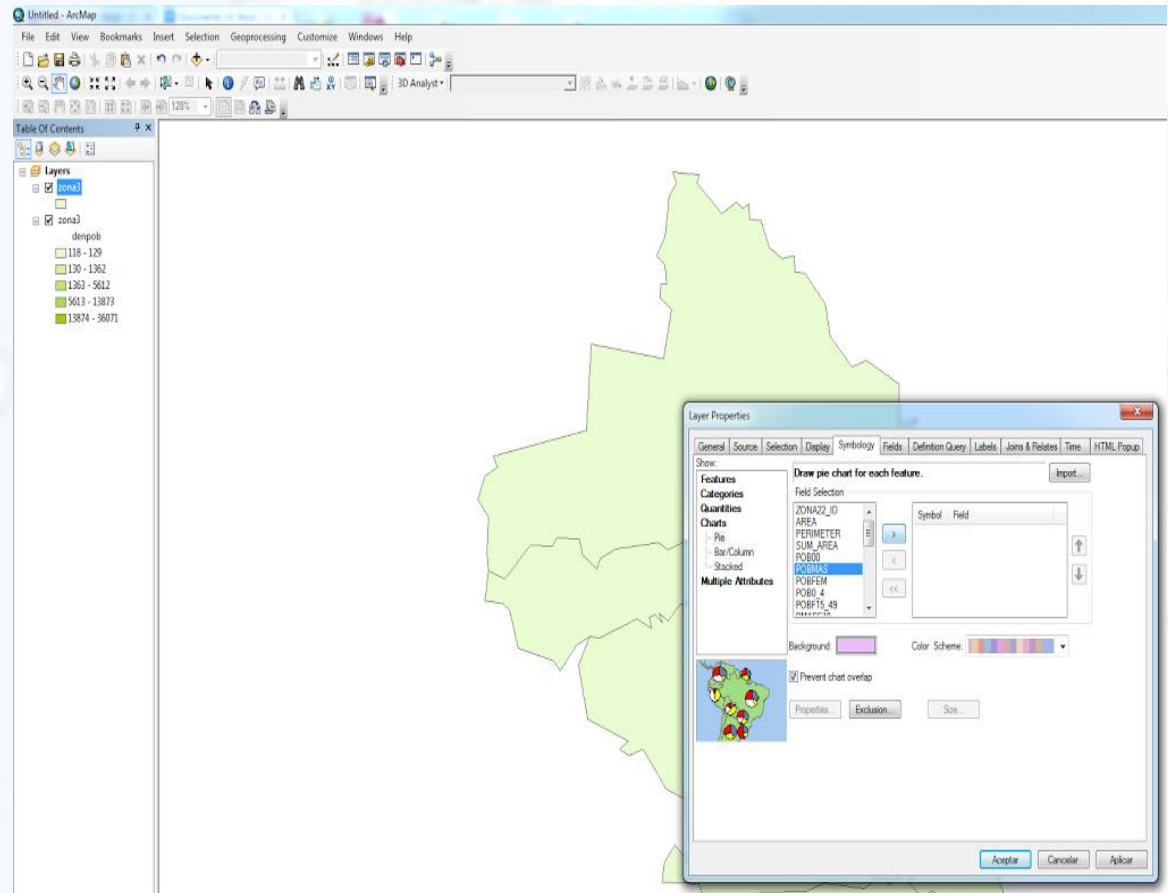


## *Crear mapas de cartodiagramas*

Es uno de los métodos de representación de mayor uso, dadas sus capacidades de representar numerosos indicadores relacionados entre sí, en una sólo figura, muestran una relación **cuantitativa** de los fenómenos representados, relacionándolos espacialmente y la superficie de la figura puede ser proporcional al valor del fenómeno estudiado.

# Crear mapas de cartodiagramas

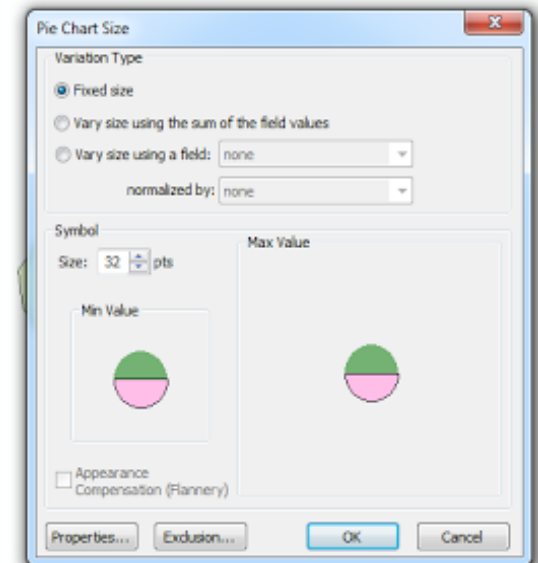
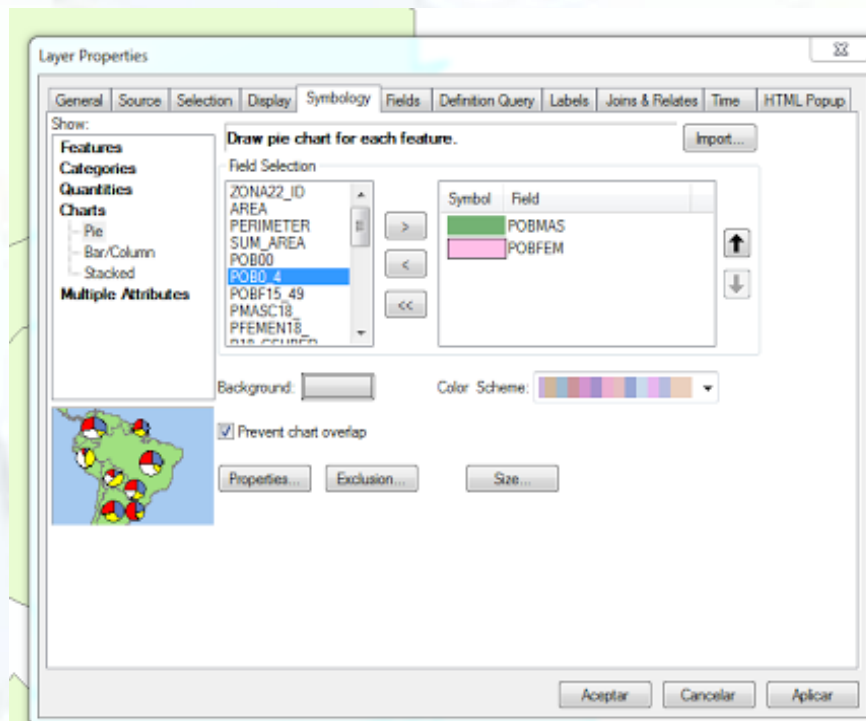
Entre las opciones que ofrece el ArcGIS se encuentra el de **símbolos proporcionales**, en la que varía el tamaño del gráfico en función de una variable específica



