

ArcGIS Pro 3.6



Fundamentos de ArcGIS Pro

Tutorial de Ejercicios

preparado por
Iván Santiago
PR Innovation and Technology Service
Versión 1.0, enero 27, 2026

Índice

Ejercicio I: Fundamentos de ArcGIS	7
Introducción	8
Desarrollos de Esri hasta llegar a ArcGIS Pro	8
Objetivos.....	9
Interfaz gráfica de ArcGIS Pro.....	10
Descarga de archivos para las prácticas	10
Abrir ArcGIS Pro y examinar un map project	11
Qué es un map project de ArcGIS Pro	12
Bookmarks	13
Identificar relaciones entre objetos en el terreno	15
Botones y filtro del panel Contents.....	17
Inspección de información tabular de un layer	18
Selección por tabla de atributos	19
Selección geográfica	22
Añadir mapa base y límites de parcelas	25
Ver documentación (metadatos) de un layer	28
Preguntas:	30
Ejercicio II: Importar un archivo mxd de ArcMap	31
Introducción	32
Objetivos y tareas	32
Importar un archivo Map Document (mxd) de ArcMap a ArcGIS Pro	33
Crear un nuevo proyecto ArcGIS Pro	33
Crear una conexión a un folder	34
Importar el archivo mxd	35
Corregir el título del mapa	36
Explorar propiedades del map document importado.....	37
Importar modelos de Model Builder	39
¿Qué hace el modelo Patrones de escorrentías?	41
Modelo “Derivar depresiones”	43
Añadir la geodatabase al proyecto y convertirla en geodatabase por defecto	44
Actualizar Annotation Feature Classes al nuevo formato de ArcGIS Pro	47
Editar el feature class de anotación	52
Compartir este proyecto y sus datos mediante un archivo project package	60
Preguntas	64
Ejercicio III: Búsquedas geográficas y de atributos	65
Introducción	66
Tareas.....	68
Distancia o proximidad	69
Select by Attribute.....	69
Selección por localización: Proximidad o distancia	71
Realizar una gráfica con los resultados de la selección	73
Generar gráficas	74
Generar un layer de selección	79
Seleccionar datos de forma interactiva desde la gráfica	81
Continencia	82
Historial de nombres de cuerpos de agua en Aibonito	82
Seleccionar el cauce de inundación del río Aibonito	84

Generar una gráfica con los resultados de la selección	87
Cruzar bordes	90
Spatial Join: añadir a cuál unidad electoral pertenece cada sector	91
Asignar nombre de unidad electoral al geodato de sectores	92
Definir un geodato temporal en espacio en memoria	94
Añadir lista horizontal de sectores en unidades electorales	96
Hacer desglose de cuerpos de agua lineal por barrio	100
Cuál es la diferencia entre Intersect y Pairwise Intersect	102
Preparar gráfica sobre la tabla exportada	110
Adyacencia (Boundary Touches) Barrios adyacentes con nombres iguales	114
Preguntas	123
Ejercicio III A: Metadatos	124
Introducción	125
Tareas	125
¿Cuál es el estándar para registrar los metadatos?	126
Descripción de elementos importantes del formulario	126
Elementos esenciales en ISO 19115-3 para completar en el formulario	128
Habilitar ArcGIS Pro para documentar recursos en ISO 19115-3	128
Escribir metadatos en el formulario Edit Metadata	129
Añadir una imagen (thumbnail) del geodato	131
Sincronizar algunos contenidos de metadatos automáticamente	132
Ingresar datos en el formulario de metadatos: Essential Metadata	132
Preguntas	143
Ejercicio IV: Cartografía temática con datos censales	144
Tema: La brecha salarial entre varones y mujeres de 25 años en adelante con nivel educativo universitario de bachillerato	145
Tareas generales:	145
Identificar la fuente de información	146
Cómo buscar tablas y columnas mediante la api del Censo Federal	147
Excel para importar datos desde la api del Censo	150
Eliminar columnas innecesarias	152
Modificar la columna para obtener identificadores	152
Replace Values: Cambiar los valores simbólicos a null	154
Applied steps: Enmendar algún paso	155
Añadir columnas calculadas en Power Query	156
Añadir brecha salarial mujeres / varones	156
Añadir razón población mujeres / varones con 25+ años hasta bachillerato	157
Cambiar el tipo de dato en las columnas calculadas	158
Carga de datos a Excel desde Power Query	158
Crear un proyecto ArcGIS Pro	159
Importar un geodato o feature class a la nueva geodatabase	160
Traer la hoja de cálculo del archivo Excel	163
Explorar datos con gráficas en ArcGIS Pro	164
Unir tablas (join)	164
Condiciones para efectuar el pareo de tablas (Join)	165
Histogramas	166
Añadir etiquetas (labels) a los municipios	170
Preparar el mapa estadístico (coroplético)	178

Exploración sin clasificar datos: Unclassed Colors	178
Representar null en Unclassed Colors	180
Mostrar los casos null en el mapa	182
Establecer un umbral crítico en las clases	182
Insertar un nuevo panel de mapa	184
Visualizar otras series de datos	185
Añadir un halo a las etiquetas	186
Ver varias series simultáneamente: Charts	187
Preguntas	191
Ejercicio V: Sistemas de referencia espacial	192
Introducción	193
Tareas	193
Proyecciones cartográficas	193
Nuevos datums CATRF2022 y NAPGD2022	194
Visualizar distintas proyecciones cartográficas	194
Hacer conexión al directorio de datos	197
Añadir el primer geodato o layer al visor o map panel	197
Diferencias de cómputo de área en distintas proyecciones	203
Transformaciones entre datums al vuelo	205
Transformación al vuelo entre NAD83 o WGS84 y Puerto Rico Datum 1940	211
Geodato sin coordenadas	212
Geodato con sistema de coordenadas, unidades incorrectas	214
Geodato con sistema de coordenadas correcto, unidades correctas	217
Reproyección Permanente	220
Herramienta Project para transformaciones múltiples	221
Reproyectar y transformar coordenadas para varios layers con Batch Project	225
Transformar geodatos desde el datum PR 1940	229
Modificar la definición del sistema PR State Plane 5201 US Feet de ArcGIS	230
Preguntas	232
Ejercicio VI: Entrada de datos	233
Introducción	234
Qué significa el concepto tolerancia en términos de gestión y análisis de datos geográficos	235
Tareas:	235
Diccionario de datos	235
Tablas de atributos	236
Crear nuevo proyecto ArcGIS Pro	236
Añadir referencia al folder Ejercicio_6	238
Añadir referencia a la geodatabase Exer_6.gdb y convertirla en la geodatabase por defecto	238
Añadir layer file lyrx al panel Map	238
Dominios	239
Generar feature classes nuevos	242
Generar geodato vacío de unidades geológicas	242
Generar geodato de yacimientos minerales	246
Generar geodato de límites de unidades geológicas	249
Mapa de fondo para hacer trazado	252
Trazar líneas para generar polígonos después	253
Snapping	254

Guardar datos ingresados automáticamente (Automatically save edits)	254
Revisar líneas que deben estar cerradas	267
Yacimientos minerales	269
Unidades geológicas	271
ArcGIS Desktop Basic: Generar el feature class de unidades geológicas a partir de las líneas trazadas en otro geodato	271
Layer traslúcido: Transparency	275
ArcGIS Desktop Standard/Advanced: Generar el layer de unidades geológicas a partir de las líneas trazadas en otro layer	276
Topología	276
Ingresar códigos en cada polígono del layer unidades geológicas	281
Añadir etiquetas para verificar	281
Calcular valores en otras columnas con Field Calculator	285
Calcular récords del campo del periodo geológico	287
Preguntas:	290
Ejercicio VII: Funciones de geoprociamiento	291
Introducción	292
Objetivos.....	292
Tolerancia en geoprociamiento	293
Relación entre Tolerancia y Resolución	294
Dissolve	294
Consolidación numérica: Statistics Fields	298
Áreas de Influencia (Buffers)	300
Definition query para mostrar un elemento (municipio)	300
Extracción: Clip	304
Intersect	306
Summarize: determinar longitud de vías por barrio	311
Generar gráfica por barrio y tipo de vía	312
Modelo para proponer la localizaciones de refugio(s).....	317
Propuesta: ubicar nuevo refugio en áreas fuera de zonas inundables y suelos de aluvión	320
Prueba de coincidencia: refugios en zonas de riesgo	325
Construcción del modelo en la interfaz Model Builder	332
Geoproceso Union	332
Geoproceso Make Feature Layer	334
Geoproceso Erase	336
Scene: visualizar geodatos en 3D	344
Preguntas:	348
Ejercicio VIII: Preparar un mapa en página de impresión	349
Introducción:.....	350
Preparar el layout para la página de impresión	351
Insertar nueva página para impresión Layout.....	353
Insertar líneas guía	354
Insertar el marco del mapa o map frame	355
Cambiar extensión territorial al mapa	357
Quitar los bordes al marco del mapa (map frame)	358
Añadir título del mapa:	359

Añadir las gráficas	362
Añadir y modificar la leyenda	364
Insertar una línea para resaltar un valor de importancia en la leyenda	367
Añadir etiquetas (text labels) para explicar secciones de la leyenda	369
Añadir escala gráfica	374
Añadir orientación:	377
Exportar el mapa a formato PDF	383
Acceder a referencia geográfica y atributos del mapa en Acrobat Reader	386
Preguntas:	389
Referencias:	390

Ejercicio I: Fundamentos de ArcGIS

Introducción

Este manual de ejercicios supone que los estudiantes tengan conocimientos básicos para el uso del sistema operativo **Windows 10** o **Windows 11**. Si no posee estos conocimientos, le recomendamos leer cualquier libro o guía que le explique los conceptos y procedimientos básicos para usar este sistema operativo para el cual ArcGIS Pro está programado. En algunas partes de este tutorial usamos la versión **ArcGIS Pro 3.5** y luego en la **versión 3.6**.

Convenciones:

En la medida de lo posible incluiremos figuras y gráficas para ayudar al estudiante, especialmente en los primeros capítulos. En los capítulos siguientes las instrucciones incluirán solamente las gráficas necesarias.

Datos utilizados:

Los datos que presentaremos en los ejercicios provienen de varias agencias estatales y federales. Todos los datos se circunscriben al área local de Puerto Rico, excepto los que tienen que ver con el ejercicio de proyecciones cartográficas.

Audiencia:

El curso está preparado para empleados del gobierno de Puerto Rico, gobiernos municipales, el sistema de la Universidad de Puerto Rico y agencias federales.

Desarrollos de Esri hasta llegar a ArcGIS Pro

ArcGIS Pro es una aplicación escrita para computadoras de escritorio, cuya función principal es el **manejo y procesamiento de datos geográficos**. **ArcGIS Pro** es la aplicación SIG más reciente de la compañía **Esri**. Esta compañía fue **fundada** en **1969**. El **primer software** comercial que desarrolló fue **Arc/Info** en **1981**. Este programa trabajaba principalmente en **minicomputadoras**. **Posteriormente**, con el desarrollo de las **microcomputadoras**, Esri desarrolló **PC Arc/Info** para el sistema operativo **MS-DOS**. Durante los **años 90** Esri desarrolló **ArcView**, producto **más asequible** y enfocado en la **visualización** pero de **menor funcionalidad analítica**. **Más adelante**, **Esri amplió** las **capacidades** de las aplicaciones en **Windows** y lanzó **ArcGIS 8** a principios de los años **2000**. ArcGIS consistía en las aplicaciones **ArcMap** para el procesamiento y visualización y **ArcCatalog** para el manejo y organización de los datos geográficos. **ArcTools** como caja de **herramientas analíticas** y de manejo, se mantuvo accesible desde ambas aplicaciones.

Hace **10** años fue lanzado **ArcGIS Pro 1.0**. Durante este tiempo el programa se ha desarrollado hasta la versión 3.6 (noviembre, 2025) para reemplazar ArcGIS Desktop 10.x, producto que ha sido discontinuado por Esri.

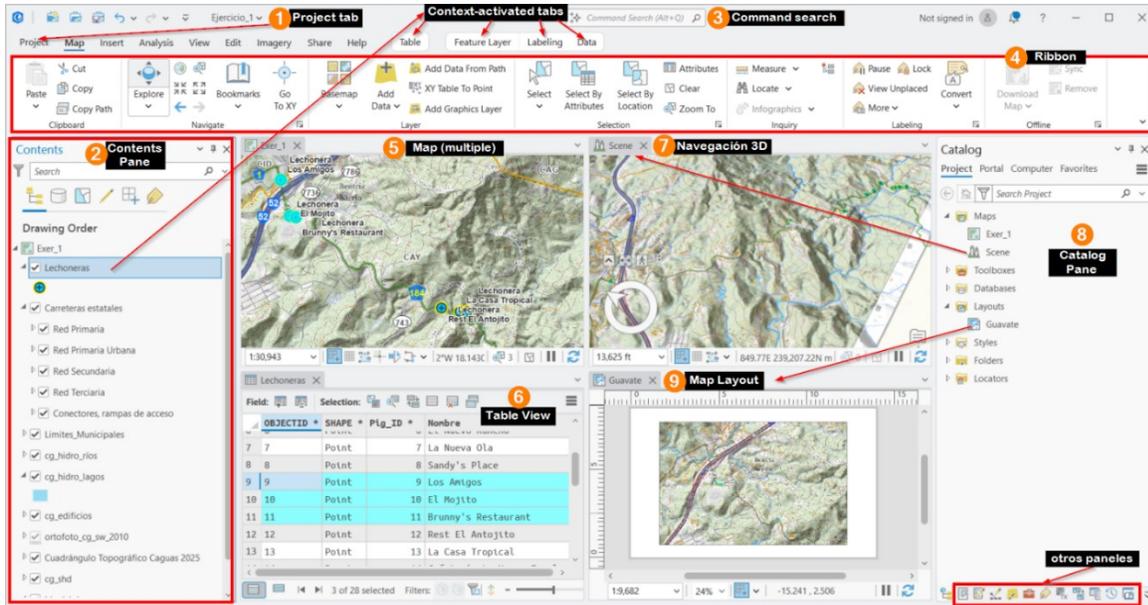
Objetivos

Esta práctica #1 servirá para mostrar algunos de los aspectos más utilizados en aplicaciones de sistemas de información geográfica. Dos de estos aspectos importantes son la **visualización** de geodatos y la **interacción** que puedan tener en términos **geográficos**: **adyacencia, proximidad, solape**. Trabajaremos con los siguientes aspectos:

- Abrir un archivo Project de ArcGIS Pro.
- **Visualizar** datos geográficos mediante distintos **niveles** de **acercamiento**.
 - **Spatial Bookmarks** (extensiones espaciales predefinidas)
 - Apagar **layers**, **según** la **escala** o nivel de acercamiento
- **Seleccionar** o **escoger** subconjuntos de **elementos** de un geodato **basado en** criterios geográficos: **proximidad**

Interfaz gráfica de ArcGIS Pro

A continuación, esta figura muestra cómo se ve la **interfaz gráfica** de esta aplicación. **ArcGIS Pro** utiliza el andamiaje propio de aplicaciones para Windows, siendo el más visible el Ribbon y sus tabs (pestañas) que se activan según el contexto activado.



Durante el transcurso del tutorial podrán ver estas herramientas en más detalle.

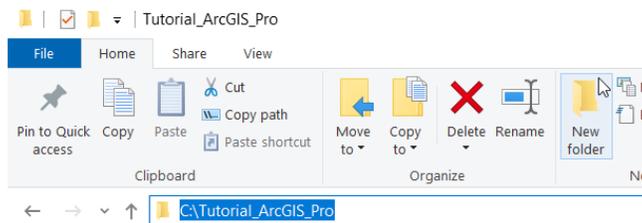
Descarga de archivos para las prácticas

Los datos para las prácticas pueden descargarse desde este archivo en nuestro portal gis.pr.gov.

- Descargue** el archivo desde este enlace:

ENLACE

- En su disco principal (C:\) cree un folder con el nombre **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro**



- Descomprima** el archivo zip en este nuevo folder.



Tenga cuidado de no generar otro folder C:\Tutorial_ArcGIS_Pro dentro del folder existente.

Abrir ArcGIS Pro y examinar un map project

Para este ejercicio se preparó un ArcGIS Project file (.aprx) que estará en el directorio **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_1**. La localización dependerá de dónde el usuario haya descargado y descomprimido el archivo zip file que contiene los datos para las prácticas.

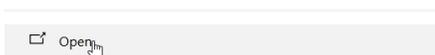
- En la caja de texto **Search** de Windows **escriba arcgis pro**



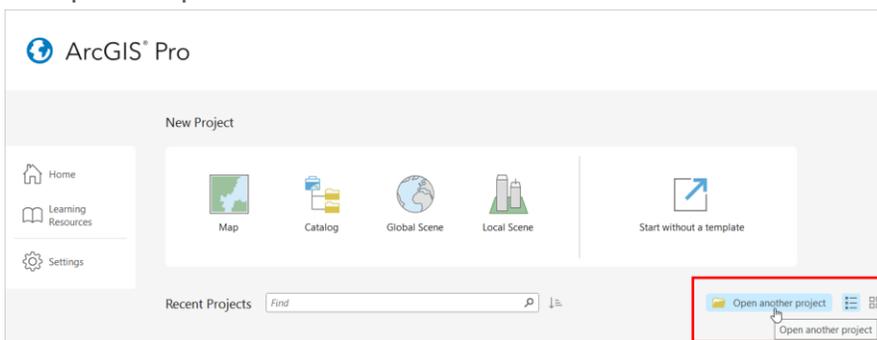
Haga **click** en el botón **Open** de la aplicación **ArcGIS Pro**.



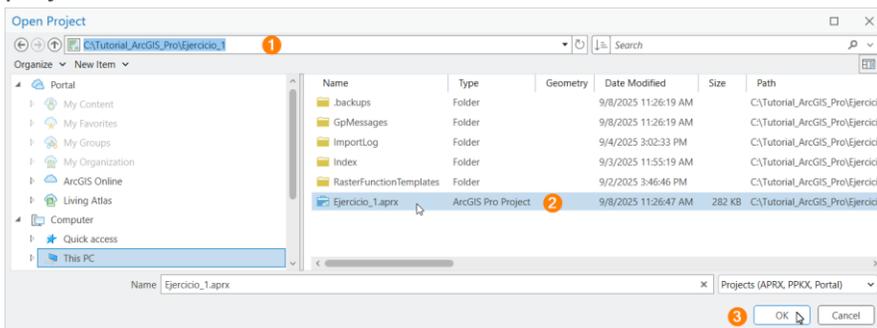
ArcGIS Pro
App



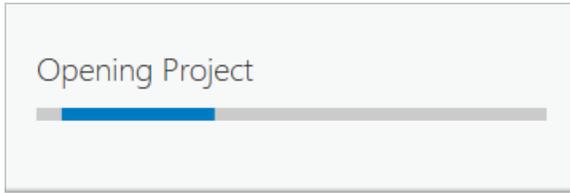
- Aparecerá la interfaz gráfica de **ArcGIS Pro** en su formulario de inicio.
 - Haga **click** en el botón **Open another project** para abrir el project file preparado para esta primera práctica.



- En la forma **Open Project**, navegue hasta el directorio **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_1**.
 - Seleccione** el archivo **Ejercicio_1.aprx** y haga **click** en el botón **OK** para abrir este project file.



- Espere que cargue el archivo en pantalla:



Qué es un map project de ArcGIS Pro

Un archivo project de ArcGIS Pro es un artificio que sirve para organizar una serie de referencias a datos geográficos, visualizaciones, herramientas, documentación y símbolos. Distinto de un map document de ArcMap (.mxd), un proyecto ArcGIS Pro (.aprx) puede contener múltiples mapas, escenas 3D, así como múltiples páginas para impresión (layouts).

Un proyecto ArcGIS Pro está compuesto principalmente de:

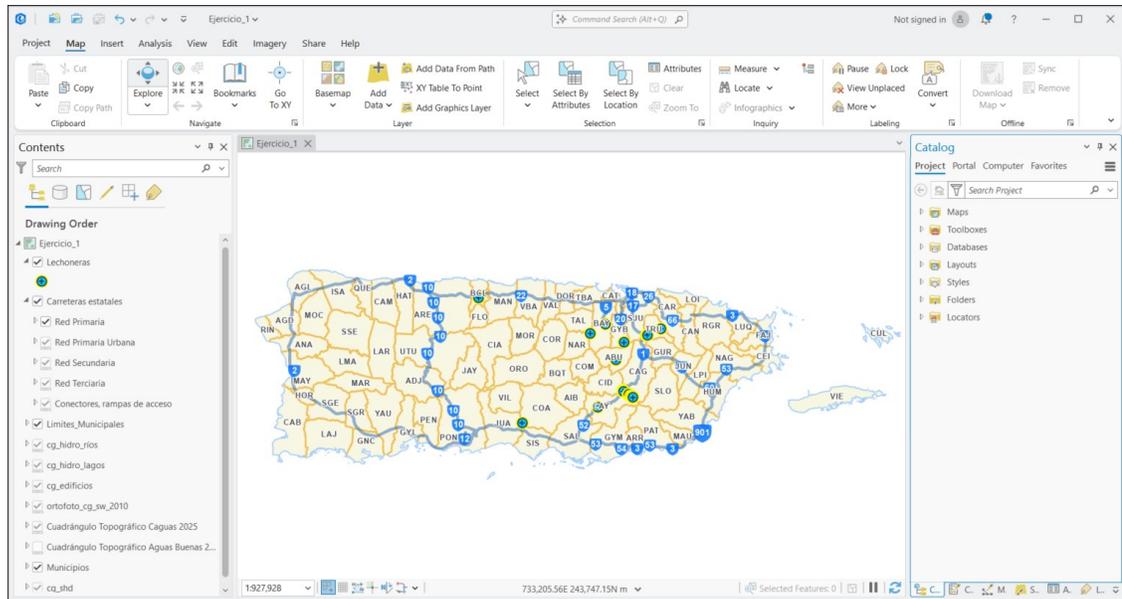
- Mapas y escenas 3D
- Composiciones para impresión en páginas (Layouts)
- Conexiones a datos y geodatos
- Funciones de geoprocésamiento (Toolboxes) y modelos de ModelBuilder que se guardan en el archivo atbx.
- Geodatabase predeterminada (default geodatabase)
- Símbolos y etiquetas que el usuario haya añadido. Estos se guardan directamente en el archivo aprx.

Este es un ejemplo del contenido de un proyecto ArcGIS Pro:

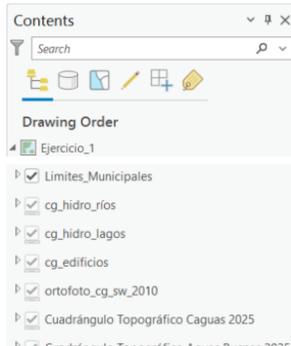
Name	Date modified	Type	Size
.backups		File folder	
Default.gdb	11/10/2025 9:53 AM	File folder	
GpMessages	9/19/2025 1:15 PM	File folder	
ImportLog	9/19/2025 1:15 PM	File folder	
Index	9/19/2025 1:15 PM	File folder	
RasterFunctionTemplates		File folder	
BE_MonteChoca.aprx	9/19/2025 1:15 PM	ArcGIS Project File	88 KB
be_montechoca.aprx.xml		Edge HTML Document	1 KB
Default.atbx			1 KB

Con esta explicación, pasemos a realizar la práctica.

- Cuando haya esperado que cargue la composición de mapas con sus layers, verá un mapa de Puerto Rico con delimitaciones de los municipios y algunas carreteras de importancia. Además podrá ver algunos puntos azules  concentrados en el área centro-este de la isla.



Estos puntos  representan la localización de varias de nuestros centros de comida típica, más bien conocidas como lechoneras. La mayor parte de las más de mil lechoneras se encuentran a lo largo de carreteras en las áreas rurales de la isla. Algunas de estas carreteras pueden tener cierta concentración de estos establecimientos de comida típica. Este es el caso de la conocida carretera PR-184 del barrio Guavate en el Municipio de Cayey.