# Crear mapas de cartodiagramas

Se pueden incluir valores parciales de una misma variable:

- ✓ Hombre y mujeres,
- ✓ Población ocupada en actividades primarias, secundarias y terciarias

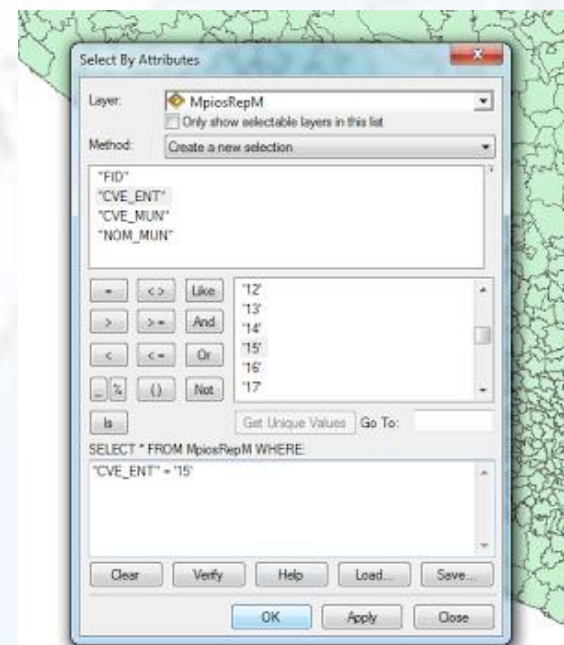
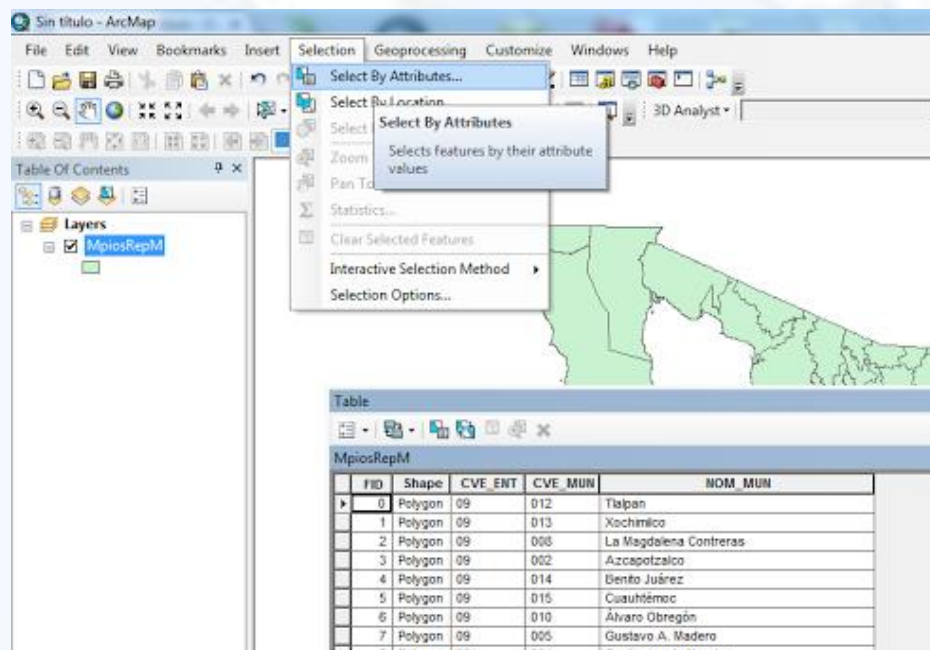


# Seleccionar entidades por atributos

Selection ↩

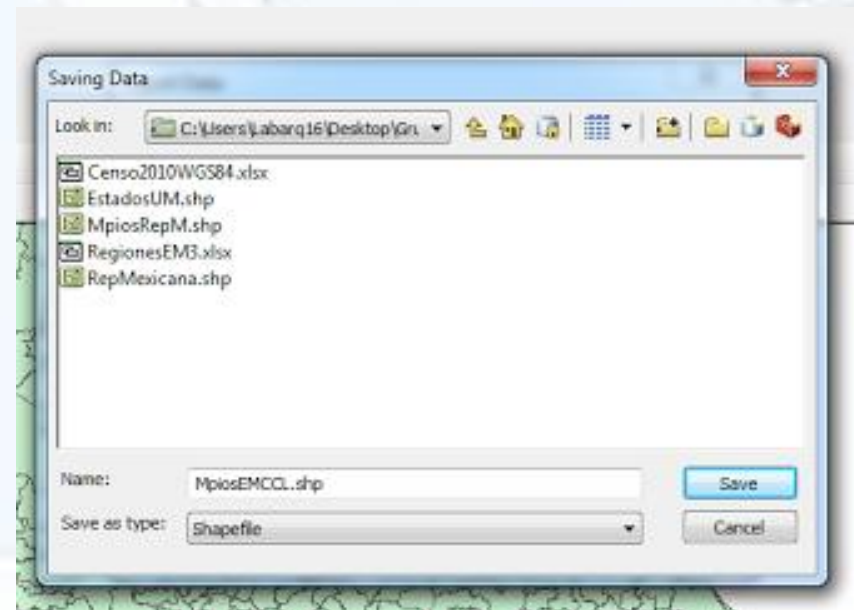
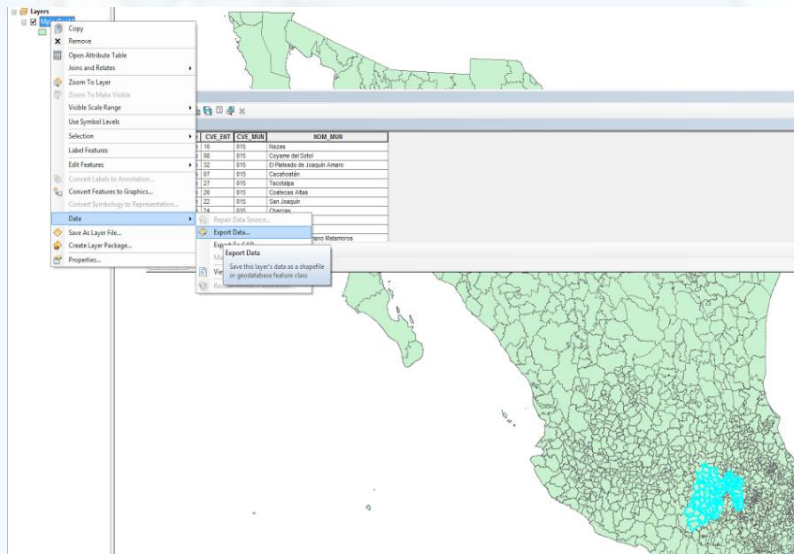
Select by attributes ↩

- Elegir el layer en el que se encuentra el campo a elegir
- Definir la variable



# Seleccionar entidades por atributos

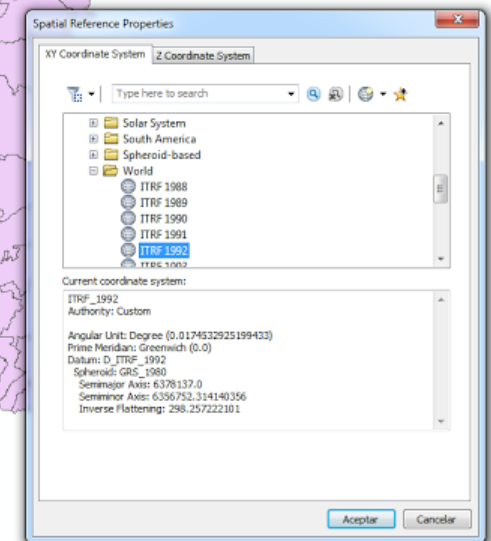
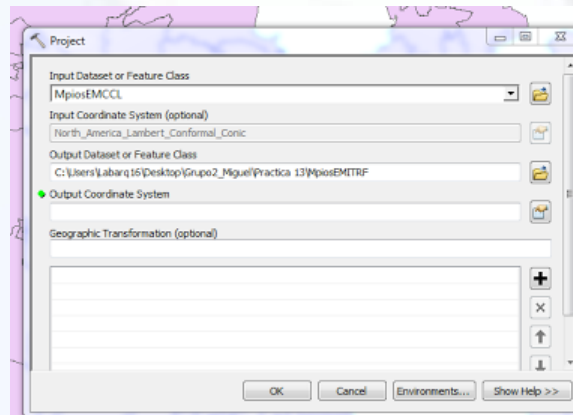
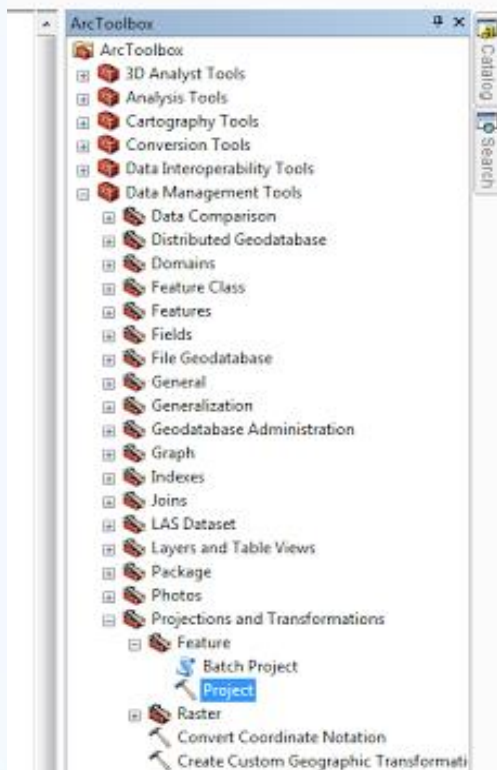
Guardar el mapa en el que se encontrarán solo los elementos seleccionados (elegir la opción features select)