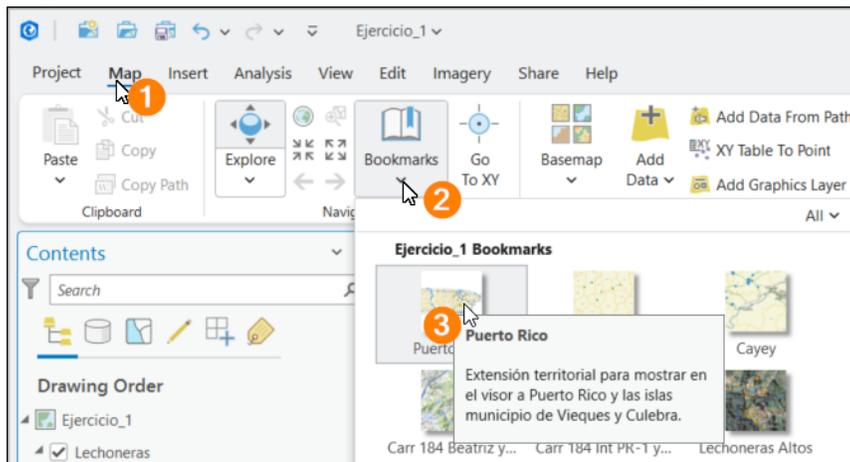
Podrá notar también que **algunos layers no se pueden ver. Aparecen en gris.**

ArcGIS Pro provee funcionalidad para mostrar o no los layers, **según el grado de distanciamiento (escala).** Por ejemplo, podemos indicar mediante la **escala, apagar** geodatos demasiado **detaillados para aligerar el despliegue de información.**

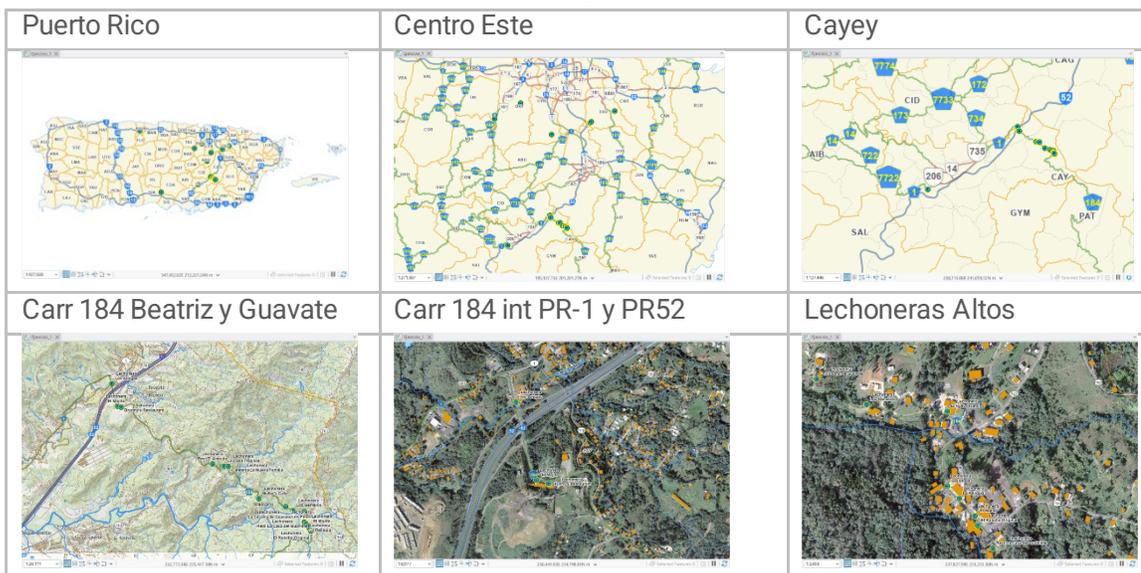
Bookmarks

Los bookmarks sirven para presentar u organizar la manera de visualizar los layers. Estos guardan la escala y extensión territorial.

- Para ver los bookmarks que están grabados en este archivo, haga **click** en el tab **Map** y haga **click** en el botón **Bookmarks** localizado en el grupo **Navigate**.



- **Escoja cada uno de los bookmarks** en el siguiente orden:



A medida que vaya usando los bookmarks escalas mayores (más de cerca), verá layers con más detalles.

Preguntas:

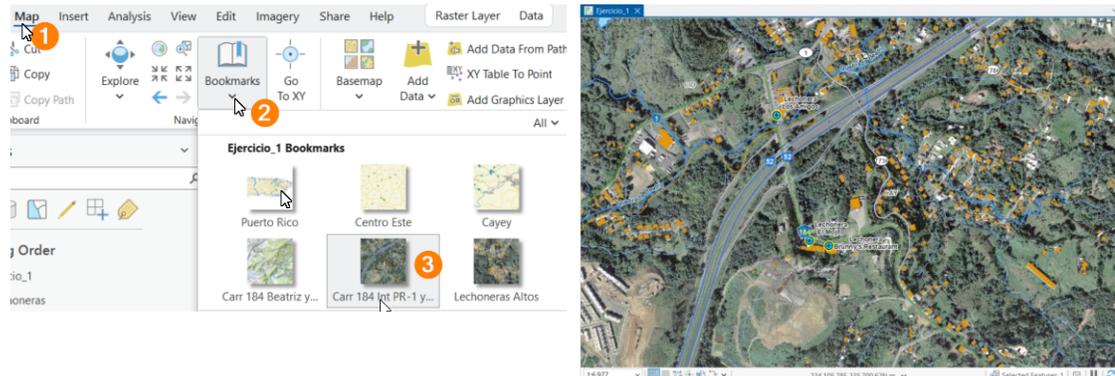
1. ¿Cuántos **layers** (capas) **hay** en la **Tabla de Contenido (Table of Contents, TOC)**? La tabla de contenido es la parte izquierda de la aplicación en donde se listan los layers y otros archivos. "Carreteras Estatales" es un **group layer**. En este caso es un solo geodato separado en 5 layers. En este caso Carreteras estatales cuenta como un layer.

2. De todos los layers de la lista en la TOC, ¿cuáles están visibles usando el bookmark **Lechonerias Altos**?

Identificar relaciones entre objetos en el terreno

A diferencia de otros programas gráficos como AutoCAD, una aplicación SIG como ArcGIS Pro debe tener la capacidad de distinguir, seleccionar y relacionar objetos en el terreno. Los SIG utilizan algoritmos que utilizan relaciones de proximidad, conectividad y adyacencia. Estos procedimientos se basan en la ciencia matemática llamada topología, la cual se encarga de establecer relaciones entre objetos en el espacio. Con estas reglas y la información de áreas, direcciones y longitudes de líneas, los SIG pueden ayudar a encontrar patrones distinguibles en el terreno. Por el momento usaremos el criterio visual y la herramienta **Identify**.

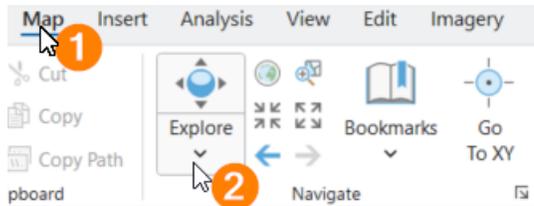
- Escoja el **Bookmark Carr 184 Int PR-1 y PR-52**



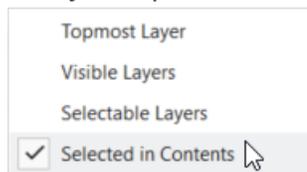
¿A cuáles carreteras (en esta vista) se conecta la carretera PR-184?

A veces nuestra percepción no es precisamente lo que se registra en los mapas.

- Utilice el mismo bookmark **Carr 184 Int PR-1 y PR-52** e inspeccione las colindancias municipales y la localización de la lechonera “**Los Amigos**”. La colindancia es **la Quebrada Beatriz, la cual divide los municipios de Cayey y Cidra**.
- Haga **click** el combo box para expandir botón **Explore** localizado en el grupo **Navigate** del tab **Map**.



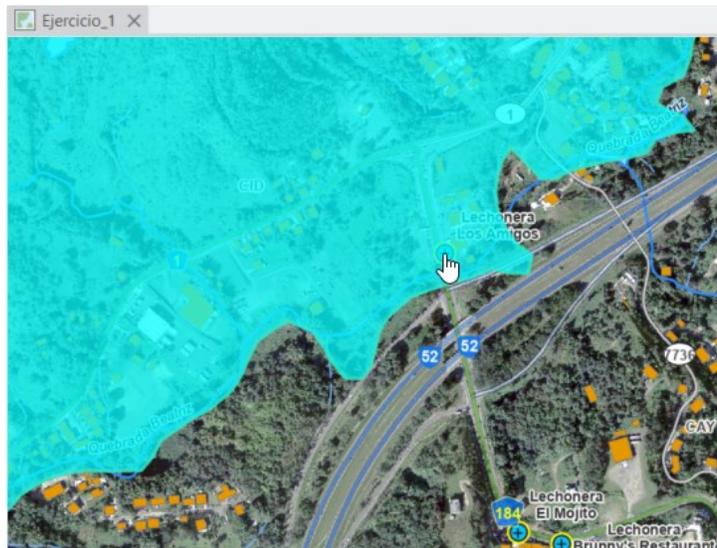
- Escoja la opción **Selected in Contents**.



- Vaya al panel **Contents** y escoja (**click**) el layer **Municipios**, que está al final de la lista de layers.



- Con la herramienta **Explore** aún activada y el layer **Municipios** activado, vaya al visor. Localice el punto **“Los Amigos”** y haga **click encima** del símbolo.



Notará que aunque el layer de municipios está debajo de la foto aérea, al estar activado en el panel Contents y haber escogido la opción Selected in Contents, ArcGIS identificó la geometría (municipio) que está directamente debajo del punto “Lechonera Los Amigos”.

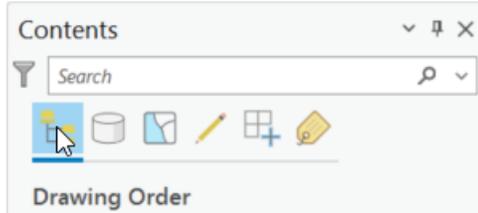
- Diríjase a la forma **Pop-up** que activa la herramienta **Explore**.



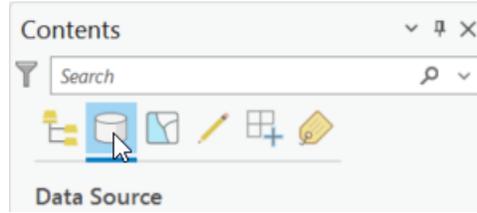
¿En **cuál municipio** está localizada la lechonera **Los Amigos**?

Botones y filtro del panel Contents

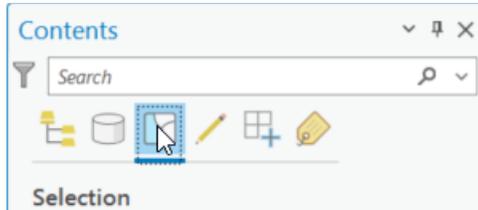
El panel **Contents** tiene una serie de **botones** y una **caja de texto**. La caja de texto sirve para **filtrar** o solo **mostrar layers** que cumplan con ciertos criterios en su nombre. Los botones tienen funciones de listar según el orden, mostrar dónde está guardado el layer, cuáles layers pueden ser seleccionados interactivamente, cuáles se pueden modificar, cuáles pueden usarse para enganchar coordenadas (snapping) y listar por etiquetado.



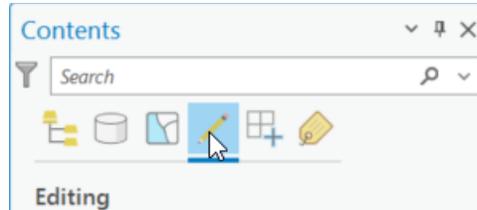
Visualizar layers como aparecen en lista



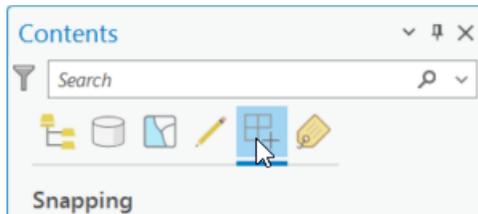
Muestra dónde está guardado cada layer



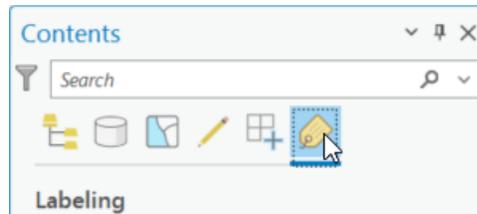
Cuáles están habilitados para seleccionar interactivamente



Cuáles layers se pueden modificar



Cuáles layers están habilitados para enganchar coordenadas (Snapping). Se verá más adelante.

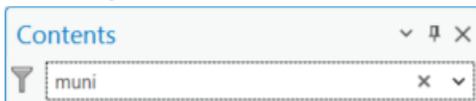


Mostrar lista por etiquetado

- Intente** cada una de estas **opciones** para que vea los **cambios** en el panel **Contents**.

La caja de texto **Search** o filtro es más útil cuando hay muchos layers en lista.

- En la caja de texto **Search**, **escriba** esta secuencia de caracteres: **muni**



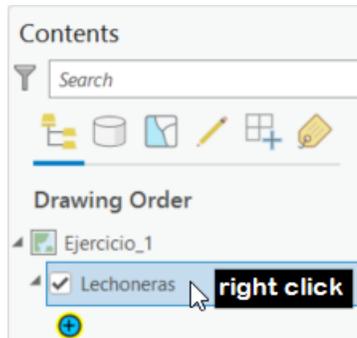
- ¿**Cuáles** son los **layers** que aparecerán en la lista del panel después de escribir esta secuencia?

- La herramienta **Search** aplica la **secuencia escrita** y **devuelve** todos los **elementos** de la lista cuyos nombres **cumplan con la secuencia**. Esto incluye **layers, tablas** o cualquier **elemento** que esté listado en el panel **Contents**.

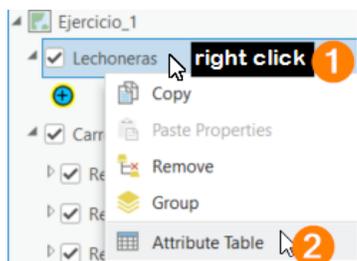
Inspección de información tabular de un layer

Una tabla de atributos **guarda datos descriptivos asociados a un layer**. En ArcGIS Pro, la tabla que pertenece al layer mostrará un **récord** por cada elemento geográfico (feature).

- Vaya al panel **Contents**, haga **right click** en el layer **Lechoneras**.



- En el **menú de contexto** escoja **Attribute table**



Aparecerá la tabla de atributos de este layer

OBJECTID	SHAPE	Ptg_ID	Nombre	Direccion	Telefono	Dias	Horario
1	Point	1	La Familia	Carr 2 km 56.6	(787) 846-5744	T	06:00 - 22:00
2	Point	2	Resto	Carr 167 km 12.11	(787) 799-8778	T	08:00 - 19:00
3	Point	3	Vergara	Carr 831 Km 4.8	(787) 288-2988	V-S-D	10:00 - 17:00
4	Point	4	El Paso	Carr. 173 Km 6.8	(787) 731-9535	V-S-D	08:00 - 17:00
5	Point	5	Las Flores	Carr 156 km 47.8	(787) 448-6230	V-S-D	08:00 - 17:00
6	Point	6	El Nuevo Rancho	Carr 184 km 28	(787) 288-8265	T	10:00 - 20:00
7	Point	7	La Nueva Olla	Carr 852 km 1	(787) 768-7811	V-S-D	10:00 - 18:00
8	Point	8	Sandy's Place	Carr 1 km 86.1...	(787) 263-2679	V-S-D	10:00 - 20:00

Dado a que la tabla ocupa espacio y lo comparte con el mapa "Ejercicio_1", la escala puede cambiar y el contenido del mapa también puede cambiar.

- Examine el contenido de la tabla, navegando hacia abajo.
- ¿**Cuántos récords** tiene la **tabla** del layer **Lechoneras**? _____:
Vea la parte inferior izquierda donde está el navegador.



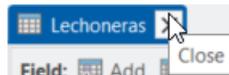
El botón activado a la izquierda muestra **todos los récords**.

El botón siguiente a la derecha  sirve para mostrar **solo** los **récords seleccionados** (en azul).

- Mencione los campos que contiene la tabla **Lechoneras**.



- Cierre** la tabla **Lechoneras**.

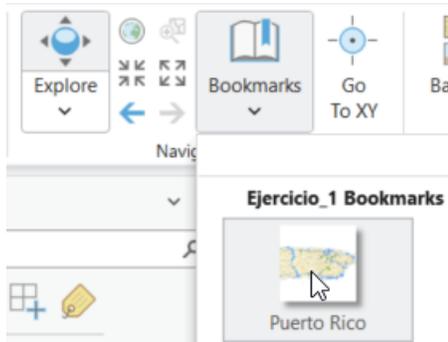


Selección por tabla de atributos

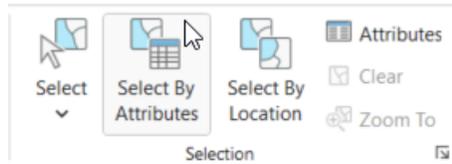
En múltiples ocasiones es necesario seleccionar grupos de elementos que tienen una característica en común.

Tenemos:

- Un **layer** con la **localización** de algunas **lechoneras**, y
 - Queremos saber **cuáles** de **estas** tienen la **certificación** del Departamento de Agricultura, *“La Ruta del Lechón”*. El letrero de certificación solo muestra que ese establecimiento usa exclusivamente **cerdo del país**.
- Regrese al **bookmark** que presenta la isla completa: **Bookmarks > Puerto Rico**. Así podrán ver los establecimientos que fueron localizados.



- En el **ribbon** del **tab Map** vaya al grupo **Selection** y escoja **Select by Attributes**.



Aparecerá la forma **Select by Attributes**. Esta permite escoger récords o filas de la tabla, según ciertos criterios definidos por el usuario. Además usa ciertas palabras dentro del lenguaje SQL, el cual permite hacer selecciones y modificaciones en bases de datos, entre ellas, la extracción de récords por característica(s).



Como se dijo antes, vamos a **escoger** las **lechoneras** que están **certificadas** por el **Departamento de Agricultura**, como parte de **“La Ruta del Lechón”**. Son las que sirven cerdo local.

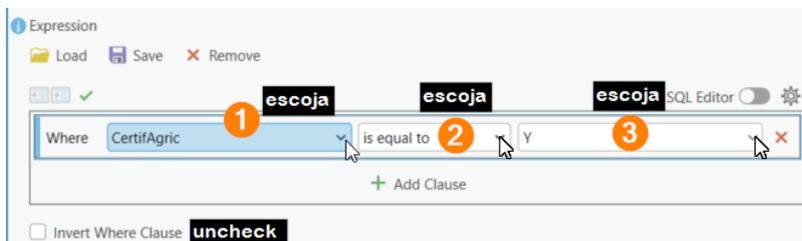
- En la sección **Input Rows**: escoja **Lechoneras**



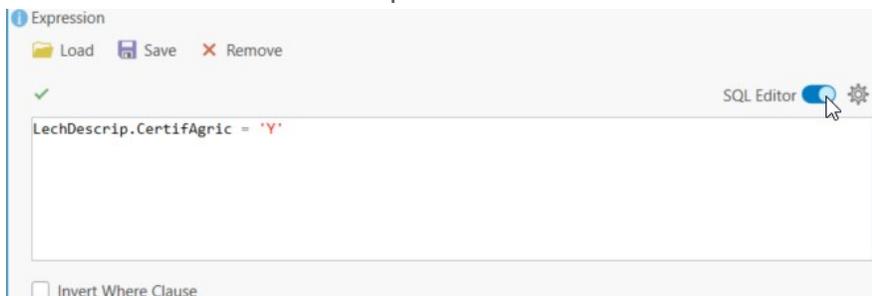
- En **Selection type** escoja la opción **New selection**



- Siga la secuencia de pasos. Escoja el campo **CertifAgric**, el operador **is equal to** y la letra **Y**



- Haga **click** en el botón **SQL Editor** para que vea cómo se traduce lo que hizo ahora en la cláusula WHERE correspondiente.



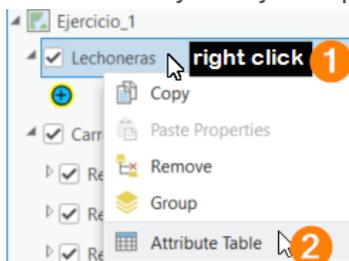
- Ya puede hacer click en el botón **OK** para aplicar las instrucciones y cerrar la forma. El botón Apply aplica las instrucciones pero no cierra la forma.

El resultado aparecerá en el **Data View Frame** de la siguiente manera:

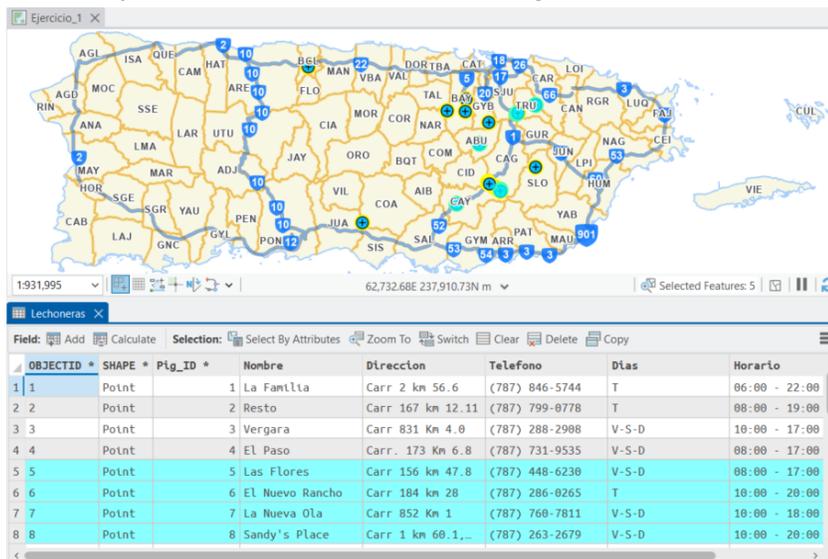


Los features (objetos) escogidos  aparecerán en azul claro brillante.

- Para ver la **tabla de atributos** y la **selección** hecha, haga **right click** encima del **layer Lechoneras** y escoja la opción **Attribute Table**.



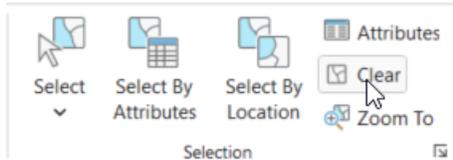
- Notará que los récords seleccionados **aparecen en azul brillante**:



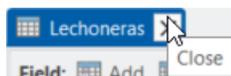
Puede usar el botón **Show selected Record**  para ver solamente los récords seleccionados.

¿Cuántos elementos fueron seleccionados? _____

- Ahora, vaya al **ribbon del tab Map**. Vaya al grupo **Selection** y haga **click** en el botón **Clear** para **quitar** esta **selección** (los datos no se borran).



- En la **tabla Lechoneras**, haga **click** en el botón **Show all records** para que pueda ver **todas** las **filas** de la **tabla**.
- **Cierre** la tabla **Lechoneras**.



Selección geográfica

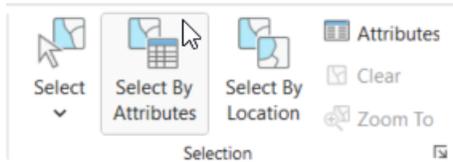
Vamos a usar una de las capacidades de ArcGIS Pro para **seleccionar** objetos **mediante proximidad**.

Ejemplo: El **Departamento de Agricultura** desea saber la **cantidad** de **lechoneras** que **están** a lo largo de la carretera **PR-175** en el Municipio de **Trujillo Alto**. El objetivo es conocer **cuántos están certificados** y tratar de **estimular** que los dueños de estos locales **patrocinen** el cerdo **local**. Tenemos un **group layer** de **carreteras** estatales de la Autoridad de Carreteras y Transportación.

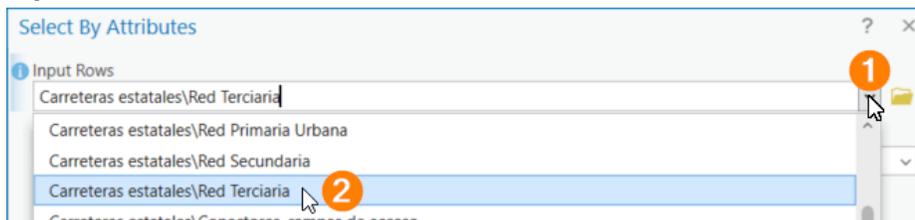
- Necesitamos seleccionar en el layer **Red Terciaria** para definir que queremos escoger la carretera **PR-175**.
- Después de hacer esto, podemos entonces pasar al comando de selección por localización.

Iremos paso a paso:

- En el **ribbon del tab Map** vaya al grupo **Selection** y escoja **Select by Attributes**.



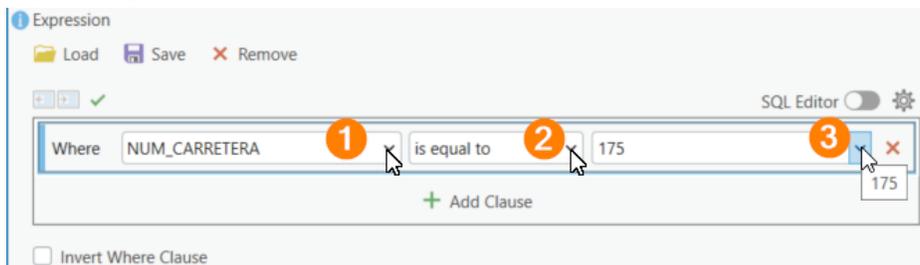
- En la forma **Select by attributes**:
Input Rows : Carreteras estatales\Red Terciaria



- Selection Type : New selection



- Siga la secuencia de pasos. Escoja el campo **NUM_CARRETERA**, el operador **is equal to** y el número **175**.



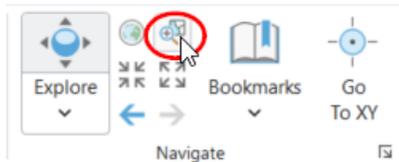
- Presione el botón **OK** en esta forma **Select by Attributes**.



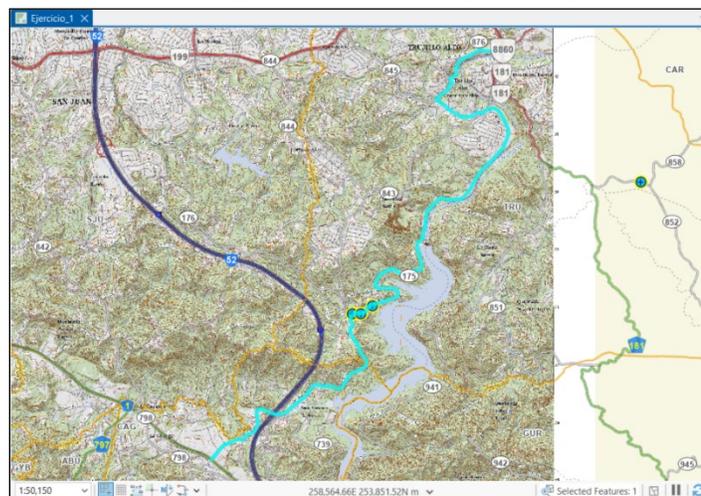
Para poder ver su selección tendrá que acercarse con un nivel de zoom adecuado.

Continuemos...