# *Cambio de proyección*

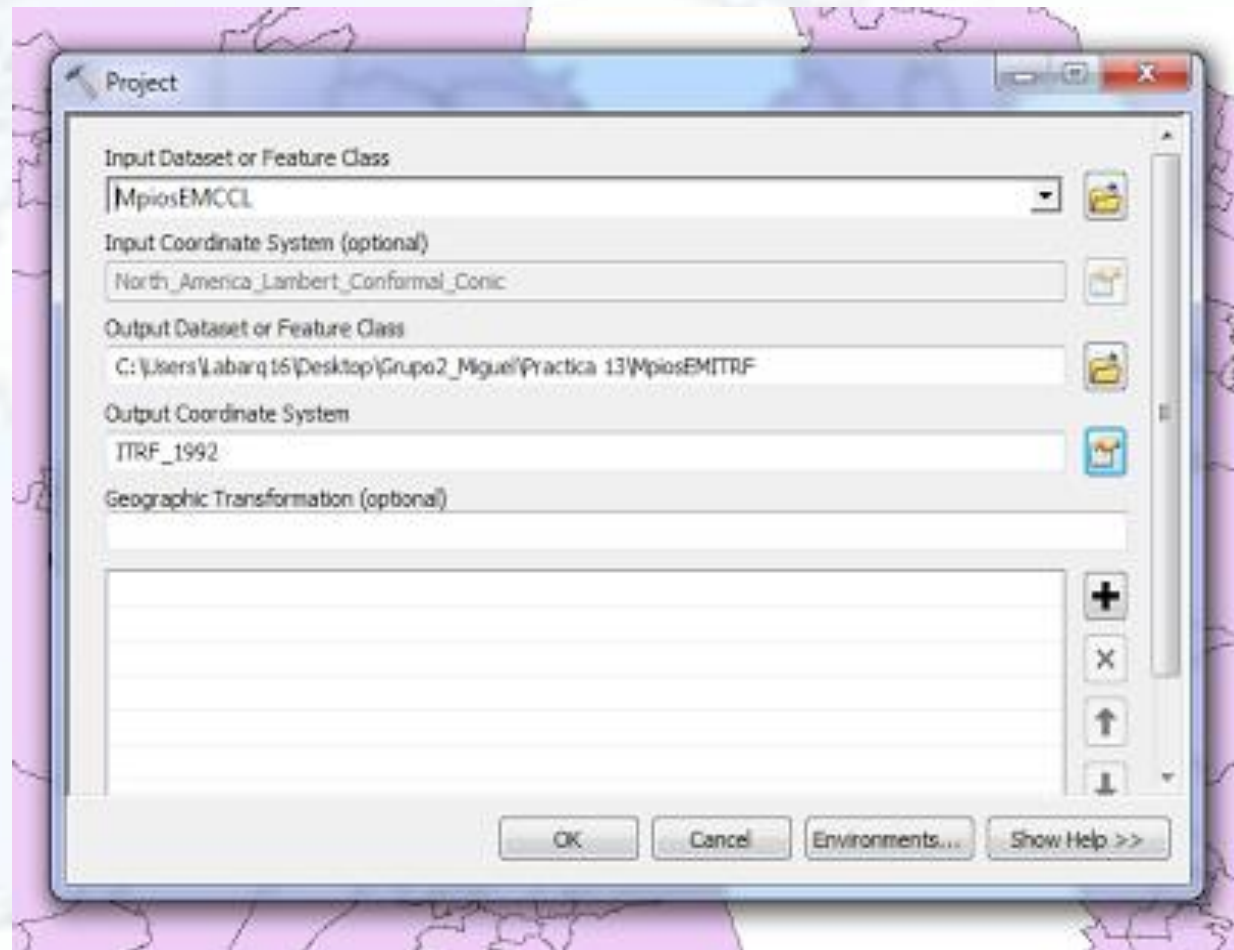
Se recomienda abrir un nuevo proyecto para no conflictuar los datos de proyecciones diferentes

Una vez abierto el archivo se procede a realizar el cambio



# *Cambio de proyección*

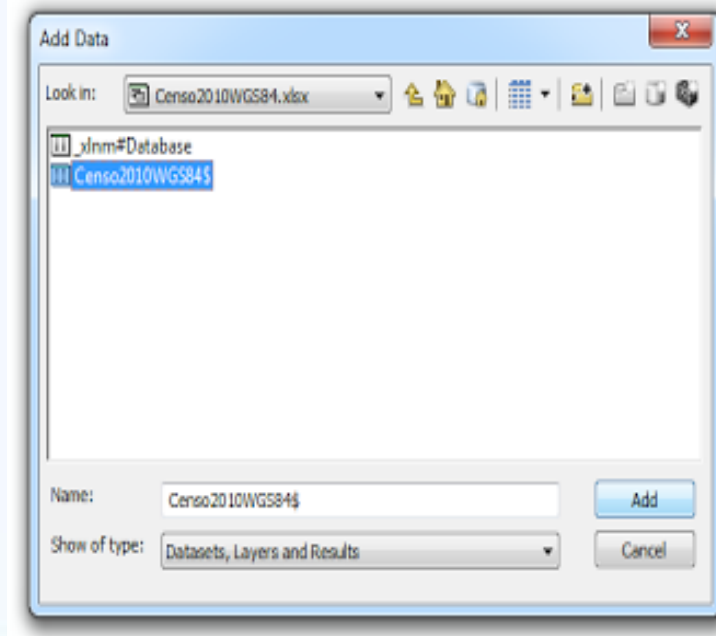
Se elige de una serie de opciones proporcionadas por el ArcGIS



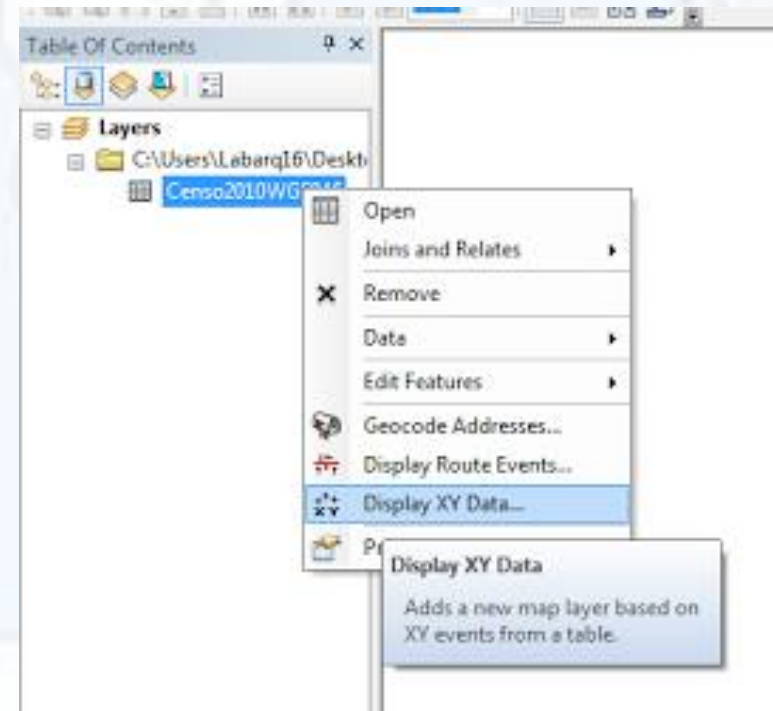
# Transformar datos alfanuméricos a espaciales

Es posible que de datos de localización (X,Y), integrados en una base de datos (hoja de Excel), se transformen en puntos sobre un mapa. Por ejemplo el censo de población por localidades.

- Adicionar la tabla de excel

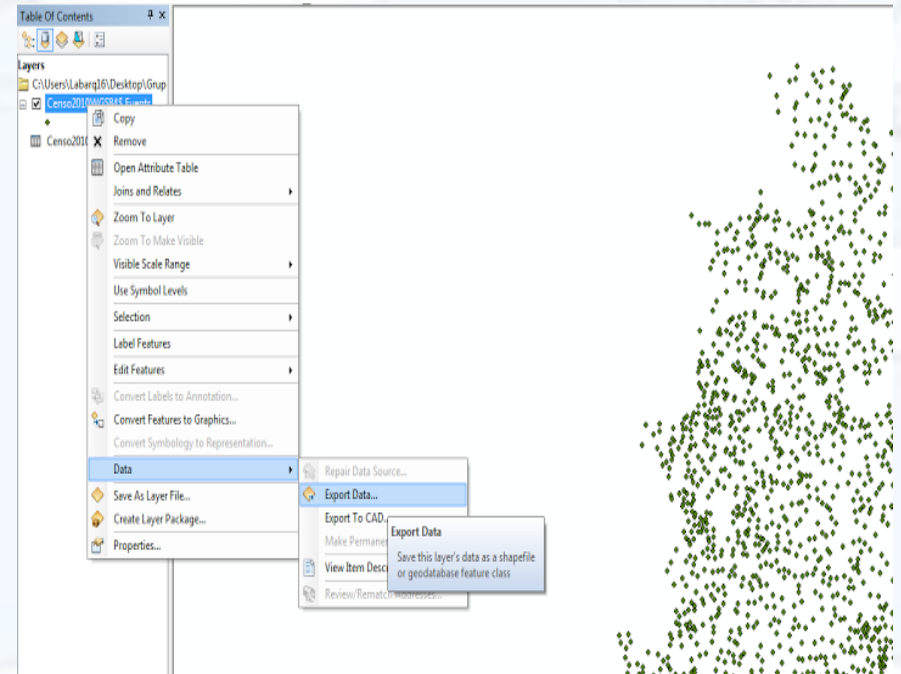
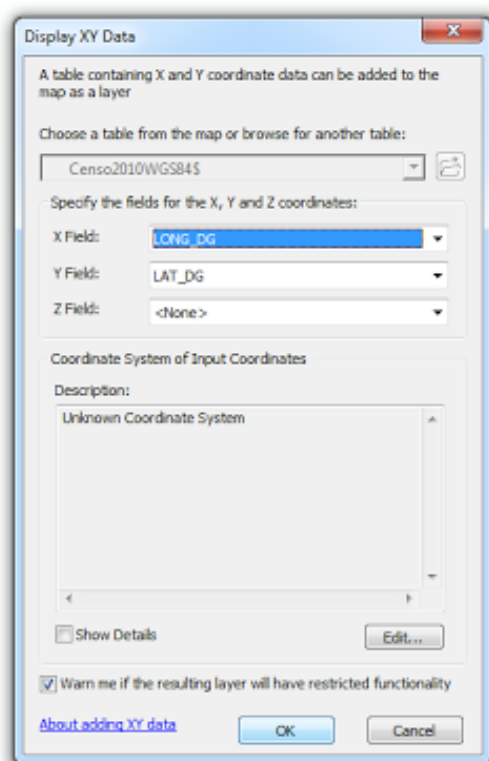