- En el **ribbon del tab Map**, vaya al grupo **Navigate** y haga **click** en el botón **Zoom to Selection**



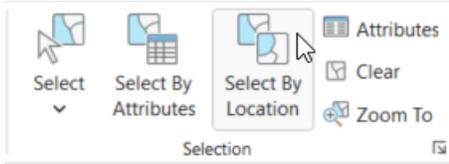
Así aparece el segmento de línea que compone la carretera PR-175.



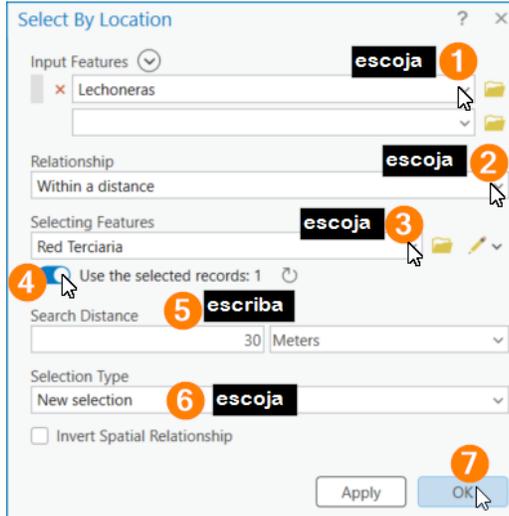
El mapa topográfico en el fondo es de Aguas Buenas, serie 7.5 minutos, publicado en papel a escala 1:20,000.

- Mantenga la carretera PR-175 seleccionada, y pase a la próxima parte:**

- Vaya al **ribbon del tab Map** y haga **click** en el botón **Select by Location**.

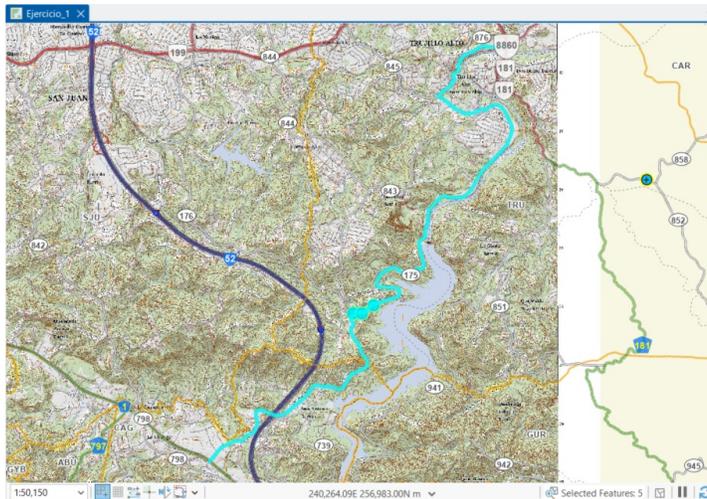


- En la forma **Select by Location** siga la siguiente secuencia de pasos:



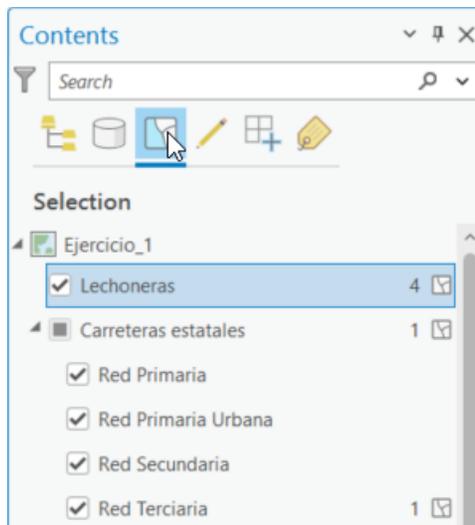
- *Input Features:* **Lechonerias**,
- *Relationship:* **Within a distance**,
- *Selecting Features:* **Red Terciaria** (use la selección previa),
- *Search Distance:* **30 metros**,
- *Selection Type:* **New selection**

- Presione **OK** para hacer la **selección espacial**. Aún el visor **debe estar enfocado en la extensión de la carretera PR-175**.



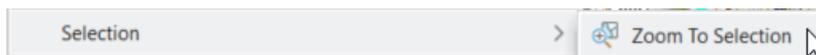
Debemos acercarnos a los puntos que están adyacentes a la carretera y cerca del embalse Carraízo.

- Vaya al panel Contents y **active** el botón **Selection**.



Notará que al lado derecho de cada layer hay un símbolo  que representa un layer genérico. A su lado izquierdo aparecerá un número si tiene elementos seleccionados.

- Haga **right click** encima del layer **Lechoneras** y en el menú de contexto escoja **Selection > Zoom to selection**



Esto está disponible también en las otras opciones del panel **Contents**. Usamos el botón **Selection** para ver **cuántos elementos** fueron **seleccionados** y de **cuáles layers**.

- Al **acercarnos** a la selección podemos ver los **puntos seleccionados**. Sin embargo estamos **tan cerca** que el mapa topográfico **ya no es tan útil** a esta escala.



Usaremos otras fuentes de información (basemap) para mostrar más detalles de los que da el mapa topográfico.

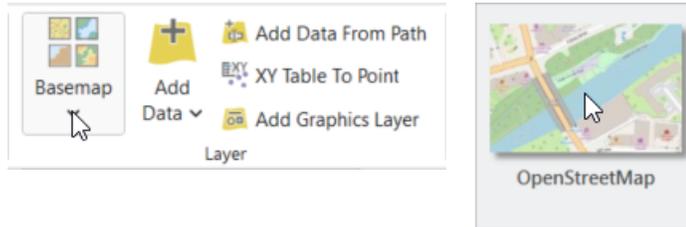
Añadir mapa base y límites de parcelas

Para este nivel de detalle podemos usar uno de los mapas base disponibles desde el **grupo Layer** del **ribbon** asociado al **tab Map**. Insertaremos el mapa base [OpenStreet Map](https://www.openstreetmap.org/). Este contiene un mapa con **huellas de edificios** y otros elementos geográficos de interés.

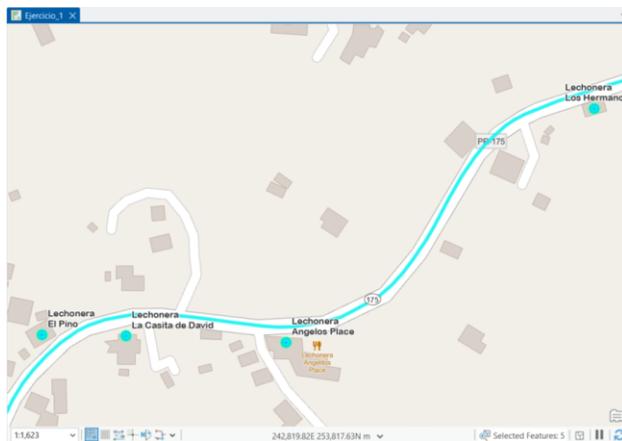
- Apague (**uncheck**) el layer **Cuadrángulo Topográfico Aguas Buenas 2025**.



- En el **ribbon** asociado al **tab Map**, vaya al **grupo Layer** y haga **click** en el botón **Basemap** para escoger la opción **OpenStreetMap**. Este aparece más abajo en la lista de mapas base e imágenes satelitales.



Luego de añadir el mapa **OpenStreetMap**, se verá así.



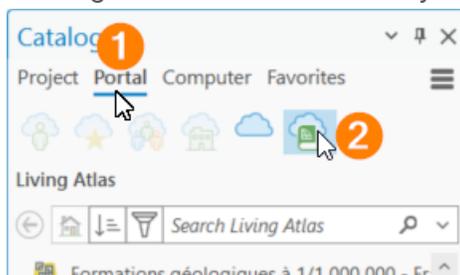
La única lechonera que aparece en el mapa OSM es "Ángelo's Place".

Podemos **añadir otros layers** a esta vista. Por ejemplo insertar un mapa con los límites de las parcelas. Este mapa no es el mapa parcelario del CRIM. Solamente muestra límites y no ofrece ningún otro dato sobre las parcelas.

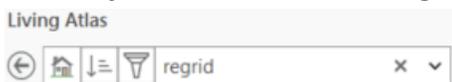
Para esto vayamos al **panel Catalog** y pasaremos a la opción **Portal** para ir al portal de ArcGIS Online, específicamente al **Living Atlas** de Esri. Estos son layers que están online y gestionados de una u otra manera por Esri.

Procedamos.

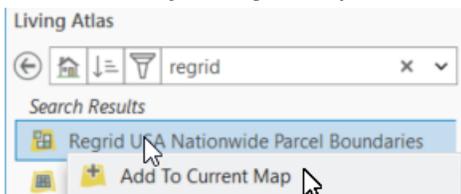
- Vaya al lado derecho de la interfaz gráfica de ArcGIS Pro, al **panel Catalog**.
- Haga **click** en el **tab Portal** y haga **click** en el **botón Living Atlas**.



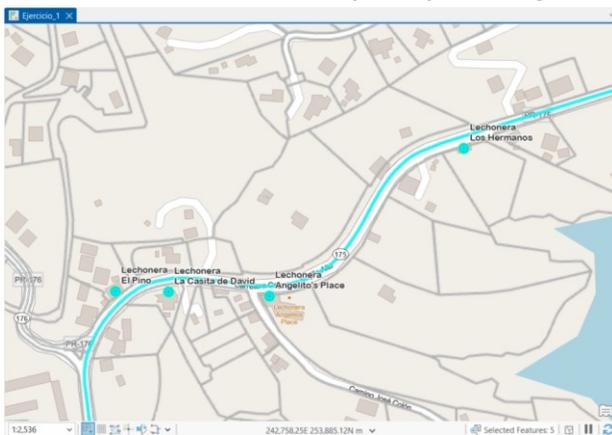
- En la caja de texto **Search Living Atlas**, escriba: **regrid** y **presione** la tecla **enter**.



- En la lista de resultados haga **right click** en el layer virtual **Regrid USA Nationwide Parcel Boundaries** y escoja la opción **Add To Current Map**.

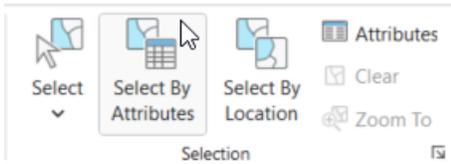


- Use la **rueda del ratón** un paso para **alejarse** un poco la vista del mapa.

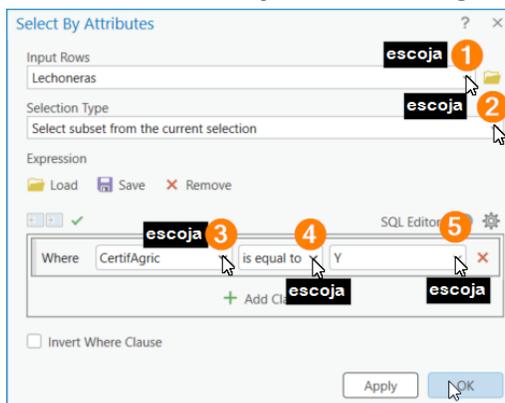


Pregunta:

- ¿**Cuántos** de estos establecimientos seleccionados están certificados por el Departamento de Agricultura? Para contestar esta pregunta haremos una sub-selección. Es decir, **escoger dentro** de un **conjunto previamente seleccionado**
- En el **ribbon del tab Map** vaya al grupo **Selection** y escoja **Select by Attributes**.

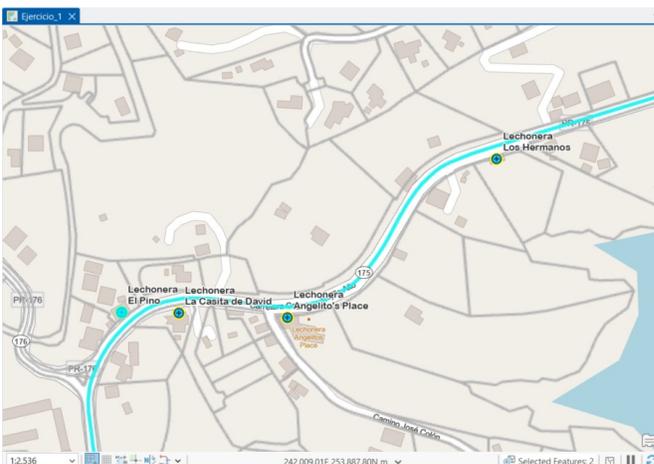


- En la forma **Select by attributes**, siga los pasos a continuación:



- Presione **OK** para aceptar las instrucciones y cerrar la forma.

Observará que en esta área, solo un establecimiento tiene el certificado del Departamento de Agricultura, de los cinco previamente seleccionados en esta parte de la carretera PR-175. ¿Cuál es? _____

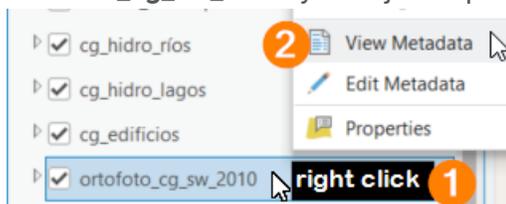


Si hay solo un establecimiento escogido, ¿por qué el panel del mapa Ejercicio_1 lee **Selected Features: 2**?

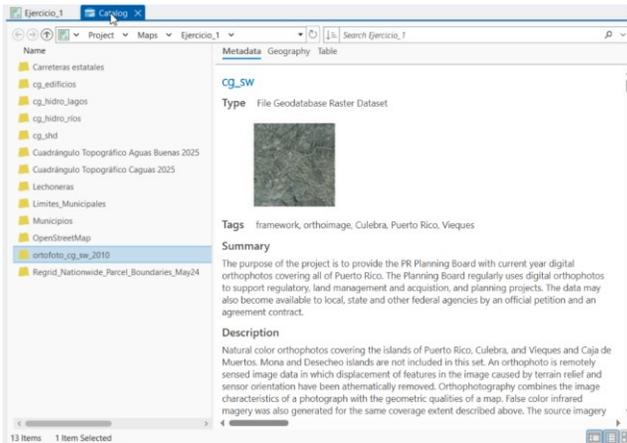
Ver documentación (metadatos) de un layer

Cada layer debe tener documentación asociada que explique estas preguntas básicas: de qué se trata, cómo se realizó, cuándo se hizo y qué época representa, dónde o qué extensión geográfica representa, cuál es su sistema de referencia geoespacial, cuál es el propósito del geodato y la metodología usada para crearlo.

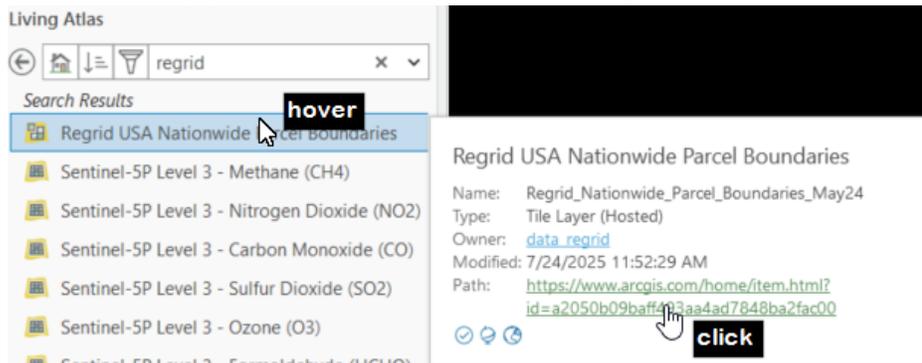
- Por ejemplo, para **ver** la **documentación**, haga **right click encima del layer ortofoto_cg_sw_2010** y escoja la opción **View Metadata**.



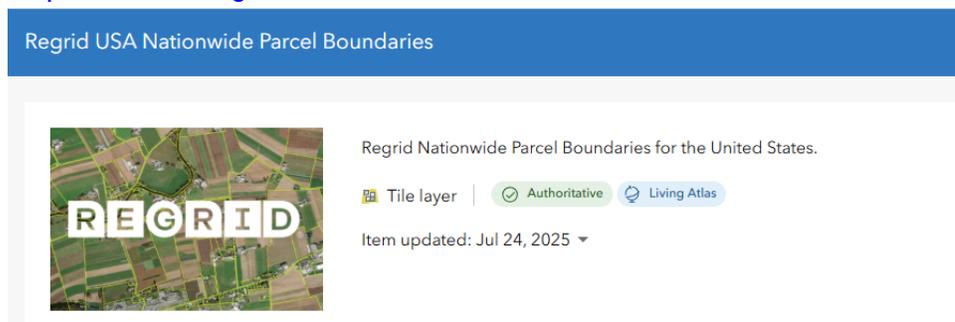
- Aparecerá el visor del Catálogo (**Catalog View**). Este abrirá el informe de metadatos de este layer. Intente otros layers.



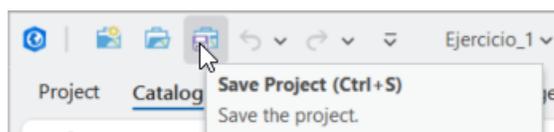
- El layer virtual **Regrid** no trae metadatos al Catalog View. Sin embargo, si vamos al **panel Catalog** y buscamos el **layer** en el **Living Atlas**



- Aparece esta **descripción** en la dirección:
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=a2050b09baff493aa4ad7848ba2fac00>



- Esto concluye este primer ejercicio. **Cierre** el programa **ArcGIS**. **Guarde los cambios si así lo desea.**



Preguntas:

1. ¿Qué es un proyecto de ArcGIS Pro? ([p. 11](#))

2. ¿Qué son y para qué se usan los bookmarks? ([p. 12](#))

3. ¿Para qué se usan las tablas de atributos? ([p. 18](#))

4. ¿Cómo sabemos cuándo tenemos récords seleccionados en una tabla de atributos?
(p.20)

5. Mencione dos métodos para seleccionar datos en un SIG. (select by ... y select by...) [pp. 18 y ss](#) y [pp. 21 y ss](#))

6. ¿Qué *contiene* el panel Contents? ([p.16](#))

7. Qué distinción hicimos (Selection Type) para poder seleccionar solamente la lechonera que estaba certificada por el Departamento de Agricultura, localizada en la carretera PR-175? (p. 27)

Ejercicio II: Importar un archivo mxd de ArcMap

Introducción

El objetivo de este ejercicio es mostrar **cómo importar** un archivo [map document mxd](#) de **ArcMap** a **ArcGIS Pro**. Este **map document** fue preparado en **ArcMap 10.8** y contiene geodatos y una composición de mapa del **Bosque Estatal Monte Choca**. El BE Monte Choca está **localizado** en el barrio Palos Blancos del **Municipio** de **Corozal**, adyacente al barrio Cedro Abajo del **Municipio** de **Naranjito**. Este bosque es **manejado** por la **comunidad** y el **Departamento** de **Recursos Naturales y Ambientales**. El map document (mxd) que importaremos a ArcGIS Pro muestra el entorno del bosque, tomando en consideración la parte superior de la cuenca hidrográfica del río Mavilla, donde se ubica el bosque. El bosque tiene un área aproximada de 1 kilómetro cuadrado.



Ubicación del Bosque Estatal Monte Choca, (representado por una mancha verde) entre los municipios de Corozal y Naranjito.

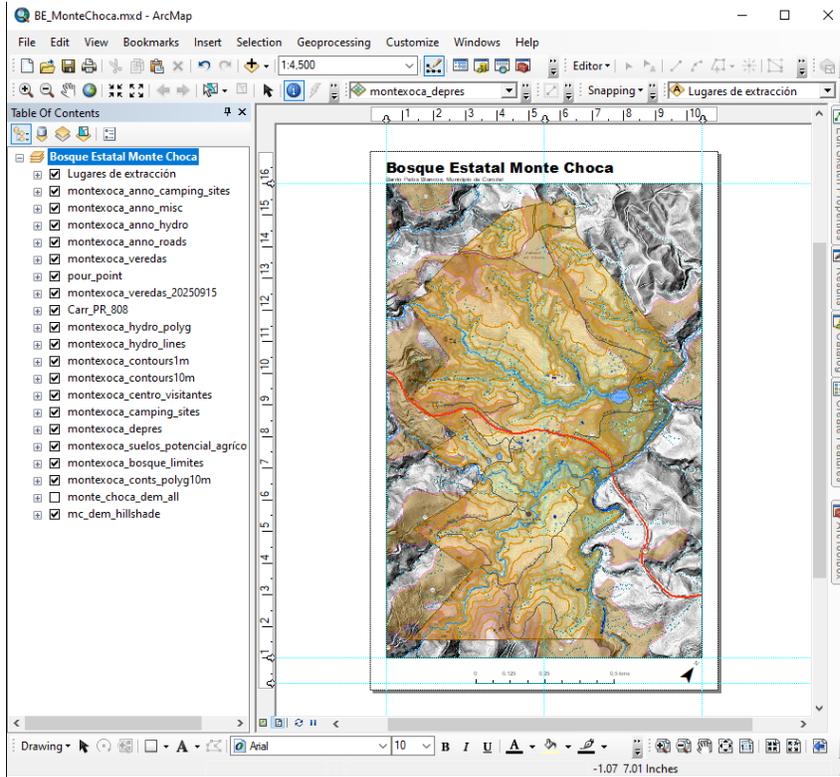
Objetivos y tareas

Durante este ejercicio realizaremos las siguientes tareas:

- Importar un ArcMap Document (mxd).
- Explorar las propiedades del Map view y el Layout importado desde el map document de ArcMap.
- Explorar la geodatabase incluida y sus geodatos vectoriales, ráster, anotaciones y otros.
- Añadir annotation features (etiquetas) que falten.
- Generar un project package para compartir los datos, y todas las simbologías y propiedades del proyecto.
- Guardar su trabajo.

Importar un archivo Map Document (mxd) de ArcMap a ArcGIS Pro

Como mencionamos al inicio de este capítulo, el mapa que vamos a convertir fue realizado en **ArcMap**, versión 10.8. La siguiente figura muestra la página para impresión de este documento como aparece en la interfaz de ArcMap.



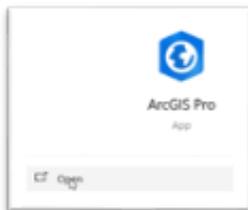
El mapa (data frame) tiene una rotación de -35 grados para aprovechar al máximo el tamaño de página (tabloide, 11" x 17" "Portrait"). En el mapa se muestran las elevaciones en metros, el patrón de escorrentías y los cuerpos de agua, las veredas, la carretera PR-808 y las series de suelos de importancia agrícola. El fondo es un modelo de sombreado topográfico "hillshade" del área de la cuenca hidrográfica donde ubica este bosque, a orillas del río Mavilla, que desemboca en el Océano Atlántico.

Crear un nuevo proyecto ArcGIS Pro

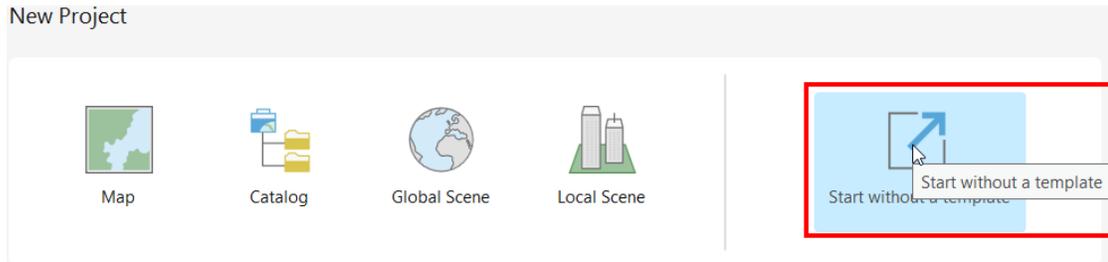
- Comencemos por abrir una **nueva sesión de ArcGIS Pro**.
En la **caja de texto search** de Windows, **escriba arcgis**



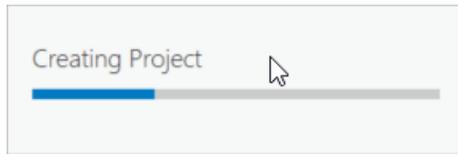
- Haga **click** en el botón **Open** cuando aparezca el icono de **ArcGIS Pro**.



- En la pantalla de inicio “**New Project**” de ArcGIS Pro escoja la opción **Start without a template.**



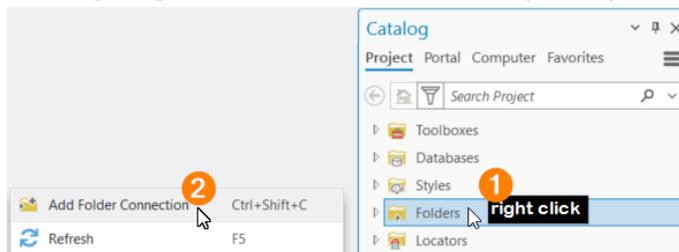
- Espere la carga del nuevo proyecto.



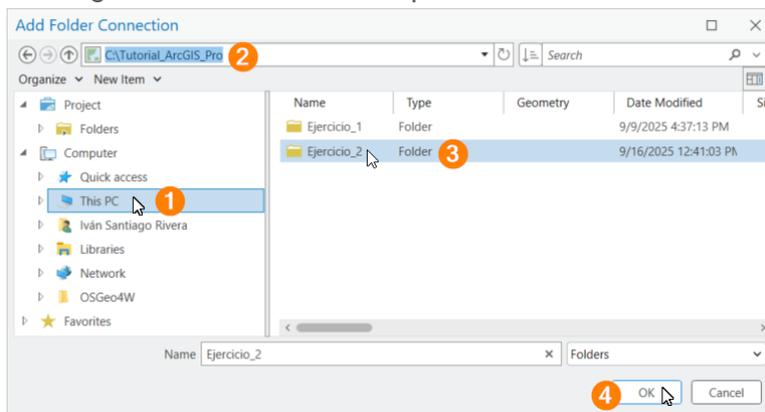
Crear una conexión a un folder

Para **facilitar la navegación**, hagamos una conexión al folder donde están contenidos los datos que vamos a usar. Este folder es **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_2**.

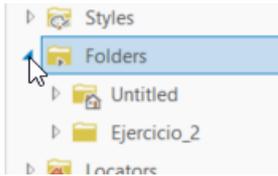
- Vaya a la derecha de la interfaz de **ArcGIS Pro**, al panel **Catalog**.
- Haga **right click** en el ítem **Folders** y escoja la opción **Add Folder Connection**.



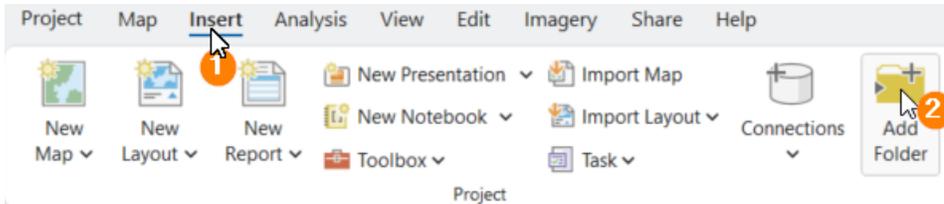
- Escoja** el folder **Ejercicio_2**, el cual estará dentro del folder **Tutorial_ArcGIS_Pro**.
- Haga **click** en el botón **OK** para **crear** esta **conexión** al folder.



- ☐ Compruebe si creó la conexión. **Expanda el nodo** al lado izquierdo del ítem **Folders**. Deberá ver los folders **Untitled** y el folder **Ejercicio_2**.

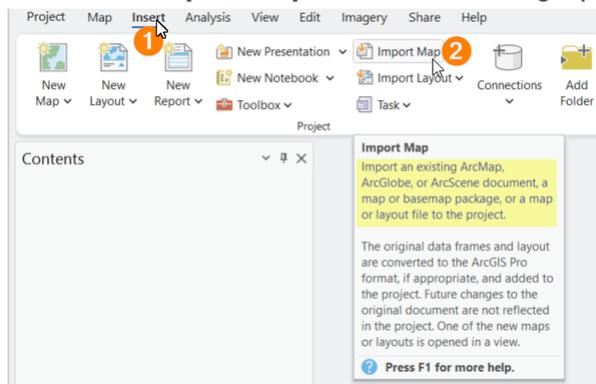


- ☐ Como **alternativa**, puede usar el **botón Add Folder**, el cual está ubicado en el ribbon asociado al **tab Insert**, en el grupo **Project**



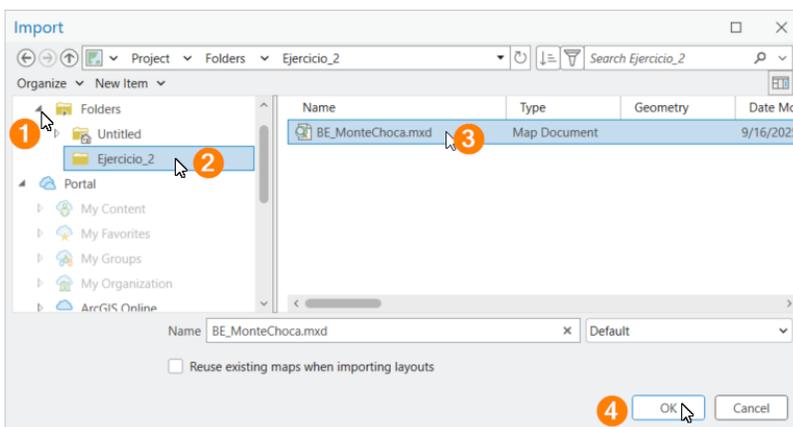
Importar el archivo mxd

- ☐ Para **importar** el **map document (mxd)** hecho en ArcMap, vaya al tab **Insert** y haga **click** en el botón **Import Map**, localizado en el grupo **Project**.

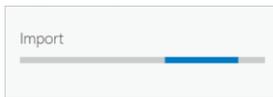


Con esta opción convertiremos los **data frames** originales, **layouts** y otros elementos a **ArcGIS Pro** y añadidos al **ArcGIS project file.**"

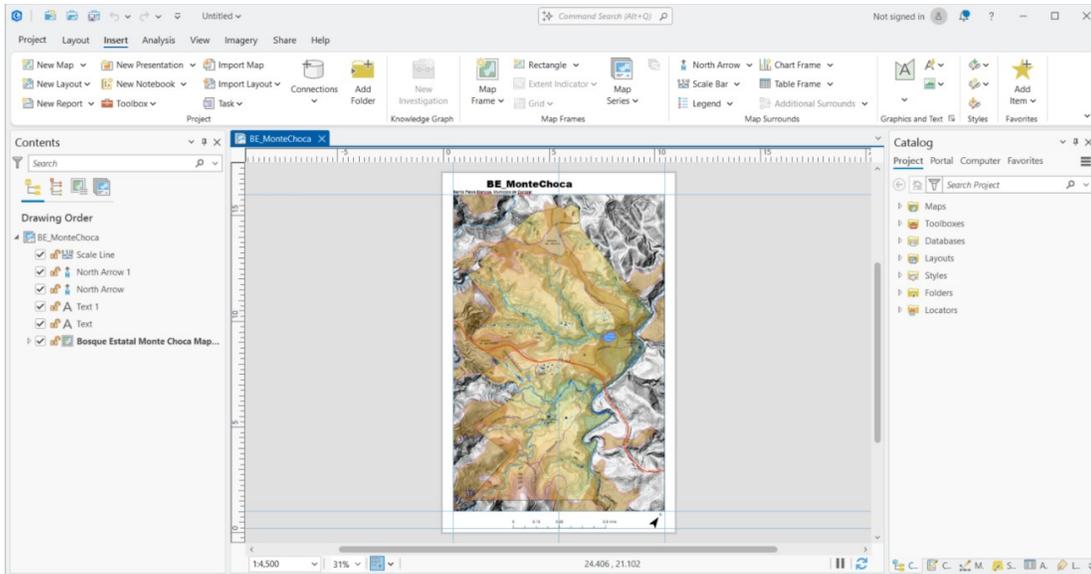
- ☐ En la forma **Import** que aparecerá, siga la siguiente secuencia de pasos. **Seleccione** el archivo **BE_MonteChoca.mxd** que está en el folder **Ejercicio_2** que acabamos de crear una conexión



- Espere que **ArcGIS Pro** convierta el **map document mxd**:



El **map document importado** aparecerá de esta manera en **ArcGIS Pro**:

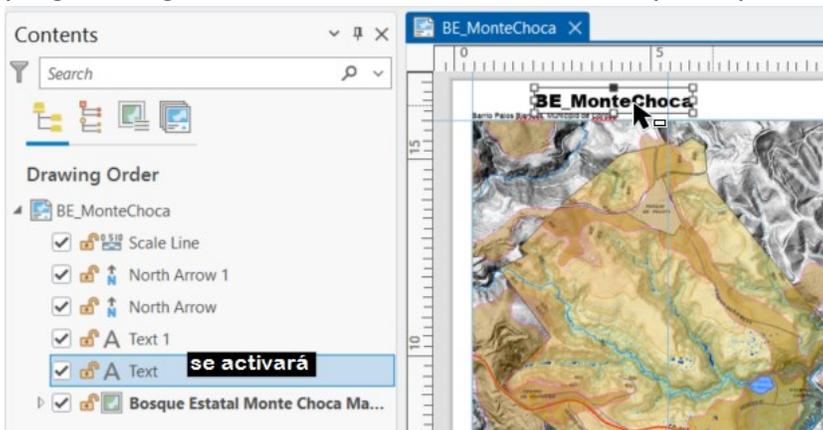


Aparece el **Layout tab "BE_MonteChoca"**, ya que de esa manera fue grabado el **map document** en **ArcMap**. Observe también que las **simbologías** aparecen como estaban en **ArcMap**, además de la **orientación del "map frame"**.

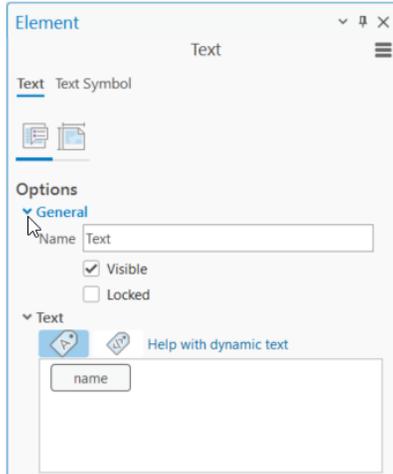
Corregir el título del mapa

Si observa la figura anterior del **map document** en **ArcMap**, veremos que **ArcGIS Pro no conservó el título principal** y lo cambió por el nombre del **map document**. Procedamos a cambiarlo, como estaba originalmente.

- Haga **click** en el título **BE_MonteChoca**. Verá que se activa el **"layer gráfico" A Text** en el **panel Contents** de esta página de impresión (**Layout**). Esto se parece a los **layers** de programas gráficos como **Illustrator** o **Photoshop**, **Gimp**, etc.



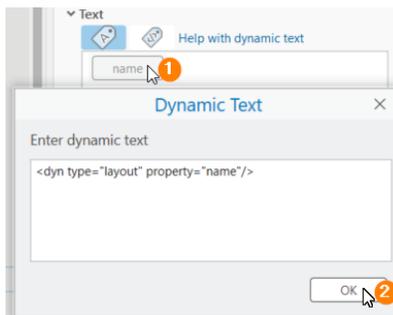
- Note que además **se activará** a la **derecha** de la interfaz gráfica de **ArcGIS Pro**, el **panel Element**, en el contexto de **Text**, para acceder a las propiedades de este título. Verá lo siguiente:



Al expandir el **nodo General**, podemos ver y cambiar el nombre de este elemento de texto.

- **Escriba Título** en esta caja de texto.

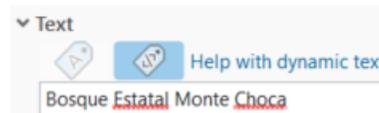
En el nodo **Text** verá una caja "name". Esta es una etiqueta "dinámica", la cual sirve como variable que se llena con alguna de las propiedades del archivo original mxd. En este caso es el nombre del map document: BE_MonteChoca.



- Haga **click** en el cuadro **name** para que le muestre el código de este texto dinámico.

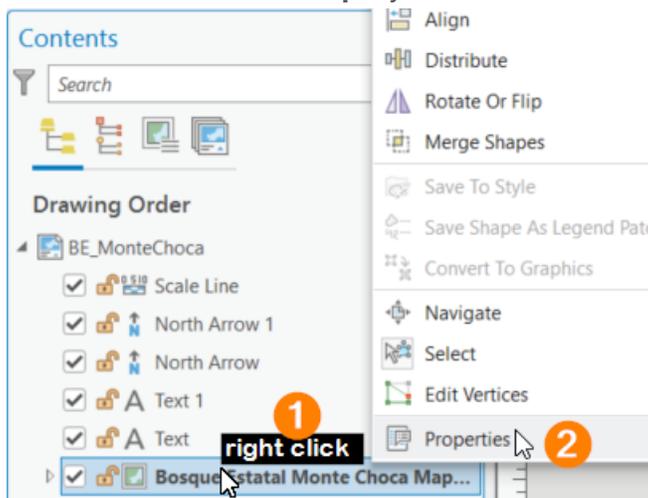
Esto no hace mucho sentido con el mapa.

- **Borre** el cuadro **name** y **escriba Bosque Estatal Monte Choca**

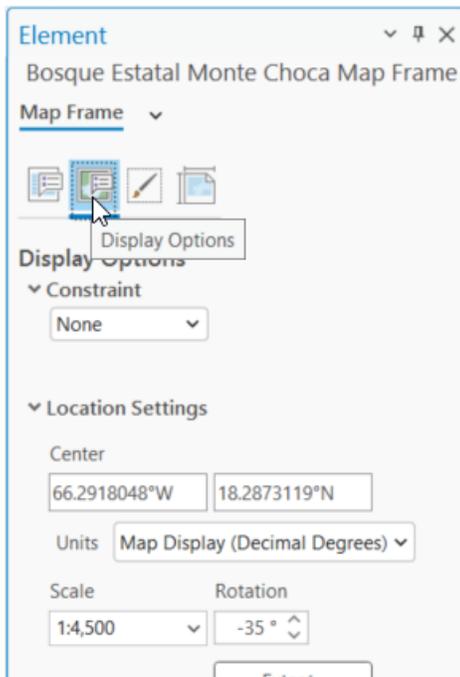


Explorar propiedades del map document importado

- Para **ver la orientación** que tiene este **map frame**, haga **right click** en el ítem **Bosque Estatal Monte Choca Map...** y en el menú de contexto **escoja** la opción **Properties**.



- Haga **click** en el tab **Display Options**. La inclinación está en la sección **Rotation**.

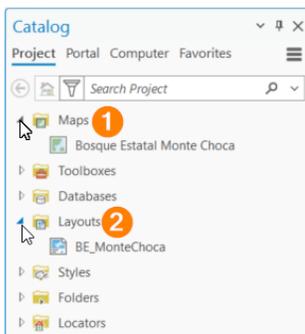


Procedamos a explorar los ítems que están en el **panel Catalog**.

- Active el **panel Catalog**  o puede usar el **botón drop down** localizado en la **esquina inferior derecha** de la interfaz de **ArcGIS Pro**.

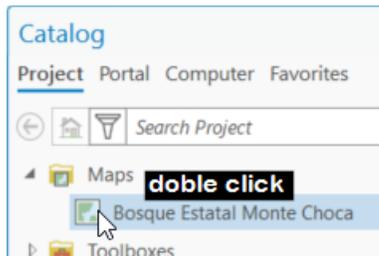


- En el panel **Catalog**, **explore** los **ítems** que están dentro de este panel. **Expand** los nodos **Maps** y **Layouts**.

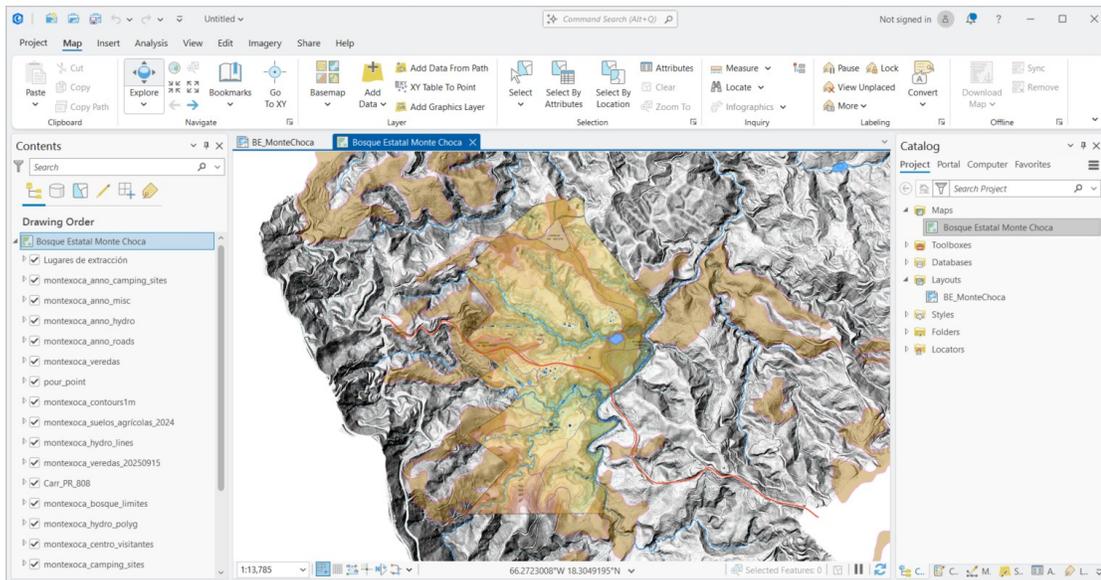


El mapa **Bosque Estatal Monte Choca** aparece en el panel **Catalog**, pero no está abierto.

- Para abrir el **Map tab Bosque Estatal Monte Choca**, haga **doble click** encima del icono de este mapa.



- Así aparecen los layers en el mapa **Bosque Estatal Monte Choca** y en el **panel Contents**.



En este mapa **vemos al fondo el sombreado topográfico para la parte superior de la cuenca del río Mavilla** donde está ubicado este bosque. Note además que **se preservó la orientación de -35° que tenía el map frame del map document**.

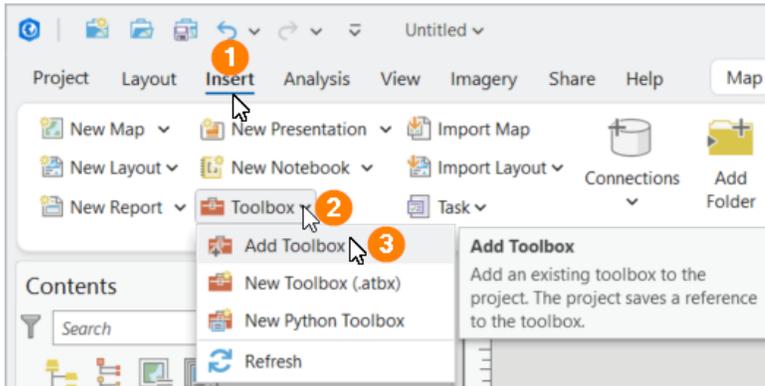
La red hidrográfica fue delimitada mediante el uso de las **herramientas hidrológicas** disponibles en el módulo o extensión **Spatial Analyst**. Este módulo no está incluido en la compra de la licencia de ArcGIS Pro, independientemente de su nivel de funcionalidad. La red hidrográfica se extrajo de un modelo digital de elevaciones derivado de tecnología Lidar ([USGS, 2015](#)) el cual tiene una resolución espacial de 1 metro cuadrado por celda.

Las herramientas usadas pueden verse en los modelos gráficos "**Model Builder**" de ArcMap. **Los modelos** pueden ser importados a ArcGIS Pro. **Pero su funcionalidad** dependerá de que su licencia de ArcGIS Pro tenga instalado el módulo Spatial Analyst.

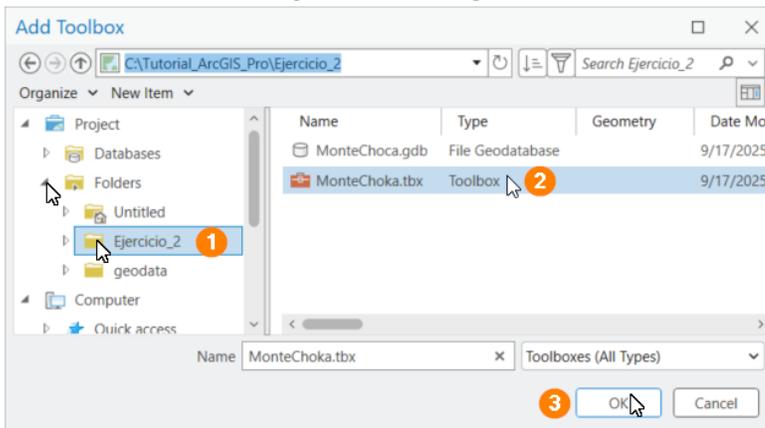
Importar modelos de Model Builder

Podemos importar los modelos, debemos **importarlos** desde un **Toolbox** previamente definido en ArcMap. Esto se realiza desde el ribbon asociado al tab Insert.

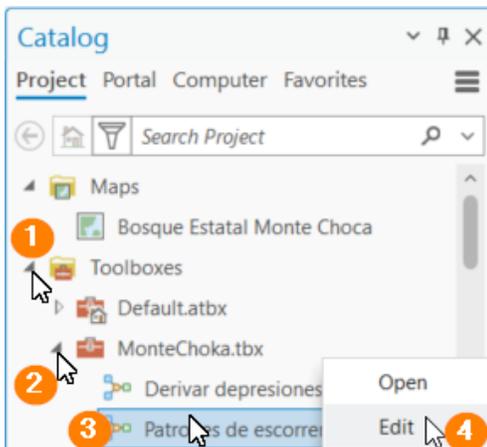
- Para **importar un Toolbox** (y sus modelos), haga **click** en el tab **Insert**, y haga **click** en el botón **Toolbox** y escoja la opción **Add Toolbox**.



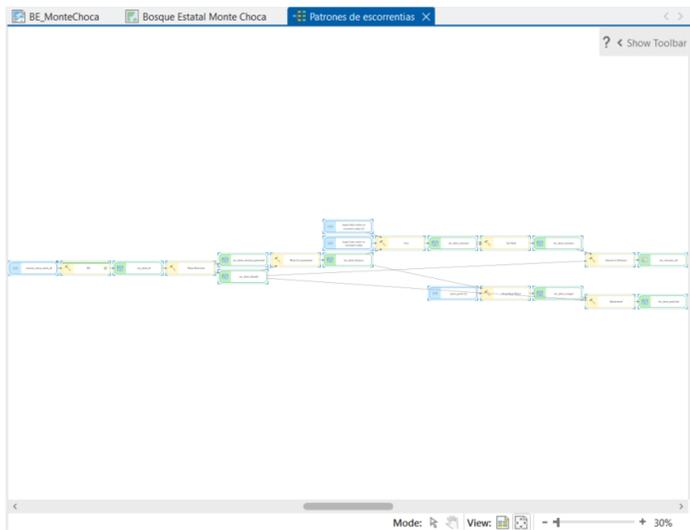
- En la forma **Add Toolbox**, use el **árbol de navegación** bajo **Project**, expanda el nodo **Folders** y haga **click** en el folder **Ejercicio_2**.
- Dentro del folder **Ejercicio_2** haga **click** en el Toolbox **MonteChoka.tbx**.



- Una vez importada esta caja de herramientas, **vaya al panel Catalog**.
- Expanda** el nodo **Toolboxes** y **expanda** el nodo de **MonteChoka.tbx**.
- Haga **right click** en el **modelo Patrones de escorrentías** y **escoja** la opción **Edit** para que pueda ver el modelo en su forma gráfica.



- Aparecerá el modelo en ArcGIS Pro.



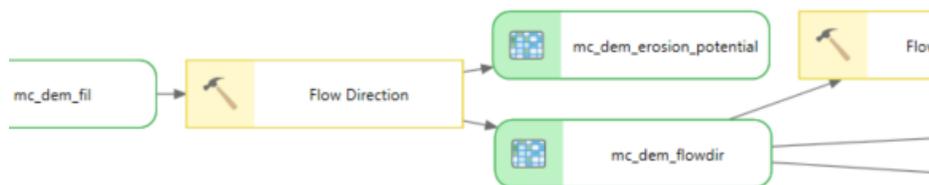
iconos amarillos: Funciones
iconos azules: VAR entradas (geodatos)
iconos verdes: salidas
 Están enlazados por conectores que determinan la secuencia de pasos.

¿Qué hace el modelo Patrones de escorrentías?

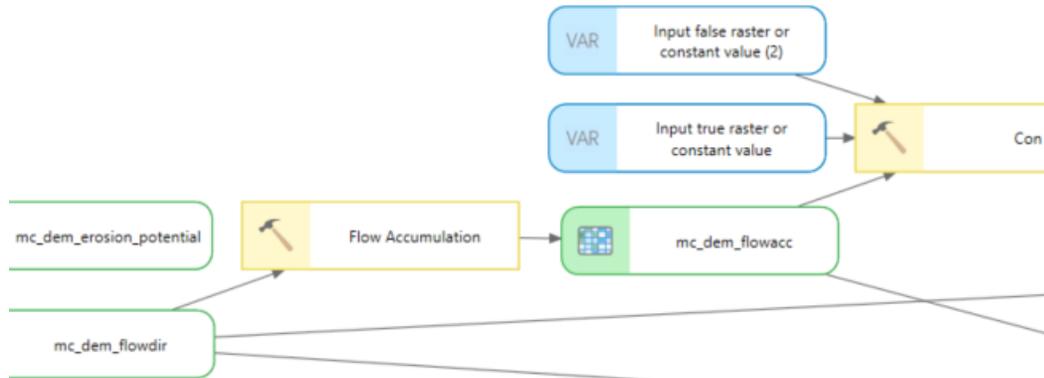
Fill: Este proceso es prerequisite inicial fundamental para determinar el patrón de escorrentías. Para asegurar que se puedan derivar las escorrentías, será necesario primero, rellenar las áreas hundidas en el DEM que interrumpen el flujo de agua superficial, ya sea por depresiones naturales o artefactos, como puentes.



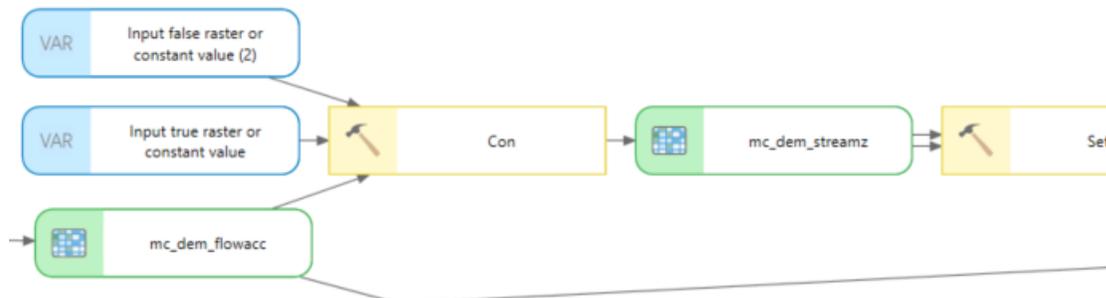
Flow Direction: Una vez el DEM ha sido rellenado, el proceso **Flow Direction** estimará la dirección de flujo basado en una evaluación de las diferencias de elevación dentro de una ventana móvil de 8 celdas (D8). Este proceso devolverá dos productos: 1: ráster de las direcciones de flujo y 2: un ráster opcional que puede interpretarse como de potencial erosivo, asociado a la longitud de la pendiente.