- Display XY Data



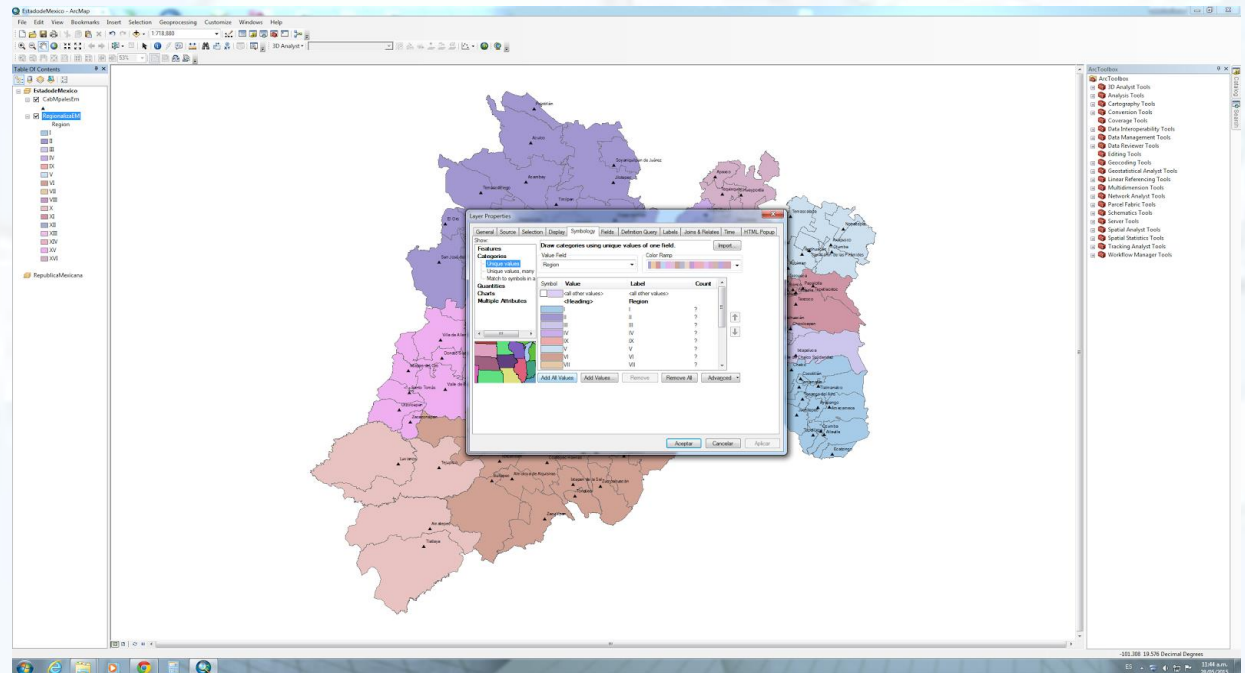
# Transformar datos alfanuméricos a espaciales

- Identificar los campos en los que se encuentran los datos de localización
- Guardar el archivo como shape ← Export Data



# Editar mapas (Layout)

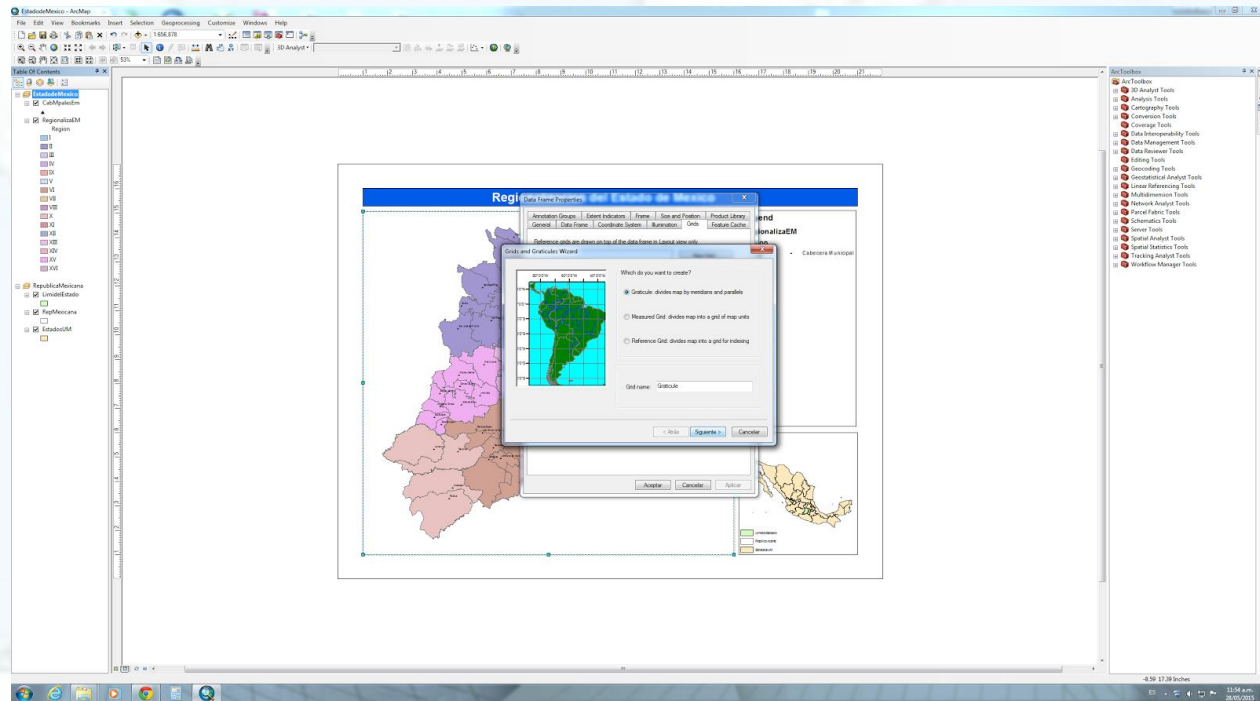
- Una vez que se han acomodados los datos en el espacio geográfico y los elementos que se desea que aparezcan en el mapa definitivo