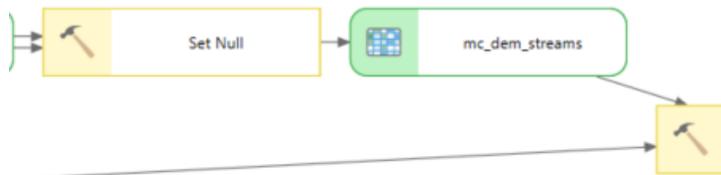
Flow Accumulation tomará el resultado de "Flow Direction" para computar la acumulación de flujo, basado en cuántas celdas contribuyen al flujo superficial de agua, desde la elevación más alta hacia la más baja, en ventanas móviles de 8 celdas.



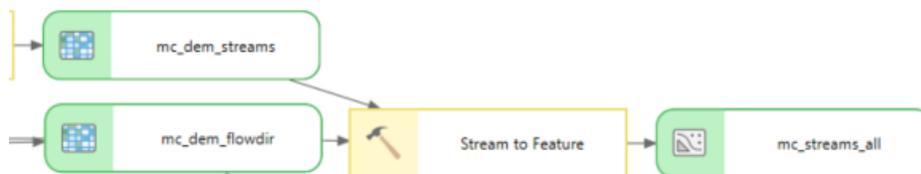
Con: Luego de derivar la acumulación de flujo, pasamos a **hacer una clasificación**. El proceso “Con” o **condicional**, se usará para **clasificar los valores de acumulación** calculados en Flow Accumulation. Primero establecemos un umbral de área que contribuye a crear una línea de acumulación (escorrentía) en eventos de lluvia. En una evaluación previa, determinamos que podemos establecer un **umbral de 1,000 celdas** que contribuyen a **generar una línea de escorrentía**. Esas celdas tendrán valor = 1. Las celdas **fuera** de este **umbral (>1,000)** tendrán **valor = 0**.



Set Null se usa para convertir los valores de acumulación <1,000 a valores NULL o vacíos. Este proceso es prerequisite del próximo proceso Stream to Feature.

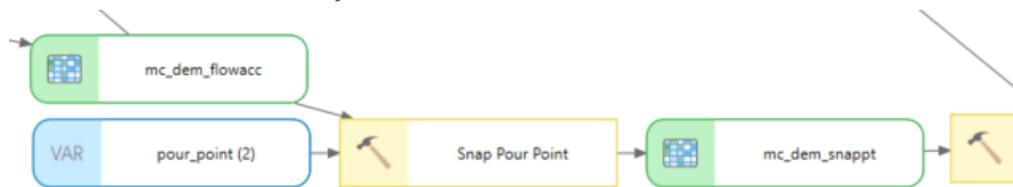


Stream to Feature toma el resultado de Set Null y el ráster con la dirección de flujo para convertir el ráster de acumulación de flujo a un patrón de escorrentías en formato vectorial de líneas.

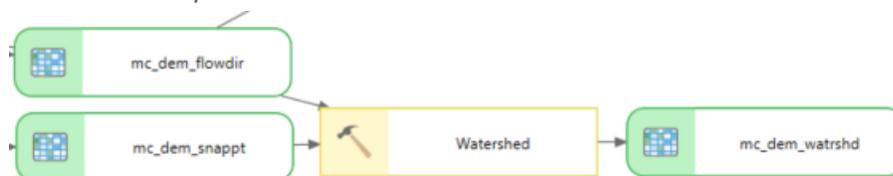


Snap Pour Point es un proceso necesario para poder derivar la cuenca hidrográfica, tomando en consideración las elevaciones de las celdas que están desde la parte más alta del río Mavilla hasta un

punto máximo de acumulación de flujo que determinamos arbitrariamente al evaluar visualmente las subcuencas donde está ubicado el Bosque. Este punto o **Pour point** hay que definirlo manualmente. Este punto marca “más o menos” dónde **van a converger** todos los **flujos de agua** cuenca arriba. El otro geodato ráster necesario es el de **acumulación de flujo**. El resultado será un ráster que marcará el punto de máxima acumulación flujo.



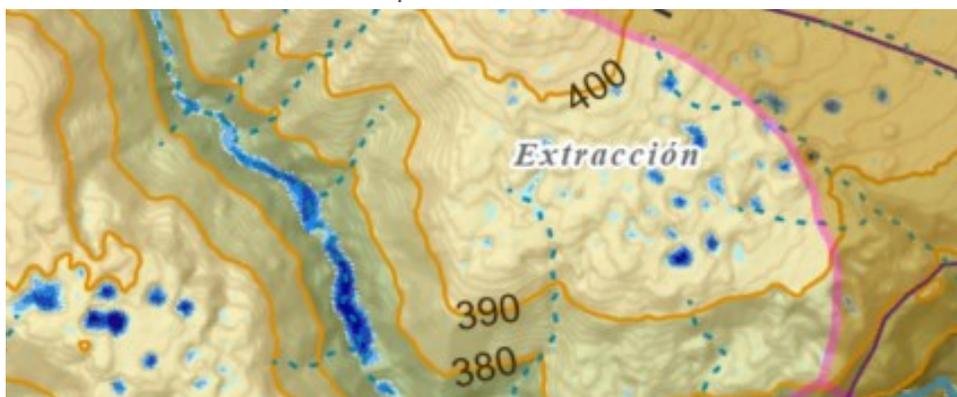
Watershed: Una vez obtenemos el resultado de Snap Pour Point, el proceso Watershed devolverá un ráster con valor 1 para todas las celdas que componen el área de la cuenca del río Mavilla donde está ubicada el Bosque Estatal Monte Choca.



Modelo “Derivar depresiones”

El propósito del modelo **Derivar depresiones** es **aislar y visualizar** un sinnúmero de **lugares** que aparecen en el modelo de sombras (hillshade) como **hoyos** o **depresiones**.

En los inicios de la colonización española en los siglos XVI y XVII, el río Mavilla fue explorado para la extracción de oro en sus bancos de arena. Los hoyos que se pueden apreciar en algunos lugares del bosque son parte de esta actividad minera pretérita, en la cual se buscaba oro en la superficie del terreno. Las áreas redondeadas azules en las partes altas representan estas áreas de extracción. Esta actividad ya no se practica y es incompatible con la reglamentación de uso de este bosque.



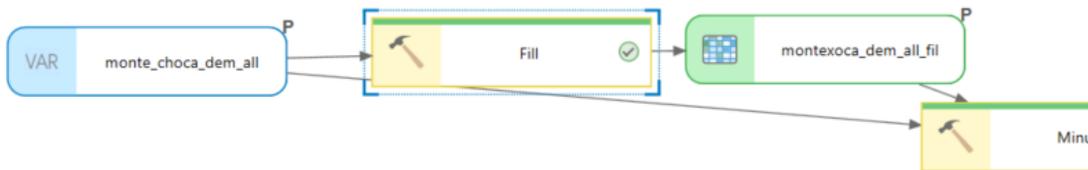
Áreas de extracción mineral (áreas redondas azules) en una sección del BE Monte Choca. La intensidad de azul indica la profundidad (1 a 2 metros).

Para **extraer** estas **áreas de depresiones**, debemos hacer una resta simple del DEM original sin rellenar, menos el DEM producto del proceso Fill.

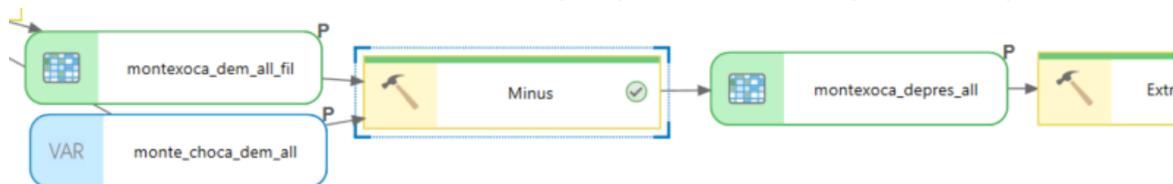
Este es el modelo.



Fill: Repetimos el proceso Fill porque habíamos borrado el ráster rellenado del proceso anterior.



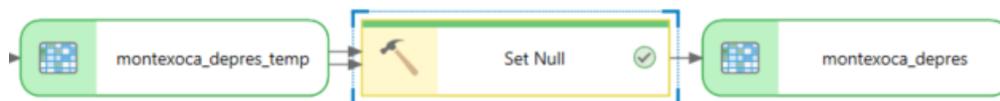
Minus devolverá la **diferencia** entre el DEM original y el DEM rellenado que viene del proceso Fill.



Extract by Mask se usa para recortar el ráster resultado del proceso Minus. Solo nos interesa el área dentro del Bosque.



Set Null se usa para convertir a NULL cualquier valor de celdas que sea = 0, lo cual retiene solo las depresiones.



La existencia de oro en este lugar fue ratificada por el US Geological Survey y puede verse registrada en el [cuadrángulo geológico de Corozal](#), publicado en 1967.

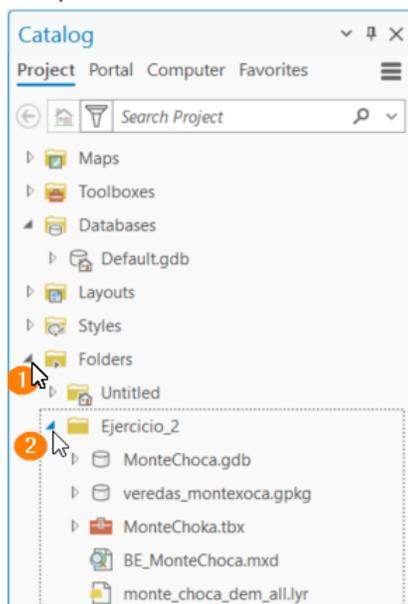
Añadir la geodatabase al proyecto y convertirla en geodatabase por defecto

Si vamos al **panel Catalog** en el folder **Ejercicio_2**, notaremos que hay una **geodatabase**, un archivo **geopackage**, un **Toolbox**, un **archivo mxd** y un **archivo** tipo “**layer**”. De estos archivos, **nos interesa** ahora la geodatabase “**MonteChoca.gdb**”. Vamos a utilizar este **archivo gdb** como

geodatabase por defecto (default geodatabase) para que los cambios sean guardados directamente allí sin necesidad de crear otra geodatabase.

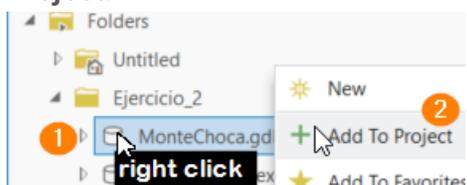
Añadamos primero la geodatabase al nuevo project file de ArcGIS Pro. En

- Vaya al **panel Catalog**, localizado a la derecha de la interfaz gráfica de ArcGIS Pro. En este panel,

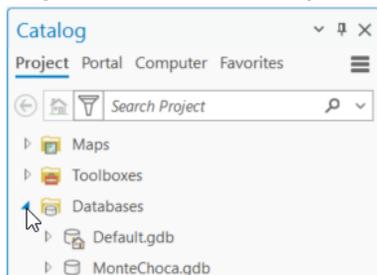


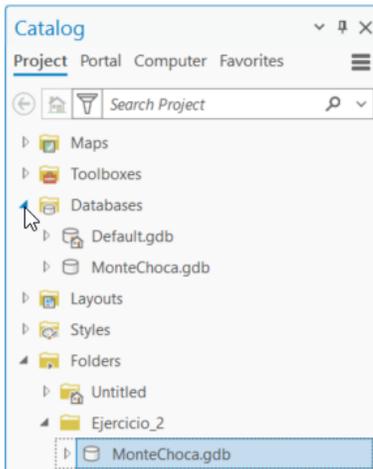
- **Expanda** el nodo **Folders**, que contiene la **conexión** al folder **Ejercicio_2**.
- **Expanda** el nodo **Ejercicio_2**.

- Haga **right click** en la geodatabase “**MonteChoca.gdb**” y **escoja** la opción **Add to Project**.



- Vaya más arriba en el panel **Catalog** y **expanda** el nodo **Databases**.



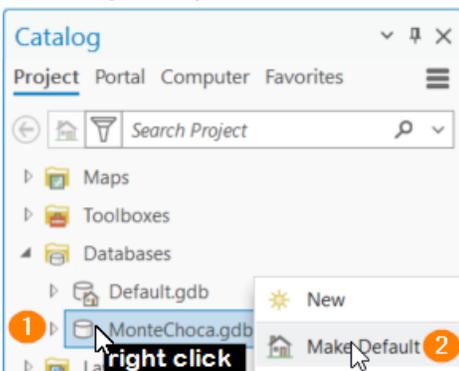


Verá que **MonteChoca.gdb** está registrado en la lista de **bancos de datos del proyecto**. Esto es análogo al proceso que realizamos al conectar el folder **Ejercicio_2** al este project file de ArcGIS Pro.

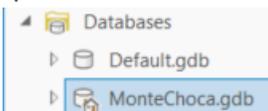
Fijese además que el archivo permanece en su lugar. Lo que **realizamos fue una conexión**.

Por otro lado, resultará conveniente hacer que esta geodatabase (gdb) sea la geodatabase por defecto (default geodatabase). Esto agiliza los procesos de búsqueda de archivos y hará que la **generación de resultados** se haga **directamente** al file geodatabase **MonteChoca.gdb**.

- Para hacer que el file geodatabase **MonteChoca.gdb** sea la **gdb por defecto**, vaya a la sección **Databases** del panel **Catalog**,
- Haga **right click** encima de esta geodatabase.
- Escoja** la opción **Make Default**.

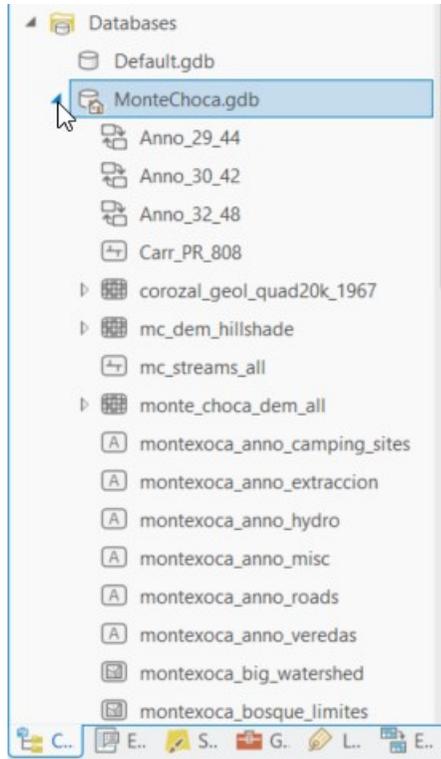


- Verá que el archivo **MonteChoca.gdb** tendrá el icono con una **casa**, lo cual representa que es el "Home" o **Default database**.



Explore el contenido de la geodatabase **MonteChoca.gdb**. Hay un número de layers, tanto vectoriales, ráster y de anotaciones.

- Expanda** el **nodo** del archivo **MonteChoca.gdb** para ver su contenido.



 *Anno_29_44* Los primeros ítems que aparecen están asociados (unión de tablas tipo relate) a los **feature classes de anotaciones**. Estos se generan automáticamente cuando relacionamos un enlace (link) un annotation feature class con otro layer vectorial.

 Los feature classes con una letra A (**annotation features**) son para guardar anotaciones. No se deben confundir con los labels. A diferencia de los annotation features, los labels son etiquetas que no se guardan en la geodatabase.

 Los feature classes con un icono de cuadritos waffle, son los **layers matriciales o ráster**. Los **feature classes vectoriales** están identificados con iconos de **líneas** , **polígonos**  o de **punto** .

En las geodatabases es posible encontrar tablas separadas y otros como mosaicos, etc.

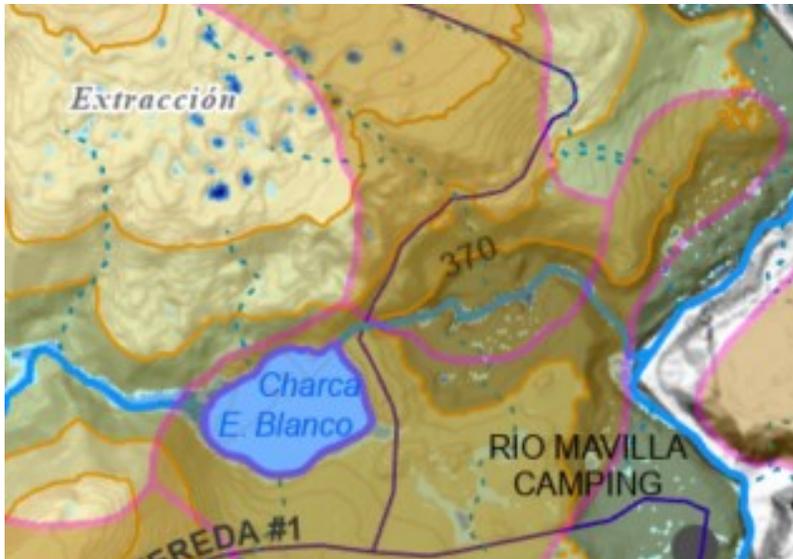
Actualizar Annotation Feature Classes al nuevo formato de ArcGIS Pro

Como se mencionó antes, los **annotation feature classes (AFC)** se guardan dentro de la **geodatabase**. Están **fijados** y **relacionados** a una **escala** y pueden relacionarse a un feature class. En este ejemplo, relacionamos los AFC al layer de hidrografía y otro al layer de veredas, etc.

En esta práctica, la escala de referencia procede de la escala en el mapa en **página** de impresión **tamaño 11"x17"**. Esta composición (layout) fue preparada a **escala 1:4,500**. Todos los **annotation feature classes** están referidos a esa escala. Más allá de esa escala (a una escala menor) pueden **verse hasta la escala 1:10,000**. A partir de esa escala, estas anotaciones se apagan, pero se mantienen en la geodatabase.

Para **poder trabajar** con estos **AFC**, debemos hacer unos **cambios**, en específico al **layer**

Lugares de extracción. En lugar de la palabra **extracción**, podemos usar un **símbolo**  (*open pit-abandoned*) que ocupa menos espacio. Este símbolo se añadirá en otros lugares.

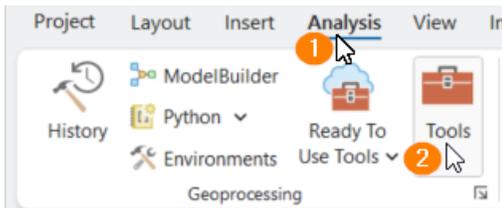


Uno de los lugares abandonados de **extracción** mineral, concentrados en algunas partes de este bosque.

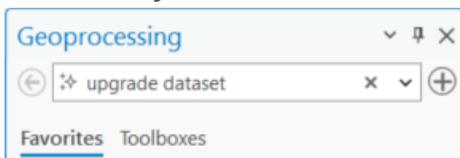
Antes de cambiar la etiqueta (Extracción) por un signo y repetirlo en otros lugares, **tenemos que actualizar el annotation feature class** que contiene esta etiqueta. Esto se debe a que el formato de AFC creado en ArcMap ya no es enteramente compatible con el formato de ArcGIS Pro.

Debido a que ArcGIS Pro utiliza otra estructura de datos para manejar los annotation feature classes, tendremos que usar la herramienta **Upgrade Dataset**. Es necesario tanto para annotation, dimension feature classes y network datasets. Una vez están actualizados, no se puede revertir. Haga copia de su geodatabase original antes de hacer este proceso si tiene que regresar a ArcMap.

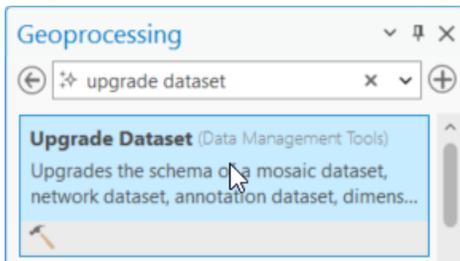
- Para **actualizar el annotation feature class "Lugares de extracción"**, haga **click** en el tab **Analysis** y en el grupo **Geoprocessing**, haga **click** en el botón **Tools**.



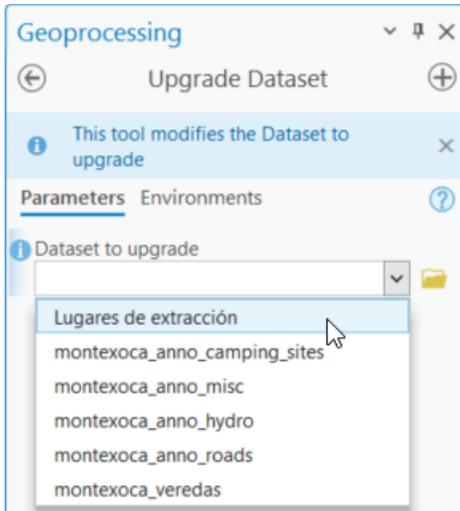
- Aparecerá el tab **Geoprocessing** que contiene las herramientas de geoprocésamiento.
- En la **caja de texto Search**, escriba **upgrade dataset** y presione **enter**.



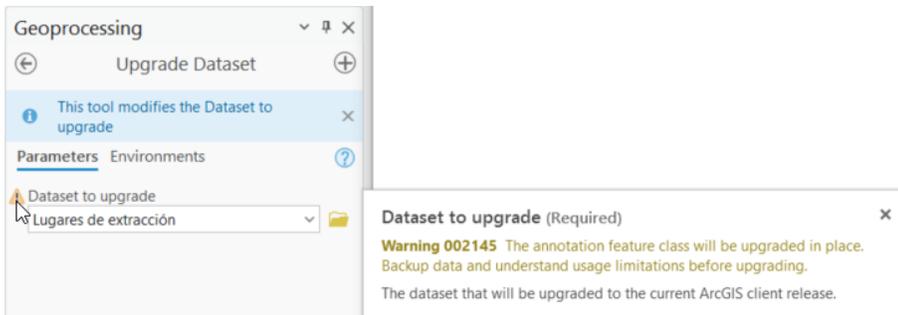
- Haga **click** en la herramienta **Upgrade Dataset**.



- Escoja el **layer** de anotaciones **Lugares de extracción**.



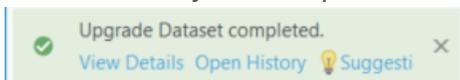
- Ubique** el **cursor encima** del símbolo de **advertencia**. El mensaje lee que el annotation feature será **actualizado** en el archivo mismo, sin generar otro (in place). Para ocasiones donde se necesita seguir el modelo antiguo con ArcMap, no es recomendable hacer esto porque lo hará incompatible con ArcMap.



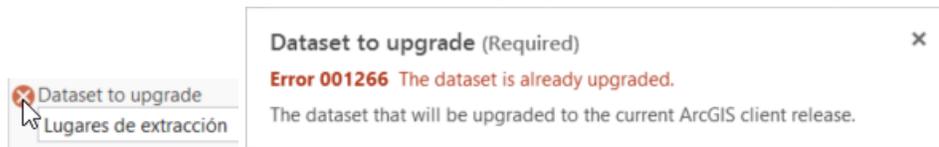
- Procedamos con la conversión en este caso.
 - Haga **click** en el botón **Run** para actualizar este feature class de anotaciones.



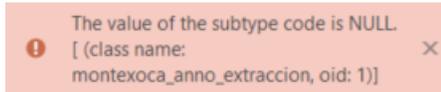
Verá el mensaje de completación:



Así como el símbolo de advertencia, ya que este feature class ya está actualizado.



Para evitar errores posteriores, vamos a reasignar un valor necesario en la tabla de atributos del layer Lugares de extracción.



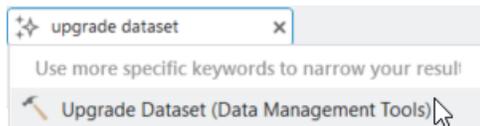
Error que aparecería si no se corrige.

Procedamos a **convertir** el **resto** de los **annotation feature classes**.

- Localice la caja de texto **Command Search** en la **parte superior** de la interfaz de **ArcGIS Pro**.

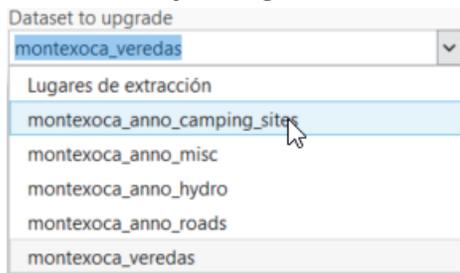


- En la **caja de texto** escriba **upgrade dataset**. Al salir la lista, **escoja** el proceso **Upgrade Dataset**.



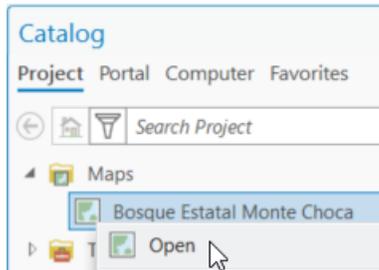
Esto lo llevará al **panel Geoprocessing** y directamente a esta herramienta.

- Efectúe la actualización del resto de los feature classes de anotación que aparecen en la lista, **excepto Lugares de extracción**, porque fue actualizada anteriormente.



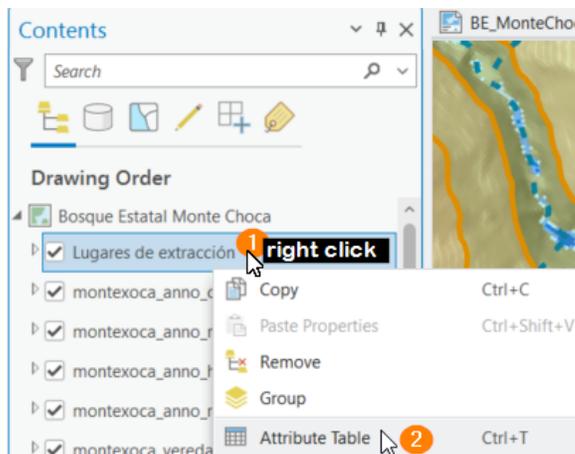
- Abra** el **map Bosque Estatal Monte Choca**. Si no aparece el tab de este mapa, lo puede encontrar en el panel **Catalog**,
 - Expanda el nodo **Maps**,
 - Haga **right click** en el ítem **Bosque Estatal Monte Choca** y

- Escoja la opción **Open**.