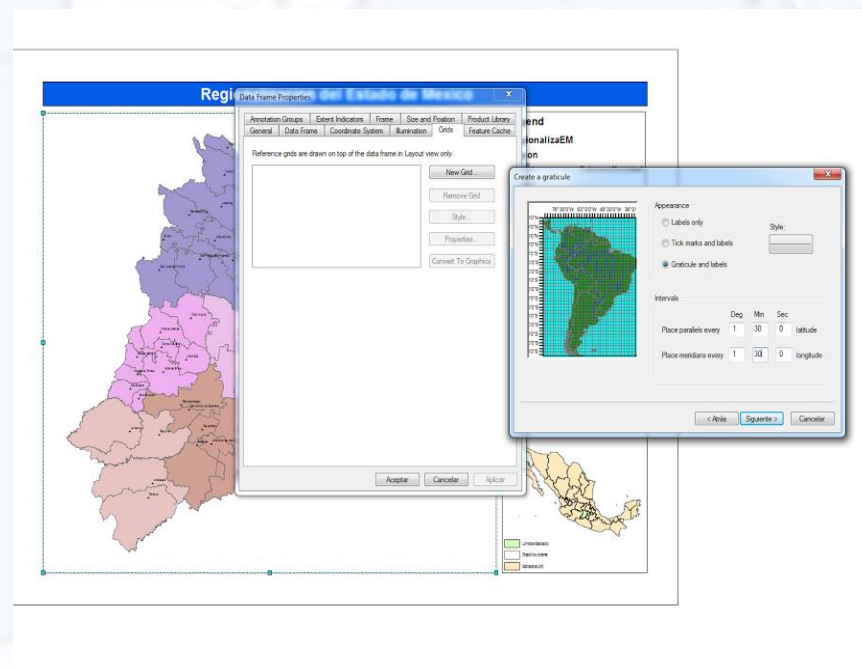
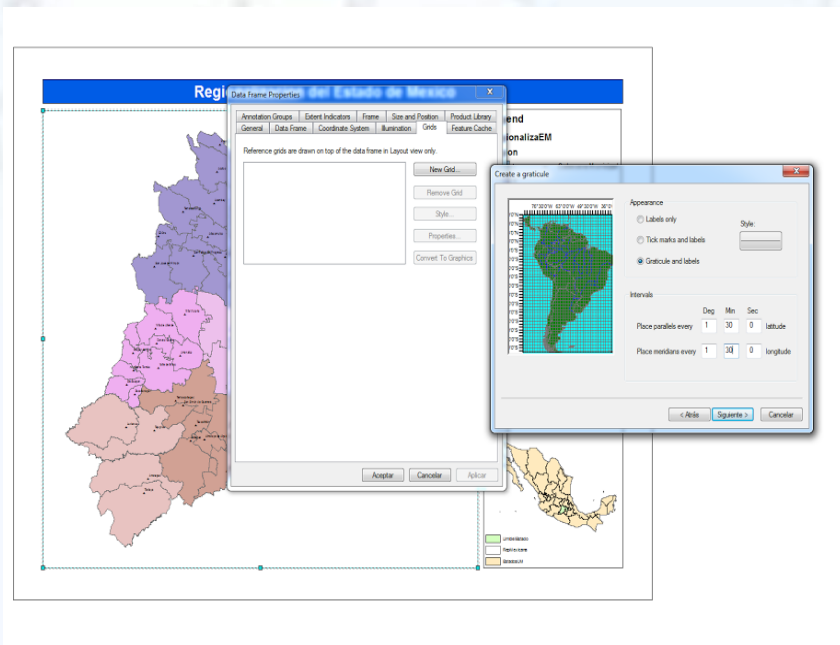
- Se elige el campo con base en el cual se hará la edición

# Editar mapas

- Es necesario para incluir el sistema de referencia, que el mapa tenga definida la proyección previamente
- Se elige el formato del **GRID** (coordenadas geográficas o de proyección) y se definen los parámetros (separación, formato de números, grosor de líneas)