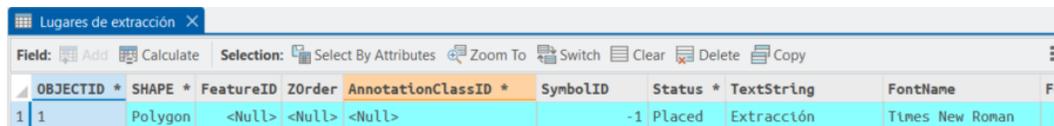


Una vez aparezca el mapa:

- Vaya al **panel Contents**. Bajo **Drawing Order**, localice el layer **Lugares de extracción**.
- Haga **right click** en el layer **Lugares de extracción** y haga click en la **opción Attribute Table**.

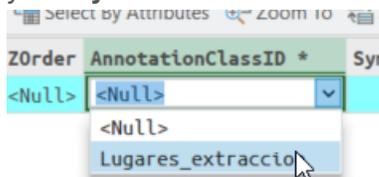


- El campo **AnnotationClassID** está **vacío**. Debería tener el valor correspondiente al nombre del *alias* del annotation feature class.

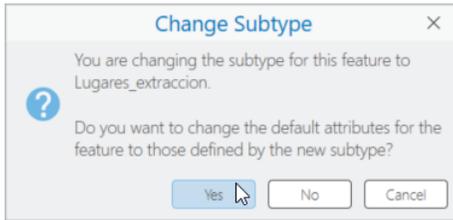


OBJECTID *	SHAPE *	FeatureID	ZOrder	AnnotationClassID *	SymbolID	Status *	TextString	FontName
1	Polygon	<Null>	<Null>	<Null>	-1	Placed	Extracción	Times New Roman

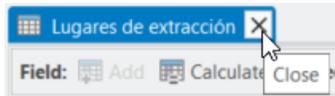
- En la tabla de atributos, bajo el campo **AnnotationClassID**, haga **doble click** en esa celda y **escoja** de la lista el valor **Lugares_extraccio**.



- Acepte el cambio de subtipo (**Change Subtype**) para que acepte este valor por defecto. Haga **click** en el botón **Yes**.



- Cierre la tabla de atributos.



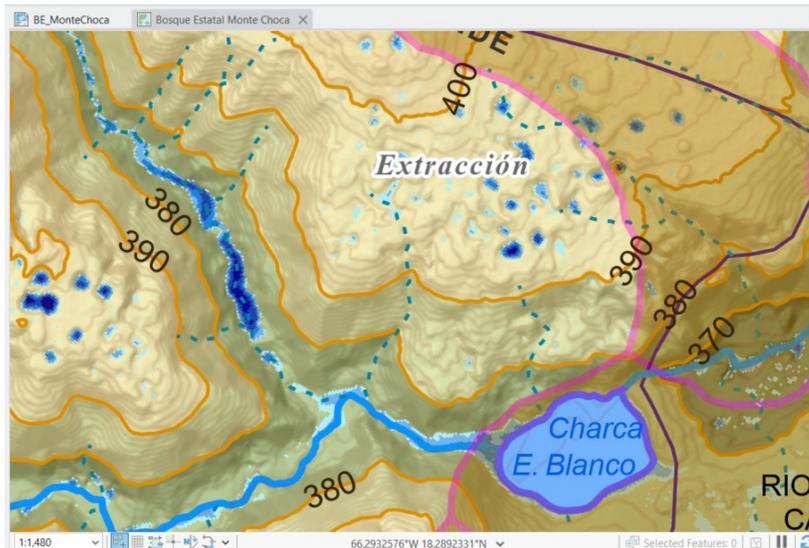
Editar el feature class de anotación

Ya que hicimos las provisiones para evitar este mensaje de error, pasemos a editar este feature class de anotaciones.

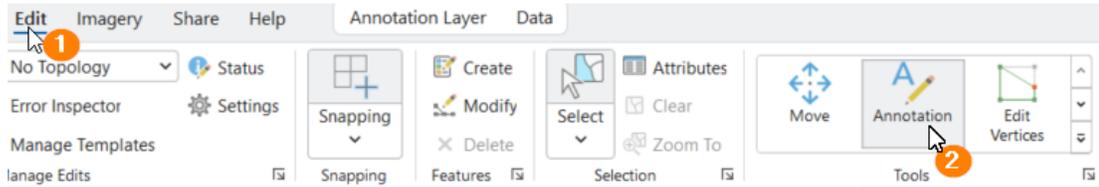


Como las anotaciones no se pueden ver a escalas menores de 1:10,000 deberá hacer zoom in en el mapa rodando la rueda del ratón hacia arriba. Una vez esté más cerca localice la anotación "Extracción", al norte-noroeste y cerca de la charca E. Blanco, donde aparece la flecha que marca el lugar.

- Ruede la rueda del mouse hacia arriba para acercar.



- Para comenzar a **hacer cambios**, haga **click** en el tab **Edit** y
- Haga **click** en el botón **Annotation**, localizado en el grupo **Tools**.

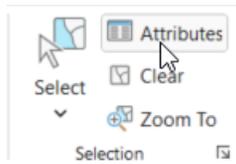


- Haga **click** en la anotación:

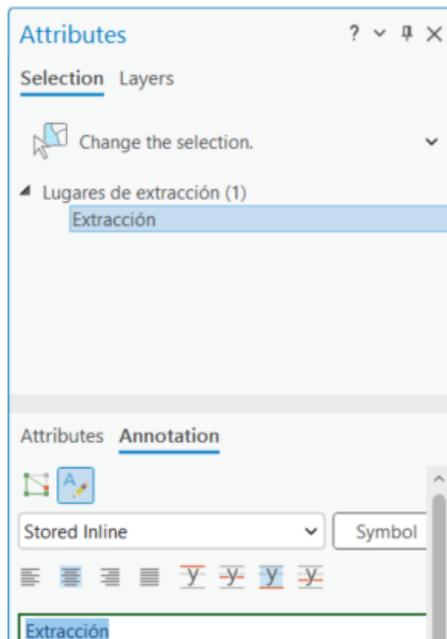


La anotación se activará y mostrará una caja inclinada. Esto se debe a que el map frame tiene una **desviación** de **-35°** y para que las anotaciones se vean derechas, deberán tener ese ángulo.

- Aún en el tab **Edit**, localice en el ribbon el grupo **Selection** y
- haga **click** en el botón **Attributes**.



- Aparecerá el **panel Attributes**, que nos dejará cambiar el texto.



Lo que vamos a hacer será:

*Cambiar Stored inline al subtype de anotación **Lugares_extraccion**

*Sustituiremos el texto "Extracción" con la letra a con diéresis: ä.

*La letra ä nos servirá para relacionar el símbolo **Open pit-abandoned** al cambiar el tipo de letra actual a **ESRI Geology AGSO 1**.

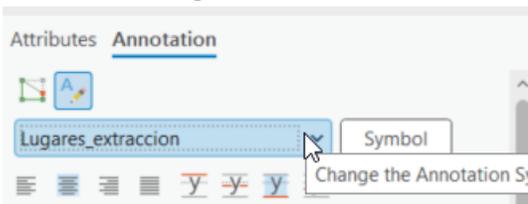
*Añadiremos un halo al símbolo para que resalte un poco más.

*Cambiaremos el tamaño de letra a 26 puntos.

*Cambiaremos el color de la letra a gris oscuro.

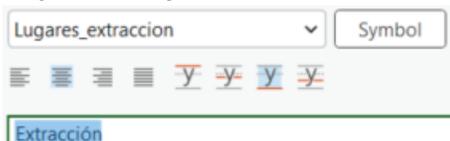
Procedamos:

- En el botón drop-down **Change the Annotation Symbol** donde lee: *Stored Inline*, **cambie** ese valor a **Lugares_extraccion**



Esto servirá para relacionar este label con el subtype correspondiente que proviene del diseño previamente hecho en el ArcMap document mxd.

- Vaya a la caja de texto donde lee **Extracción** y **borre** este texto.

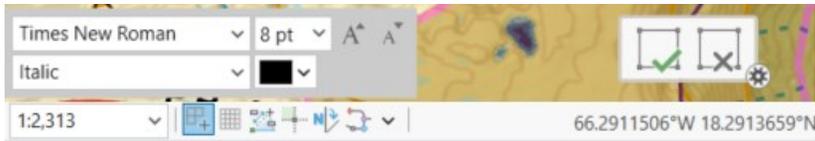


- Sustituya** el **texto** una **letra a con diéresis: ä**. Puede hacer copy/paste o puede insertar esa letra al pulsar la tecla **alt + 0228**. No olvide el cero.



Para relacionar esta letra con el símbolo de minería abandonada que buscamos, debemos **cambiar el tipo de letra** (o símbolos) **a uno que trae ArcGIS Pro instalado**.

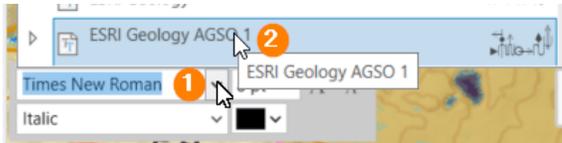
- Para cambiar el **tipo de letra a símbolos**, vea al **fondo** (background) del **map view**. Notará los siguientes botones:



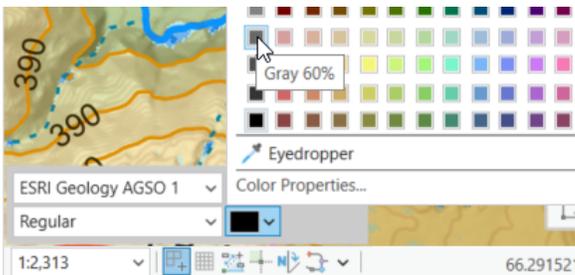
Los botones a la derecha se usan para validar y registrar cambios y el otro para borrar o cancelar la modificación actual del elemento seleccionado.

Si la anotación no está seleccionada, no aparecerá este menú de contexto.

- En el botón para escoger el tipo de letra, cambie *Times New Roman* al tipo de letra de símbolos **ESRI Geology AGSO 1**.



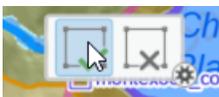
- Use el **botón** para cambiar el color del símbolo a **gris 60%**



- Cambie** el tamaño de letra (símbolo) a **48 puntos**.

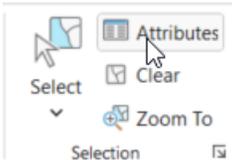


- Haga **click** en el botón para **registrar los cambios**.

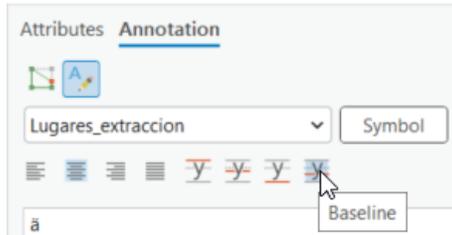


Debemos hacer otros cambios, pero los haremos desde el botón **Symbol** en el panel **Attributes** de este elemento.

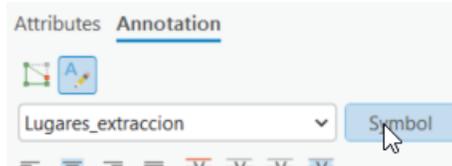
- Con **este elemento** de anotación **seleccionado**, haga **click** en el botón **Attributes**, localizado en el **grupo Selection** de ribbon asociado al **tab Edit**.



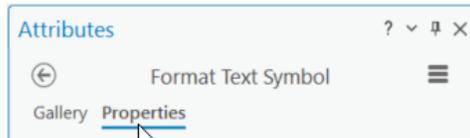
- En el panel **Attributes**, haga **click** en el botón **Baseline** para poner el símbolo en el centro de la caja del texto.



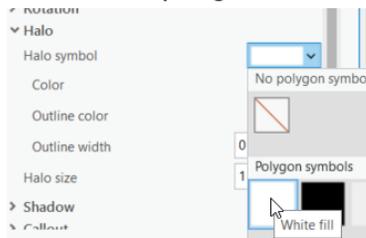
- Vamos a añadir un halo al símbolo para resaltarlo. Haga **click** en el botón **Symbol**.



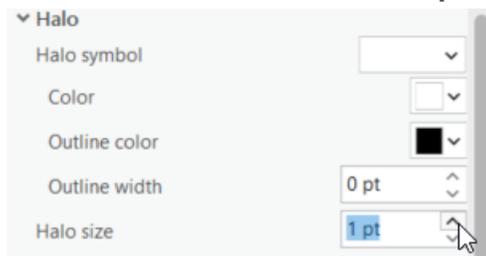
- En este **panel Attributes**, sección **Format Text Symbol**, haga **click** en el tab **Properties**.



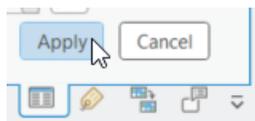
- Vaya más abajo a la sección **Halo** y **expanda** su nodo. En el ítem **Halo Symbol** escoja el símbolo de polígono blanco **White Fill**.



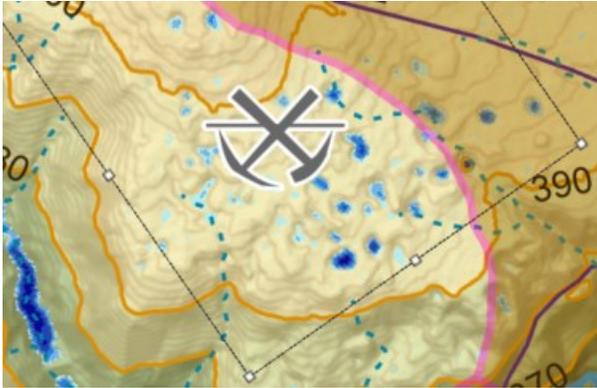
- En el ítem **Halo size** cambie a **1 punto**.



- Haga **click** en el botón **Apply** para registrar los cambios y cerrar esta sección del panel **Attributes**.

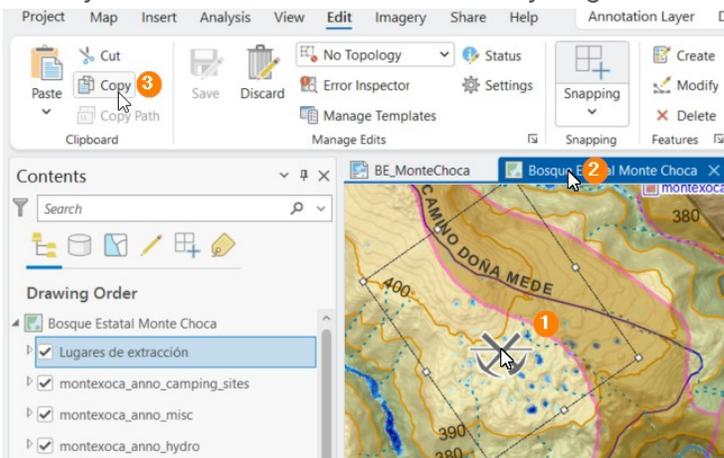


Así aparecerá el símbolo, luego de estos cambios:

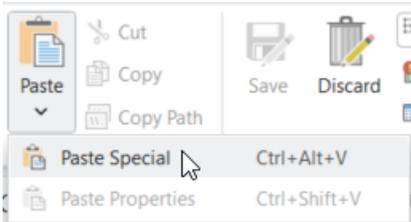


Ahora **copiaremos** este símbolo en los lugares donde están concentradas estas depresiones.

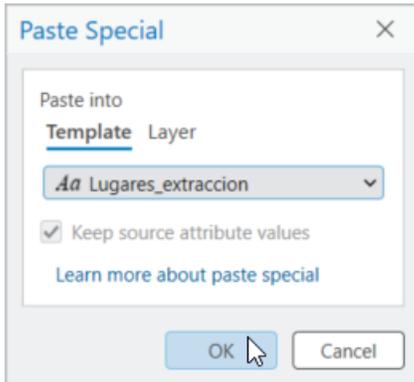
- Con este símbolo seleccionado,
- Active el **tab** del mapa **Bosque Estatal Monte Choca** y
- Vaya al **ribbon** asociado al tab **Edit** y haga **click** en el botón **Copy**.



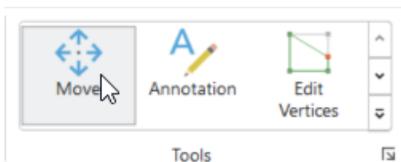
- Haga **click** en el botón drop-down **Paste** y escoja la opción **Paste Special**.



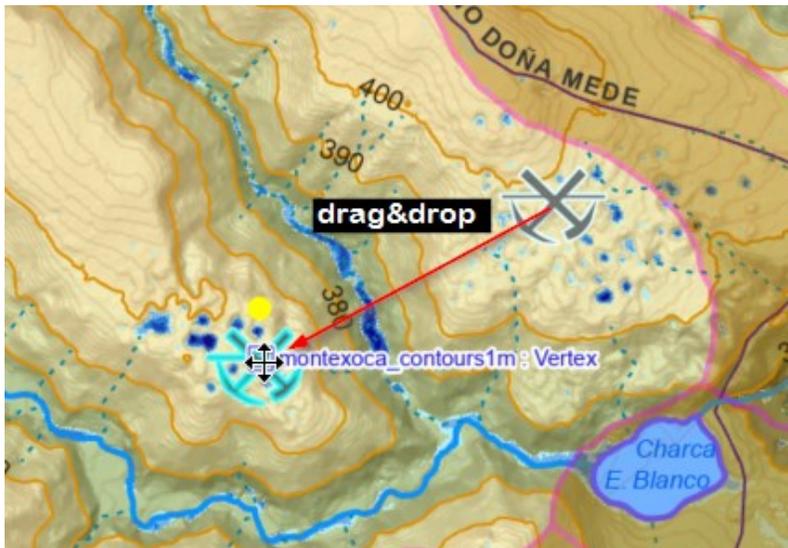
- En la forma **Paste Special**, verifique que la plantilla *template* sea **Lugares_extraccion** y presione el botón **OK** para confirmar.



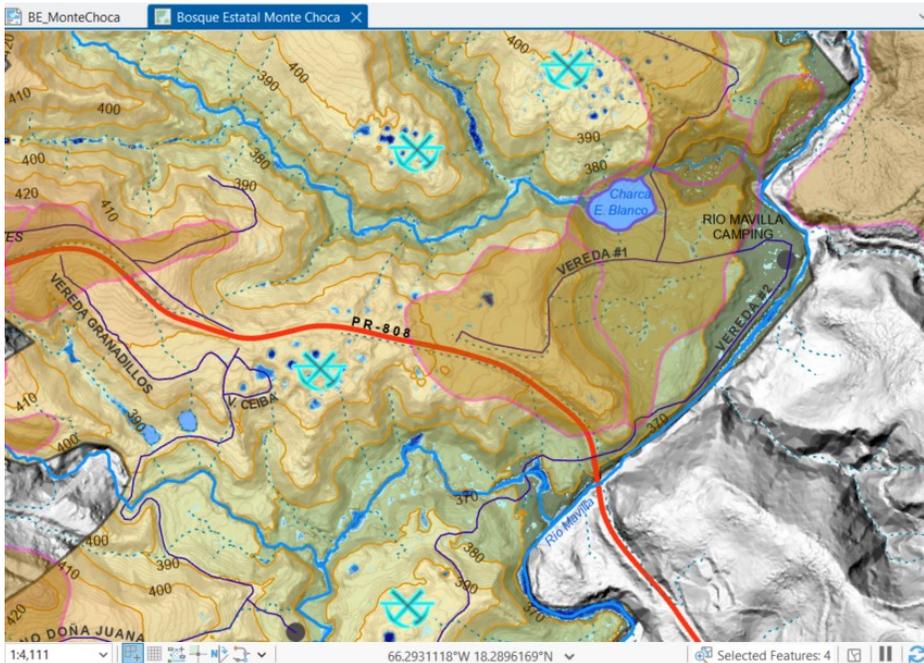
- Vaya ahora a la sección **Tools** del ribbon asociado al tab **Edit** y haga **click** en el botón **Move**.



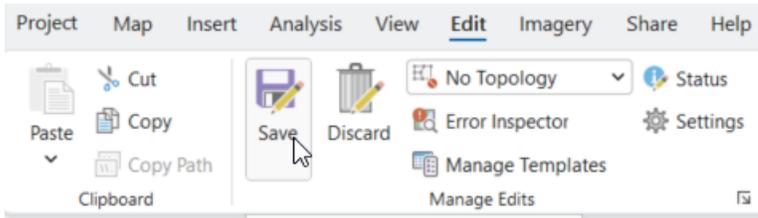
- La copia del símbolo estará en el mismo lugar del símbolo fuente. Arrastre y suelte (drag & drop) el símbolo copiado a la zona de extracción más cercana.



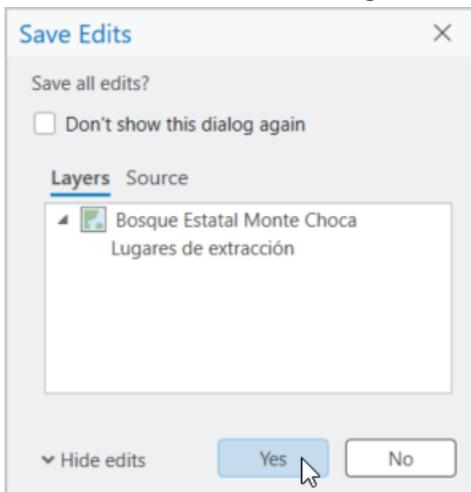
- Repita el proceso para los siguientes lugares



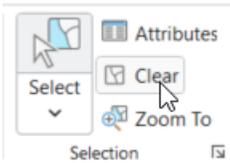
- Haga **click** en al botón **Save** del grupo **Manage Edits** para guardar los cambios.



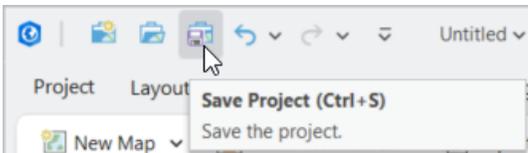
- En la forma **Save Edits**, haga **click** en el botón **OK** para confirmar estos cambios.



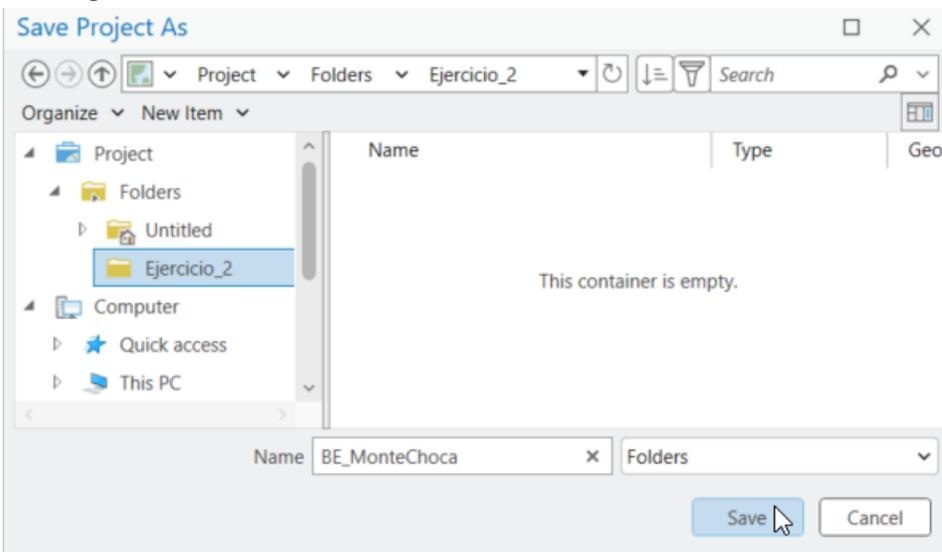
- Haga **click** en el botón **Clear** del grupo **Selection** para **quitar** cualquier anotación o layer que esté seleccionado.



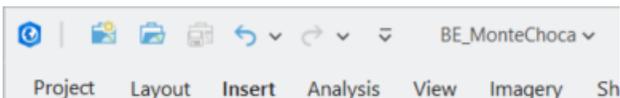
- Regrese al Layout. Podrá notar los símbolos de extracción abandonada de minerales.
- Guarde su ArcGIS project file.** Haga **click** en el botón **Save Project**.



- En la forma **Save Project As**, ubique el project file (que se convertirá en un folder) en el folder **Ejercicio_2**.
 - En la caja **Name**, escriba **BE_MonteChoca**.
 - Haga **click** en el botón **Save**.

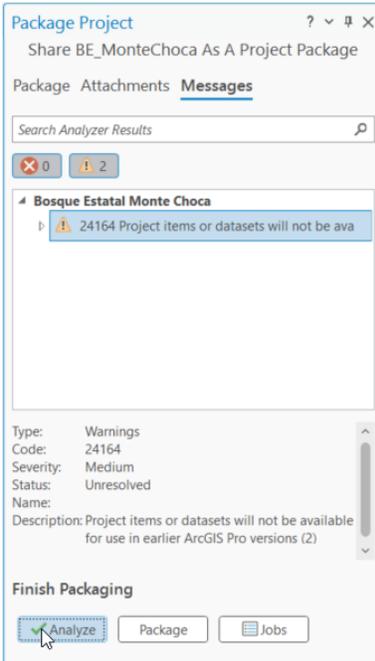


El nombre del proyecto aparecerá en el encabezado de la interfaz gráfica de ArcGIS Pro.