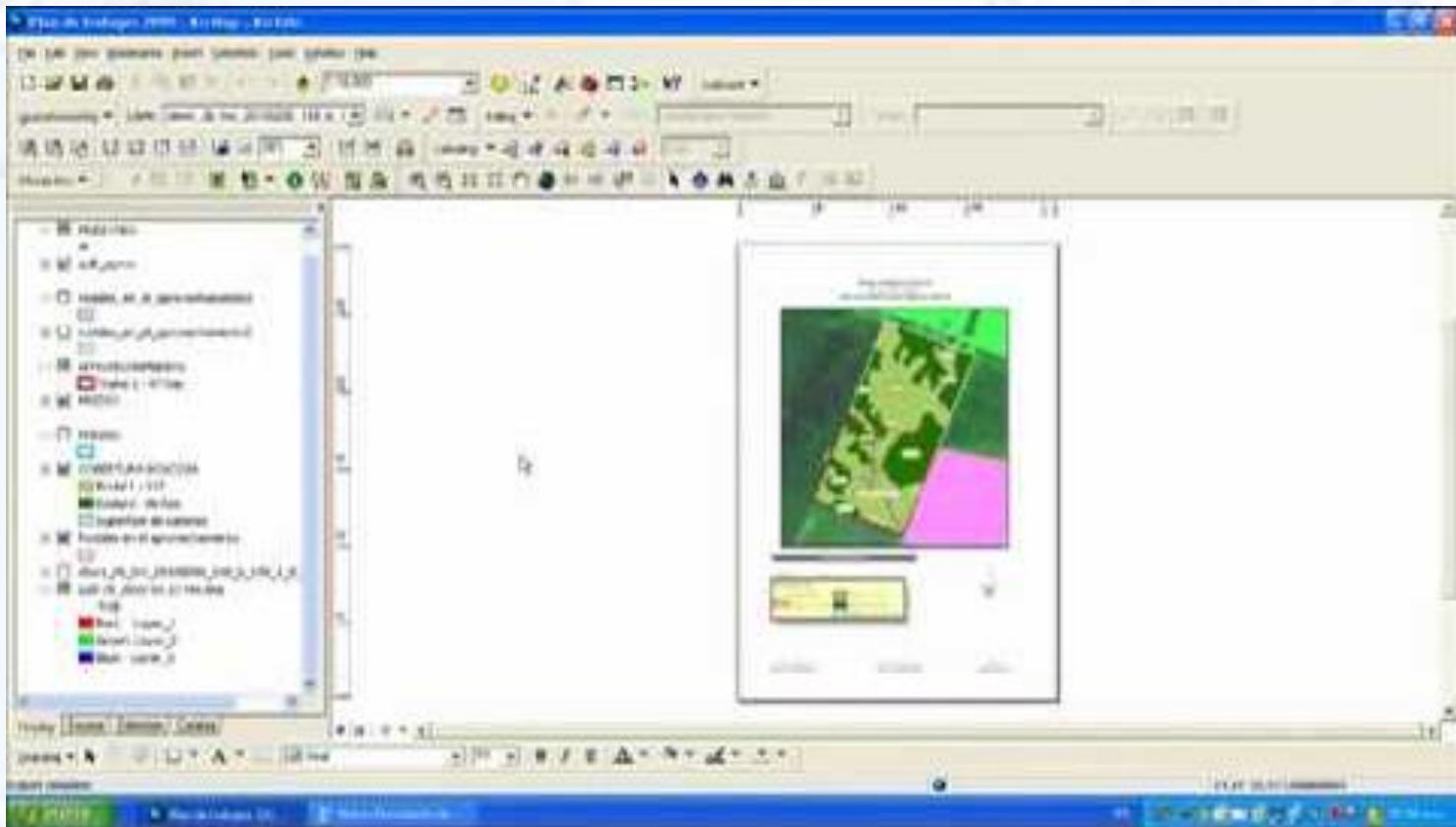


# Editar mapas



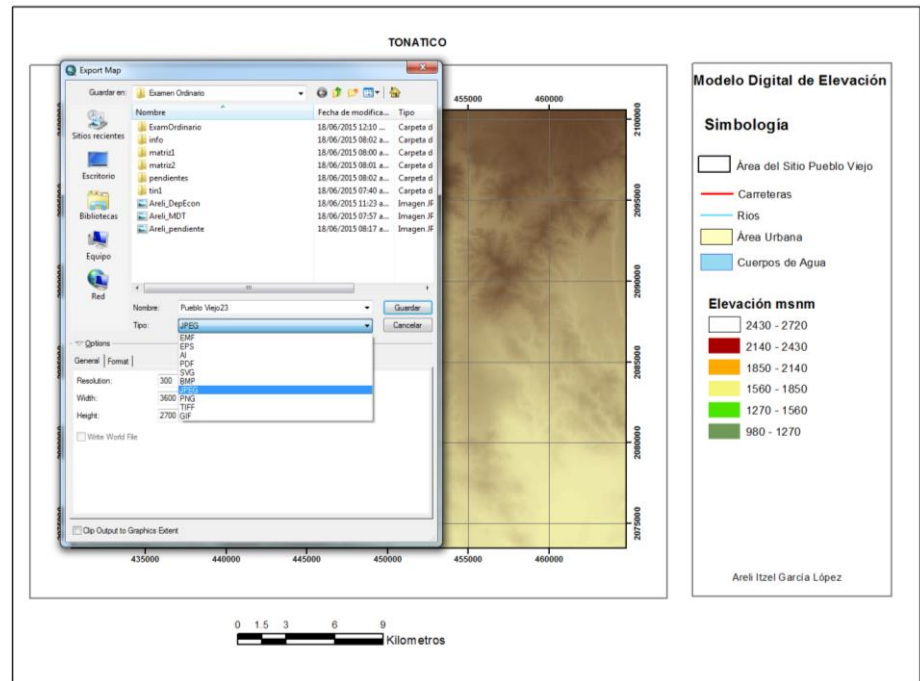
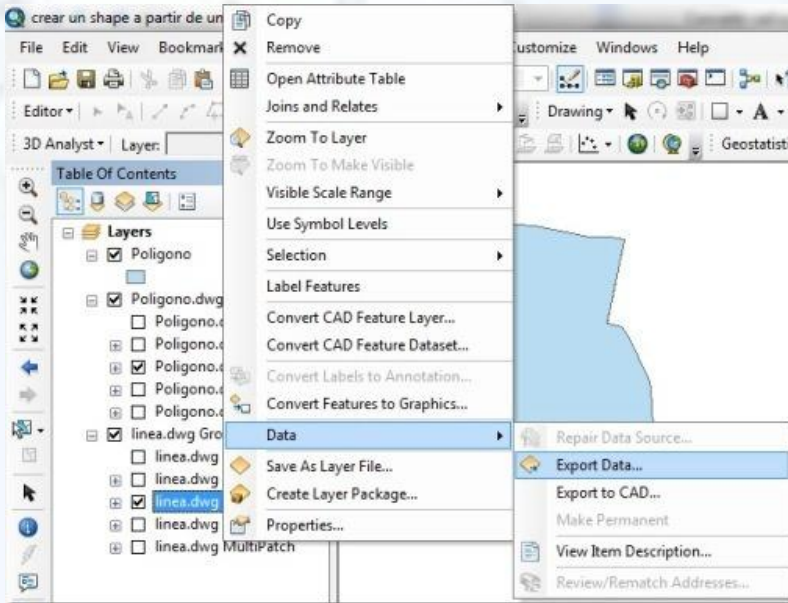
# Crear proyectos

Un proyecto en ArcGIS es un archivo (.mdx) que contiene las rutas de todas las capas de información incluidos en un trabajo específico, es decir, además de los mapas, se incluyen las tablas, los colores, los textos y las líneas, el grid, el orden de las capas) definidos por el usuario para su edición final.



# Exportar como imagen

Una vez concluida la edición, se puede exportar en algunos de los formatos de imagen (JPEJ, EPS, GIFF, TIFF), que se solicitan por algunas revistas para su publicación.



# ***Bibliografía***

1. Autodesk (2009). Manual de autocad 2010. Autodesk Inc. San Rafael, CA. USA.
2. Bosque, S. J. (2007). Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp, Madrid, España.
3. ESRI (2010). Manual de ArcGIS.
4. Franco, M.S. y Valdez P. M.E. (2003). Principios Básicos de Cartografía y Cartografía Automatizada. Ed. UAEM. México.
5. Fuente de las imágenes: Disponible en [<https://www.google.com.mx>]
6. Velázquez, S. (2015). Curso Sistemas de Información Geográfica Aplicados al Manejo de RRNN. Disponible en: [<http://slideplayer.es/slide/1821115>]

## ***AGRADECIMIENTO:***

Estudiantes de arqueología Miguel Robles y Areli García, que aportaron algunas de las imágenes que se incluyen en este documento y que forman parte de sus proyectos académico que se desarrollan en la UA Cartografía Automatizada.