Compartir este proyecto y sus datos mediante un archivo project package

Este mapa no está finalizado. Se debe presentar ante el área de Manejo de Bosques del Departamento de Recursos Naturales y a la comunidad, los cuales gestionan el bosque. Es posible que haya algunos elementos en el contenido del mapa que tanto en el Departamento como la comunidad, entiendan que no deben ser publicados.



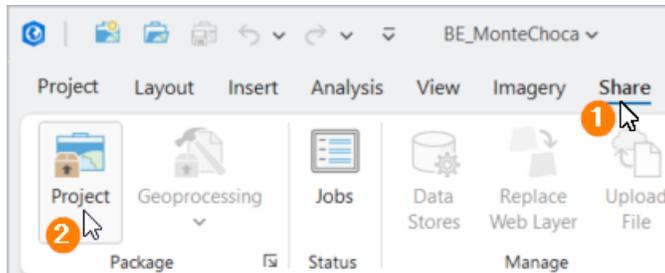
En ArcGIS Pro disponemos de una **herramienta** para **compartir** este proyecto con sus geodatos y simbología con la cual se genera un archivo “**map project package**”.

Al hacer click en el botón **Analyze**, ArcGIS Pro le devolverá una advertencia como en esta figura, como paso previo a generar el archivo ppkx.

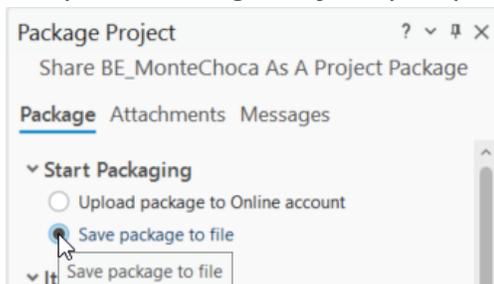
Esto no quiere decir que el paquete no se puede compartir, El **mensaje #24164** nos advierte que estos **feature classes** de **anotación** **no estarán disponibles** para edición en **versiones de ArcGIS Pro 2.9 y anteriores**.

Vamos a suponer que los licenciamientos de ArcGIS Pro están normalizados en el Departamento de Recursos Naturales, y que disponen de la **versión 3.6** de **ArcGIS Pro** o versiones mayores de 2.9, así que procedamos a crear el archivo ppkx.

- Haga **click** en el tab **Share** y haga **click** en el botón **Project** localizado en el **grupo Package** de este ribbon.



- En el panel **Package Project** que aparecerá:

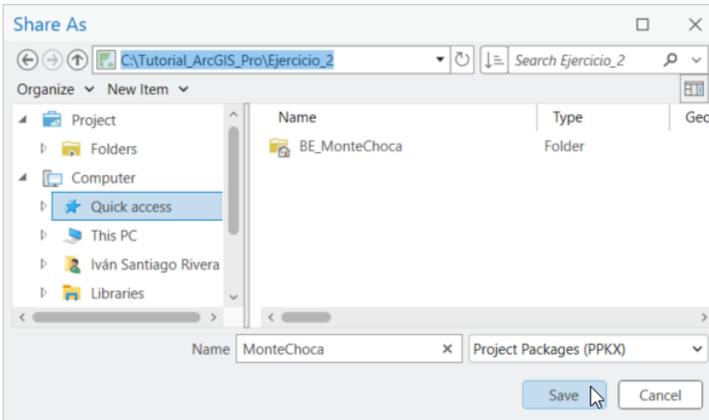


- Haga **click** en el tab **Package** y bajo la sección **Start Packaging**,
- Haga **click** en el radio button **Save Package to file**. No vamos a compartir en cuentas de ArcGIS online.

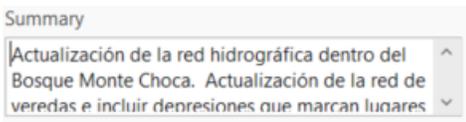
- En la sección **Item Details** de este panel, haga **click** en el botón **Browse** para definir el **archivo Package**.



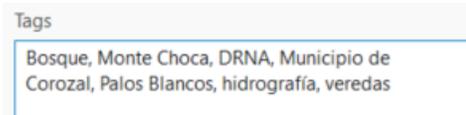
- En la forma **Share As**, asegúrese de estar ubicado en el folder **Ejercicio_2**.
 - En la caja de texto **Name** escriba **MonteChoca**.
 - Haga **click** en el botón **Save**.



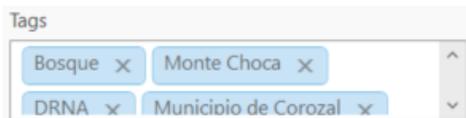
- En la caja de texto **Summary** escriba lo siguiente:
Actualización de la red hidrográfica dentro del Bosque Monte Choca. Actualización de la red de veredas e incluir depresiones que marcan lugares antiguos de extracción mineral.



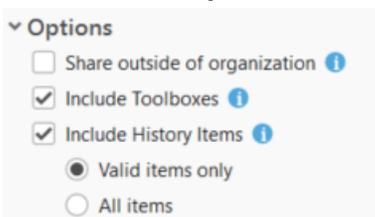
- En la caja de texto **Tags**, escriba los siguientes **términos, separados por coma**.



Al terminar, serán convertidos en etiquetas.

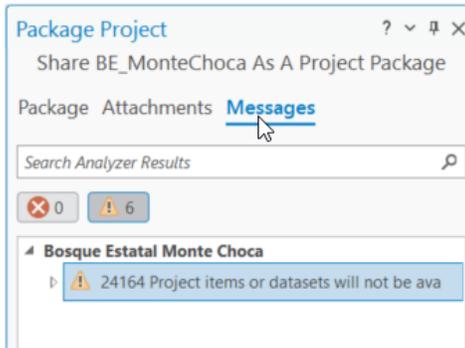


- En la sección **Options** de este panel, **mantenga** las siguientes opciones.

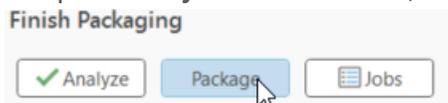


- Haga **click** en el botón **Analyze**.

En el tab **Messages** veremos los mensajes de advertencia antes explicados.



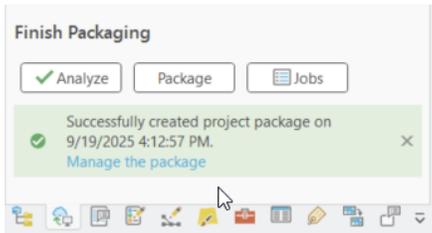
- Ya que **no hay errores** críticos, haga **click** en el botón **Package**.



- Espere que termine el proceso.



- En este caso, el proceso tomó alrededor de 3 minutos.



- Este archivo ocupa **553.6 megabytes**. Esto se debe a los rásters que están dentro de la geodatabase, ya que tienen alta resolución espacial.

MonteChoca.ppkx	9/19/2025 4:12 PM	Packaged Project File	553,653 KB
-----------------	-------------------	-----------------------	------------

- Es todo para esta práctica.

Guarde el proyecto si no ha hecho cambios y **Cierre** ArcGIS Pro.

Preguntas

¿Los feature classes de anotación pueden ser modificados en ArcGIS Pro sin ninguna otra conversión?

¿Los annotation feature classes son labels?

¿Qué elemento de la página de impresión no fue convertido correctamente desde ArcMap a ArcGIS Pro?

Ejercicio III: Búsquedas geográficas y de atributos

Introducción

En esta práctica nos enfocaremos en un aspecto fundamental de la gestión de datos geográficos: **selección basada en proximidad, solape, adyacencia y conexión**. Una aplicación para manejar datos geográficos como ArcGIS Pro, debe ser capaz de buscar y devolver elementos (puntos, líneas áreas) que cumplan con ciertas condiciones básicas, tales como distancia o proximidad, solape (intersección, continencia parcial o total), adyacencia y conectividad. El **tema de conectividad no será discutido** en este libro, ya que requerirá disponer de herramientas adicionales dedicadas a crear y manejar redes, fuera de las opciones por defecto en ArcGIS Pro.

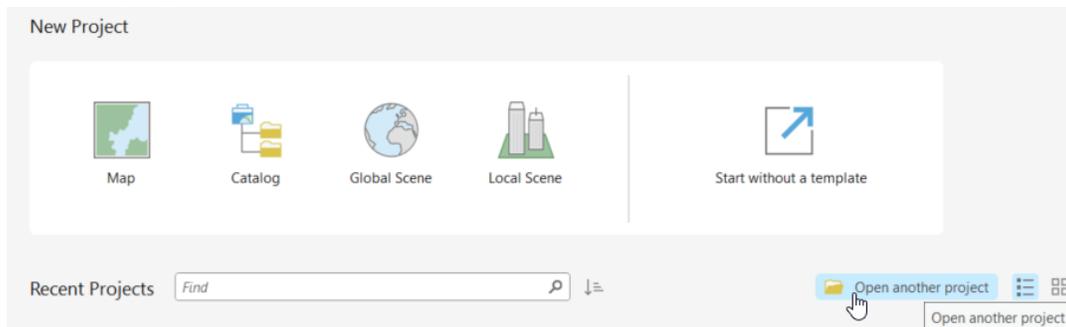
Para esta práctica, usaremos las herramientas de **selección geográfica y asignación por localización** aplicados a un conjunto de datos que cubren el área del **Municipio de Aibonito**. Este es un municipio en la zona montañosa centro-oriental entre la Cordillera Central y la Sierra de Cayey, con una elevación media entre 200 metros en el área noreste hasta 850 metros sobre el nivel del mar al sureste.



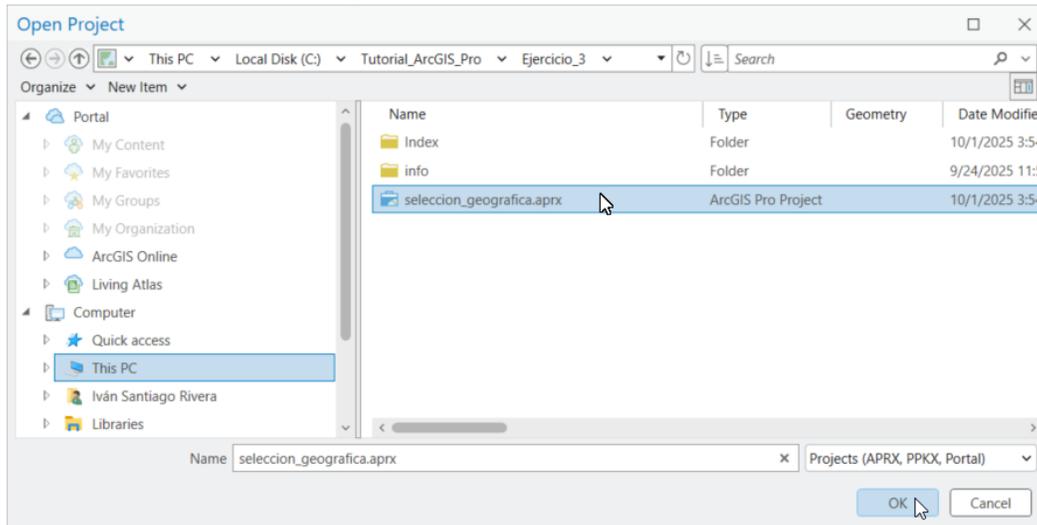
Ubicación del Municipio de Aibonito.

Procedamos ahora, y abramos una nueva sesión de **ArcGIS Pro**.

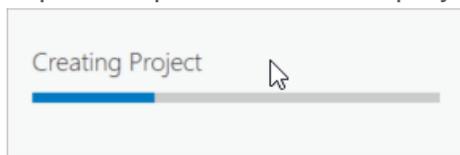
- Vaya a **Start | Programs | ArcGIS Pro**.
- En la pantalla de inicio “**New Project**” de ArcGIS Pro haga **click** en la opción **Open another project**.



- Busque y abra el proyecto **seleccion_geografica.aprx**, localizado en el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_3**.

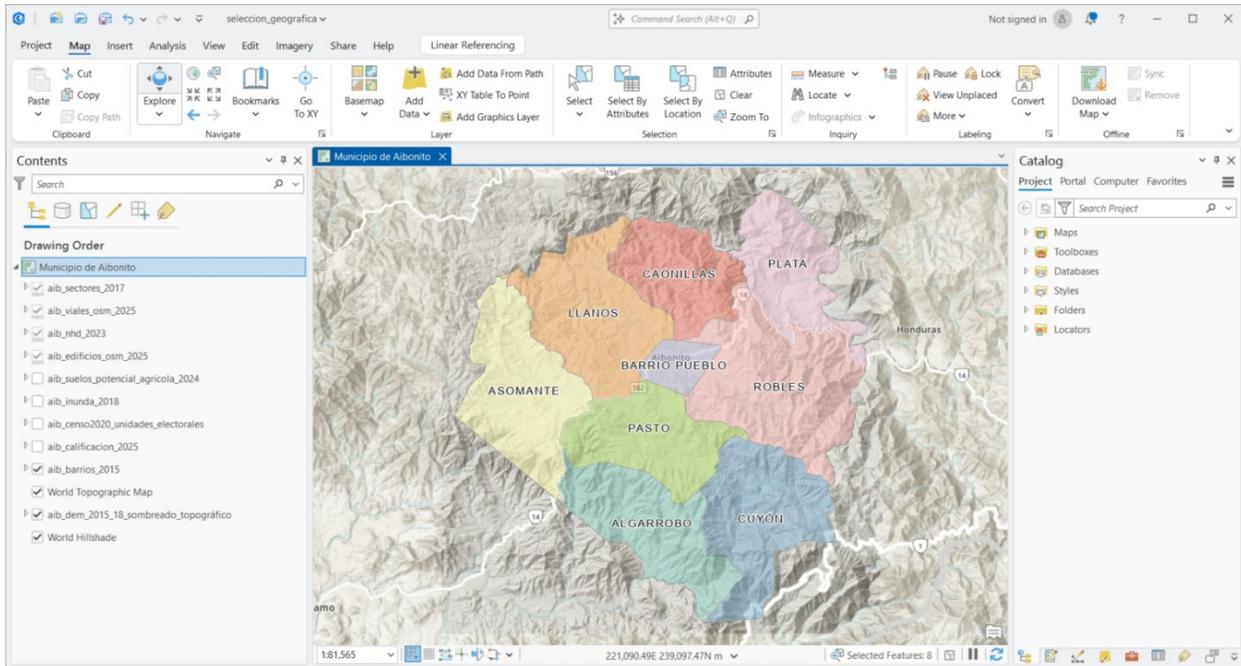


- Espere la apertura del nuevo proyecto.



Esto puede tomar algunos segundos.

En el panel del mapa al centro de la interfaz gráfica veremos el mapa base topográfico de fondo por defecto que ofrece ArcGIS Pro. A este se le añadió un sombreado topográfico adicional para cubrir el entorno cercano al Municipio de Aibonito. Este último provee más detalle sobre la configuración topográfica.



En el panel Contents tenemos una serie de geodatos de interés para realizar las prácticas de selección geográfica: barrios, calificación (reglamentación del terreno), unidades electorales 2020, zonas inundables 2018, suelos con potencial agrícola 2024, hidrografía 2023, sectores o nombres de asentamientos 2017 y un grupo de geodatos extraídos de OpenStreet Map en septiembre de 2025 (edificios y sistema vial).

Tareas

Realizaremos las siguientes prácticas de selección geográfica y de atributos por:

- Proximidad
- Contigüencia y algunas de sus variaciones
- Coincidencia espacial: (spatial join)
- Realizar un desglose de cuerpos de agua por barrio mediante un modelo gráfico
- Adyacencia: Preparar un modelo para mostrar barrios de Puerto Rico que son adyacentes y a la vez tienen el mismo nombre.

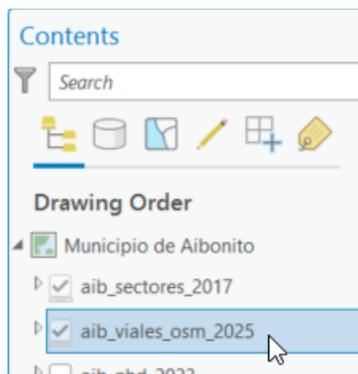
Distancia o proximidad

Tarea: **Seleccionar edificios que estén a un radio de 50 metros de la Avenida San José (carretera estatal PR-14).**

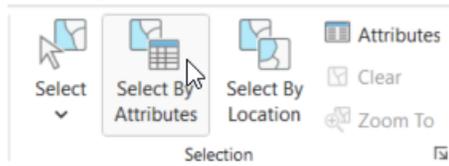
Para comenzar esta tarea **haremos primero una selección por atributo**, es decir buscar uno o más récords en una tabla que cumpla con una o más condiciones.

Select by Attribute

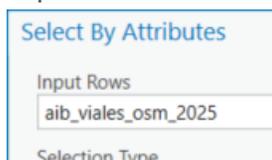
- Primero haga **click** en el layer **aib_viales_osm_2025** para activarlo y para que aparezca seleccionado en el formulario **Select by Attributes**.



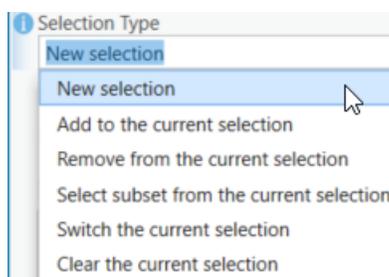
- Luego vaya al **ribbon** asociado al tab **Map**,
- Localice el grupo **Selection** y
- Haga **click** en el botón **Select By Attributes**.



- En la forma **Select by Attributes** que aparecerá, notará que en la sección **Input Rows** (récords de la tabla de entrada) aparecerá el layer **aib_viales_osm_2025** seleccionada en el paso anterior.



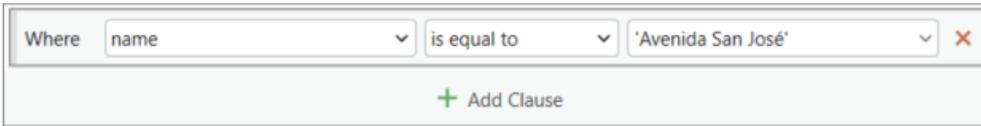
- En la sección **Selection Type** mantenga la opción **New selection**, ya que haremos una selección nueva.



*Para su información, hay otras opciones, entre ellas,
Añadir récords a una selección previa,
Remover récords dentro de una selección previa,
Hacer una selección dentro de una selección existente,
Invertir la selección corriente y finalmente
Descartar la selección corriente.*

- En el apartado **Expression**, vamos a escoger uno o más **campos de la tabla de atributos del geodato o layer** que servirán de **criterio(s)** para efectuar la selección.
 - Vaya al apartado **WHERE** y escoja el penúltimo campo de la lista: **"name"**.

- En la **sección** para **escoger** el **operador** mantenga la opción **is equal to**.
- En la **sección** para **escoger valores** dentro de esta **columna "name"**, **escoja** de la lista el valor **Avenida San José**.

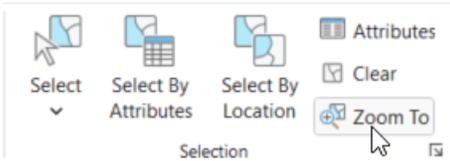


Observe que la cadena de letras 'Avenida San José' está encerrada en comillas simples. Esta es la manera de insertar criterios de texto en una cláusula WHERE que es una parte de un enunciado SQL completo. Por lo regular, en ArcGIS Pro no se escriben enunciados SQL completos, excepto cuando estemos refiriéndonos a tablas dentro de una base de datos empresarial, lo cual no es el caso aquí.

- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los parámetros de selección y cerrar esta forma. ArcGIS Pro le informará que el proceso fue realizado:

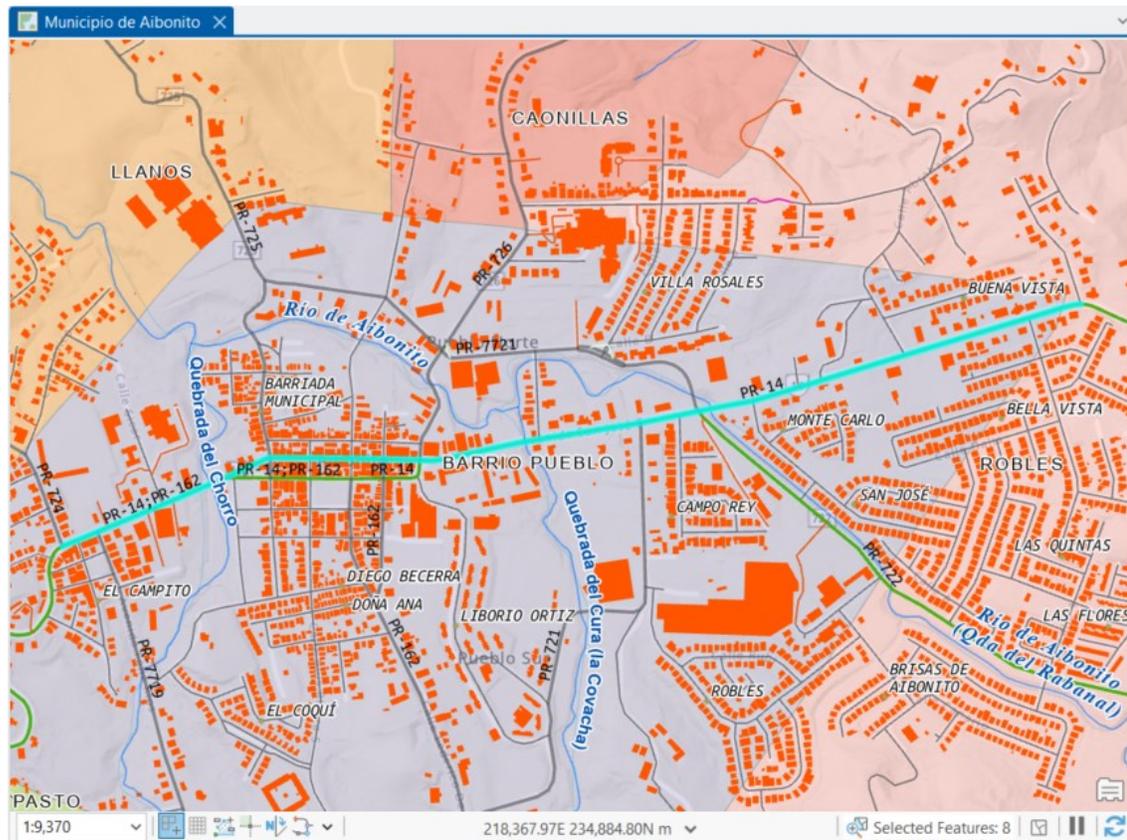


- Para **ver** el récord y elemento geográfico seleccionado, **deberá hacer un acercamiento**.
 - Haga **click** en el botón **Zoom To**, localizado en el grupo **Selection** que está asociado al **ribbon** del tab **Map**.



- Al acercarse, podrá ver la **selección geográfica** en **azul brillante**. Esta selección está compuesta de **8 récords**, como lee en la sección inferior izquierda del panel de mapa Municipio de Aibonito, en la sección **Selected features**. En otras palabras, en esta tabla de sistema vial hay 8 filas o récords con el nombre 'Avenida San José'. Esta es la vía

central en el casco urbano histórico o Barrio-Pueblo de este municipio.

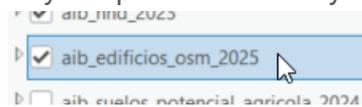


Selección por localización: Proximidad o distancia

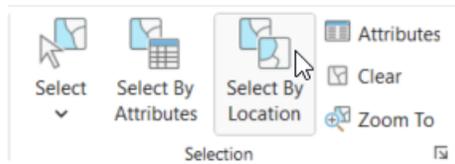
Pasemos a realizar una selección de elementos geográficos basado en distancia.

Seleccionaremos los edificios que estén dentro de un radio de 50 metros de la Avenida San José, previamente seleccionada. Cualquier edificio que interseque a este radio de distancia quedará seleccionado.

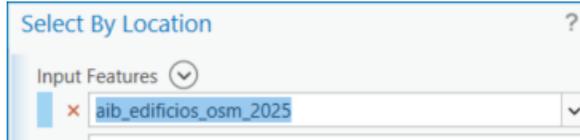
- Vaya al panel **Contents** y haga **click** en el geodato **aib_edificios_osm_2025**.



- Aun dentro del **ribbon** asociado al tab **Map**, diríjase al grupo **Selection** y haga **click** en el botón **Select By Location**.



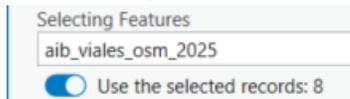
- En el formulario **Select By Location**, en la sección **Input Features**, asegúrese de haber escogido el geodato **aib_edificios_osm_2025**.



- En la sección **Relationship** (Relación u *operador espacial*) mantenga la opción **Intersect**.

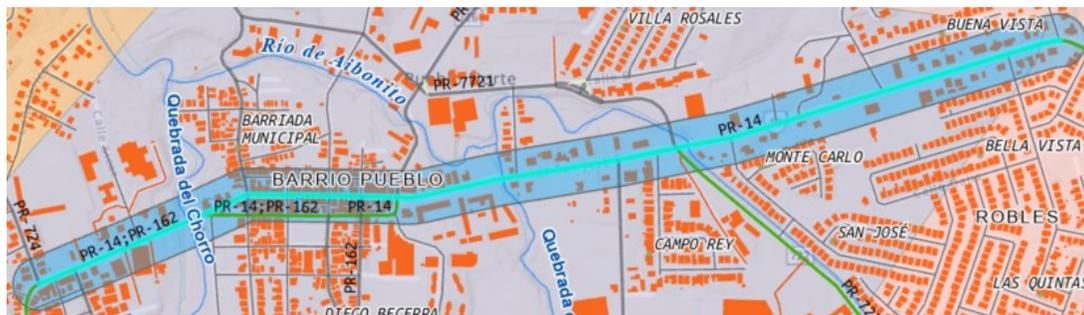
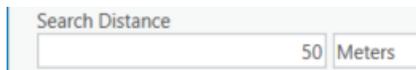


- En el apartado **Selecting Features** (elementos que servirán de criterio para la selección geográfica), escoja el layer **aib_viales_osm_2025**.



Notará que se activará una opción que muestra la selección previa. Vamos a mantener esta selección porque es el **criterio geográfico**.

- En la sección **Search Distance** escriba **50** en la caja de texto y **escoja** o **mantenga** la opción **Meters**.



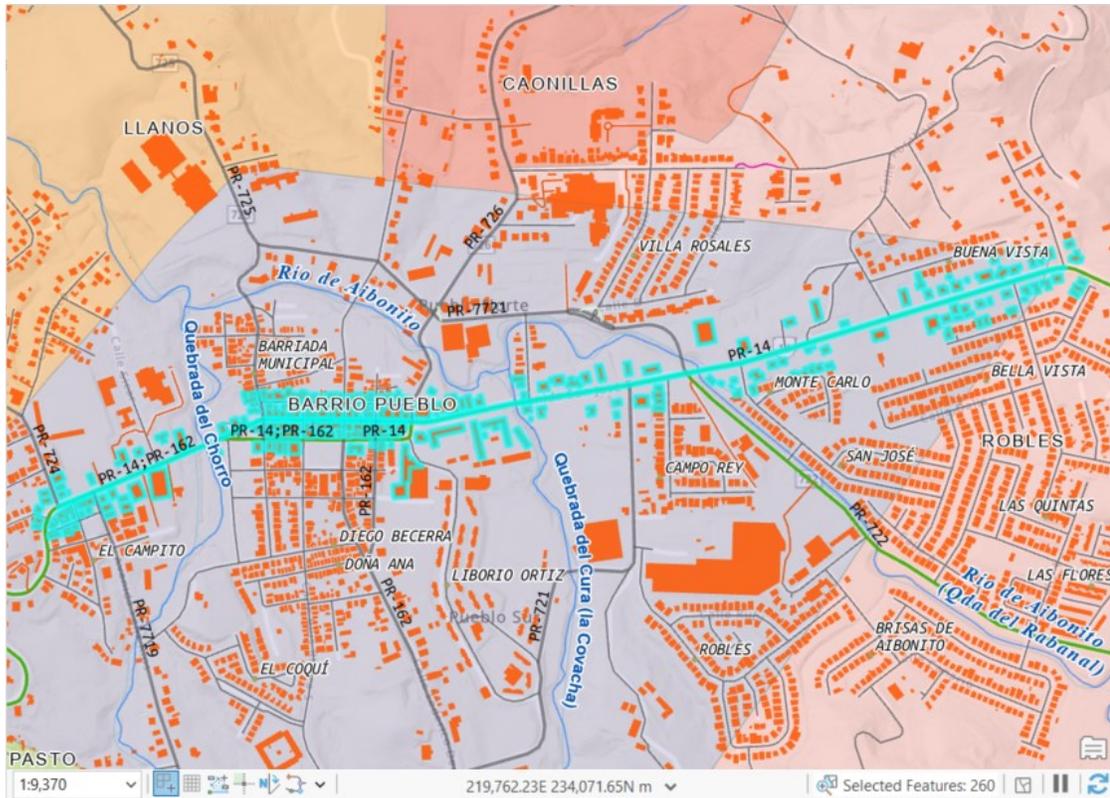
Para su información, un radio de 50 metros alrededor de esta vía es algo como esto. Cualquier elemento que interseque esta distancia que no vemos, será seleccionado de la tabla del geodato **aib_edificios_osm_2025**.

- En la sección **Selection Type**, mantenga la opción **New Selection**.



- Haga **click** en el botón **OK** para realizar la selección geográfica y cerrar la forma.

Podrá ver la selección de edificios que están a un radio de 50 metros a ambos lados (o en todas las direcciones) de la Avenida San José.



¿Podemos escoger solamente un lado de la vía?

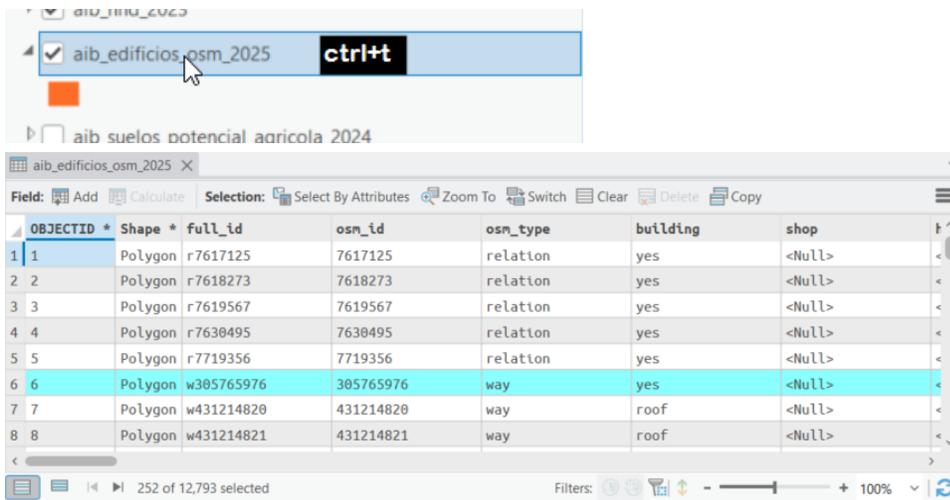
Para escoger elementos solamente de un lado podemos usar la herramienta Buffer con la opción Side Type Left o Right, según sea su interés. Este buffer de un lado entonces se aplicará en el formulario de la herramienta Select by Location.



Ejemplo de un Buffer o umbral de distancia de un solo lado con la opción Left.

Realizar una gráfica con los resultados de la selección

Podemos abrir la tabla del geodato de edificaciones para ver los récords seleccionados si escogemos el geodato aib_edificios_osm_2025 y pulsamos simultáneamente las teclas ctrl+t.

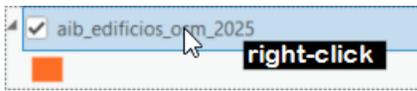


Sin embargo, esto es como leer cualquier tabla, donde los récords seleccionados aparecerán en azul, con todos los campos.

Generar gráficas

Una manera más informativa y visualmente resumida es hacer una gráfica basada en esta selección. Haremos entonces una gráfica de barras, ya que vamos a representar la calificación (reglamentación de uso de la parcela) y la frecuencia de edificios por cada una de estas calificaciones. En otras palabras, número de edificios por calificación.

- Vaya al panel **Catalog** y haga **right click** en el layer **aib_edificios_osm_2025**.



- Escoja** la opción **Create Chart** y ...



- Escoja** la opción **Create Bar Chart**



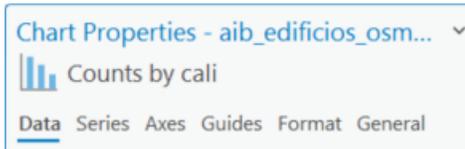
La gráfica aparece vacía. Tenemos que añadir las variables (columnas de la tabla de edificaciones).

Select Variable(s) in the Chart Properties pane to begin.

- Deberá haber aparecido el panel **Properties** de esta gráfica. Si no le aparece o cerró este panel inadvertidamente, puede traerlo desde el botón Properties.



- El panel ofrece una serie de opciones para su preparación. Manténgase en el **tab Data** de este panel.



- En el apartado **Variables** (ya sean columnas o expresiones), diríjase a la sección **Category** or **Date** y escoja de la lista el campo **cali**, el cual representa la **calificación** (reglamentación) de las parcelas.



- En la sección **Aggregation**, deberá usar la opción **Count** (o frecuencia de edificios), que es la opción correcta en este caso.



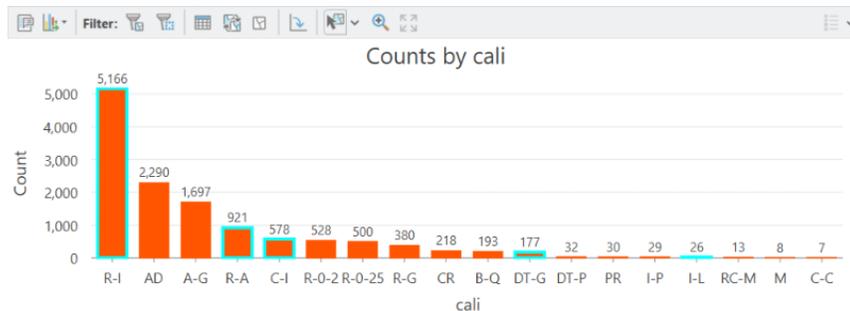
- En la sección **Data Labels** haga **check** en la caja **Label bars** para mostrar los números en la parte superior de cada barra.



- En la sección **Sort**, organicemos las barras en orden **descendente** en el **eje de Y**.

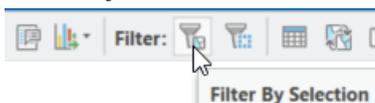


- Por defecto la gráfica aparece para todos los récords de la tabla.

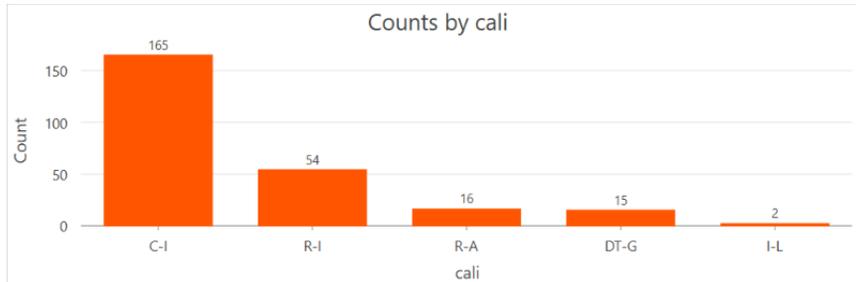


Nos interesa representar la selección que aparece "iluminada" en azul brillante. En el **eje X** están las **calificaciones** y en el **eje Y** los **conteos** de edificios.

Para ver los **resultados de la selección** en esta gráfica, haga **click** en el botón de filtros, **Filter By Selection**.



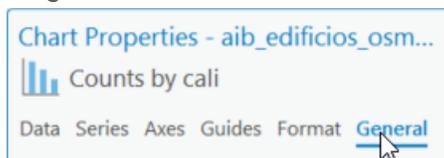
Estos son los resultados de la selección. Es evidente el dominio del uso **C-I Comercial Intermedio**, ya que está en el casco urbano histórico.



Otros usos son **R-I** (residencial intermedio), **R-A** (residencial de alta densidad), **DT-G** (dotacional general) e **I-L** (industrial liviano)

Vamos a **cambiar** los títulos del **eje de X y eje Y** en la gráfica. Esto se hace desde el **tab General** en el panel **Chart Properties**.

- Haga **click** en el tab **General** del panel **Properties**.



- En este panel, haga los siguientes cambios:

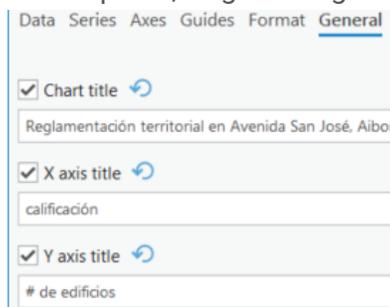


Chart title: **Reglamentación territorial en Avenida San José, Aibonito, PR, 2025**

X axis title: **calificación**

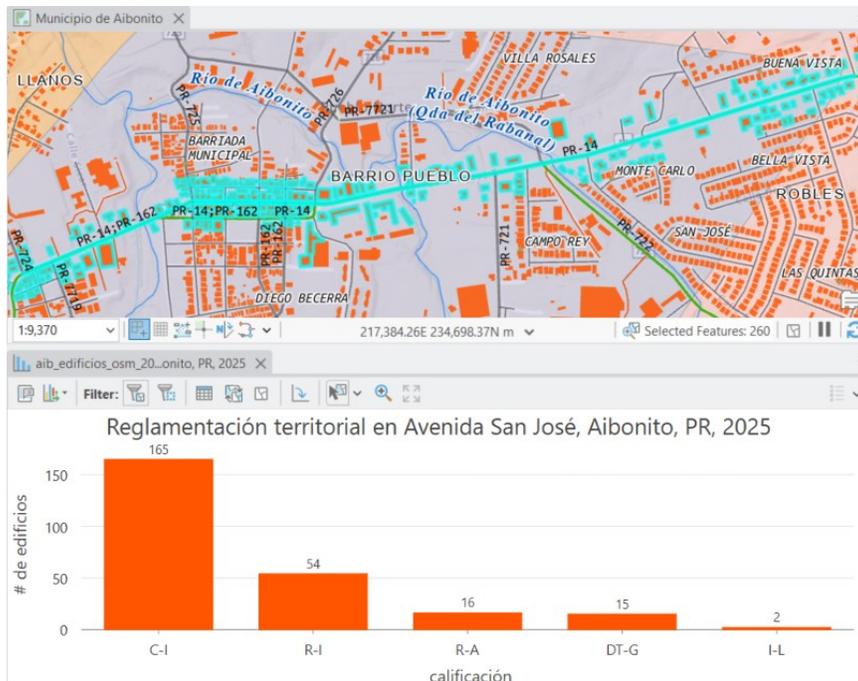
Y axis title: **# de edificios.**

No escriba nada en las secciones Legend title ni en Description.

Resultado:



Aunque no es necesario representar la calificación por colores en la gráfica, ayudaría ver las distinciones de calificación en el mapa. ↓



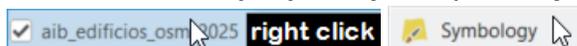
Podemos ver la reglamentación de cada edificio si nos **acercamos** a **escalas** iguales o mayores a 1:3,000.

- Use la rueda del mouse hacia adelante para acercarse a la zona este del casco urbano y llegar a una escala mayor de 1:3,000. “Escala mayor” se refiere a reducir el denominador.

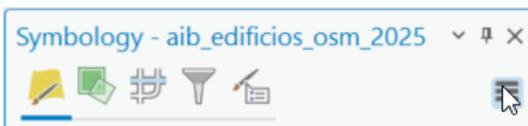


Si cambiamos la simbología del layer, las categorías de la gráfica adoptarán la secuencia de colores.

- Para **cambiar** la **simbología** del geodato/layer **aib_edificios_osm_2025**, haga **right click** encima de este layer y escoja la opción **Symbology**.



- En el panel **Symbology** que aparece a la derecha de la interfaz gráfica de ArcGIS Pro, haga **click** en el botón de opciones



y escoja la opción **Import symbology**.

Import symbology...

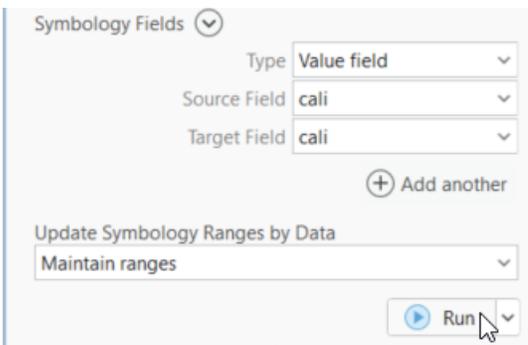
Esta acción le llevará al *geoproceso* **Apply Symbology From Layer**. En este formulario el layer que contiene la simbología a adoptar va en el apartado **Symbology Layer**.



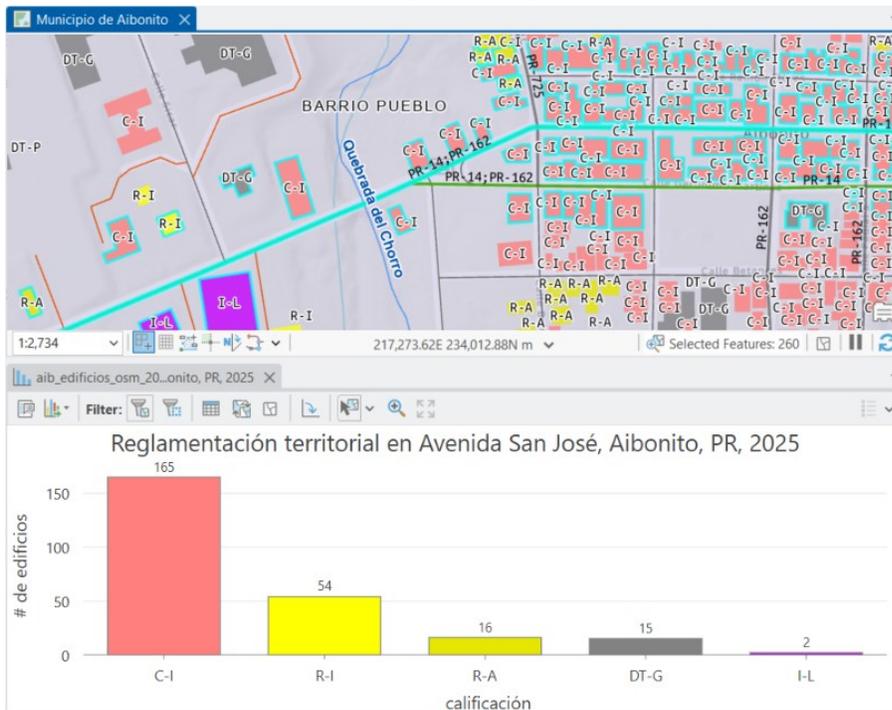
- En el formulario del proceso **Apply Symbology From Layer**, diríjase a la sección **Symbology Layer**. Escoja de la lista el layer **aib_calificacion_2025**.



- Deje las demás opciones en la sección **Symbology Fields** sin cambiar y haga **click** en el botón **Run**.



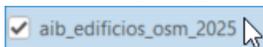
Observe el cambio de simbología en el geodato/layer y a su vez en la gráfica:



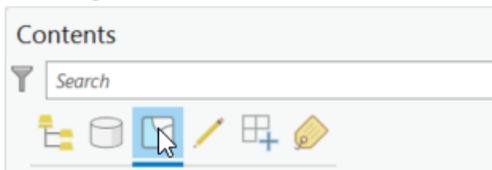
Generar un layer de selección

Esta gráfica es solo válida mientras se mantenga esta selección de elementos en el layer de edificaciones. Para conservar esta selección y la gráfica, puede convertir la selección en este layer en un “layer de selección”.

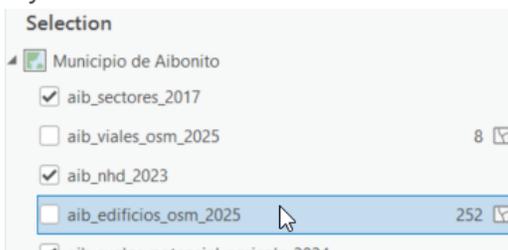
- Para **conservar** esta **gráfica** y **selección** del layer de edificaciones, vaya al panel **Contents** y haga **click** en el layer **aib_edificios_osm_2025**.



- Haga **click** en el botón de selección **List By Selection** del panel **Contents**



para corroborar que tenga **252** elementos escogidos en el layer de **edificios** y **8** en el layer de **viales**:

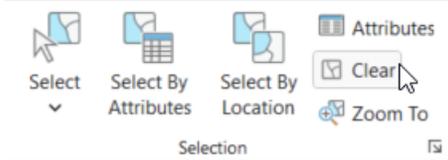


- Haga **right click** en el layer **aib_edificios_osm_2025** y en el menú de contexto escoja las opciones **Selection > Make Layer From Selected Features**.

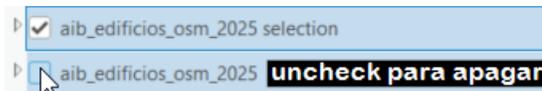


- Proceda a **limpiar** de la **memoria** la **selección** hecha **anteriormente** en los layers de **viarios** y **edificios**.

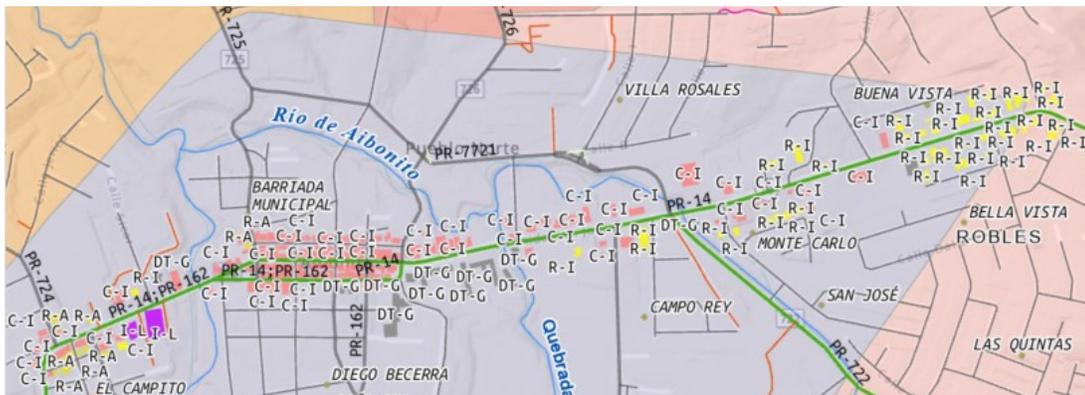
- Diríjase al grupo **Selection** del tab **Map** y haga **click** en el botón **Clear**.



- Apague** el **layer original** de **edificios** para que vea el nuevo layer de selección.

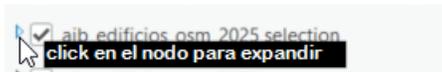


El mapa deberá verse así con su **layer** de **selección**:



De esta manera preservamos la gráfica y la selección para futura referencia.

- Expanda** el layer de **selección** y **abra** la **gráfica**.



- Haga **right click** en la opción de gráfica y escoja la opción **Open**:



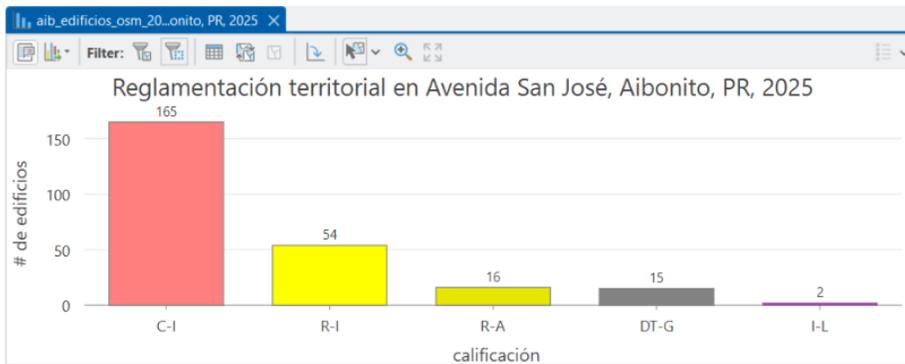
- Si no aparece el contenido de la gráfica,

No data is available to display due to empty data field(s) and/or combination of filters.

- Haga **click** en los botones **Filter By Extent** y **Filter By Selection** consecutivamente.



Deberá aparecer la gráfica de barras.



- Documentar es buena práctica, vaya al panel **Chart Properties** y
- Haga **click** en el tab **General**.

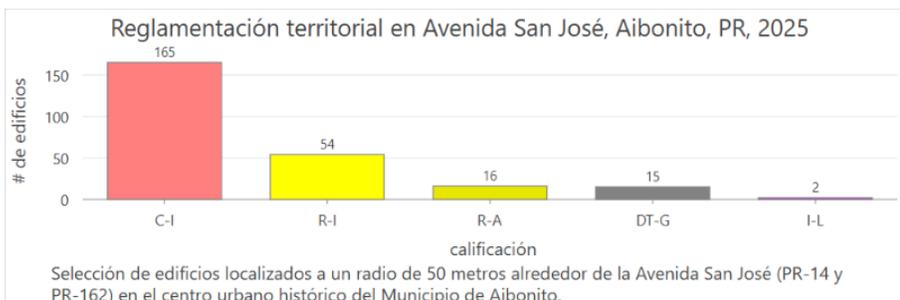
Escriba lo siguiente en la caja de texto **Description**:

Selección de edificios localizados a un radio de 50 metros alrededor de la Avenida San José (PR-14 y PR-162) en el centro urbano histórico del Municipio de Aibonito.

- Haga **unchecked** en el checkbox **Legend title**.

Legend title

- Verá la descripción debajo de la gráfica. Esto ayudará a recordar cómo se realizó y qué datos contiene.



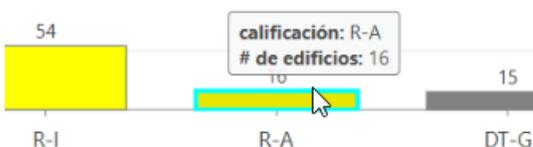
Seleccionar datos de forma interactiva desde la gráfica

Podemos seleccionar de forma interactiva en la gráfica usando las categorías provistas. Para esto usaremos el botón

- En la **barra de botones** de la **gráfica**, haga **click** en el botón **Select Interaction Mode**.



- En la gráfica, haga **click** en la **barra** de la categoría o calificación **R-A**, (residencial de alta densidad).

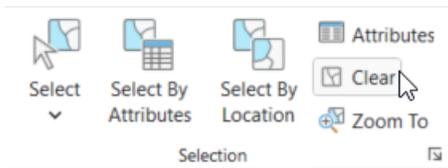


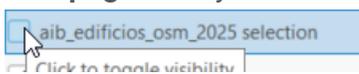
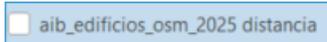
- Aparecerán seleccionados en azul brillante en el mapa los 16 elementos dentro de esta categoría. Use el botón **Zoom To** del grupo **Selection** en el tab **Map** para

acercarse



- Proceda a limpiar de la memoria la selección hecha anteriormente en los layers de viarios y edificios.
- Diríjase al grupo **Selection** del tab Map y haga **click** en el botón **Clear**.



- Cierre** la gráfica. 
- Apague** el layer de selección.
 - 
- Haga **dos clicks lentos** en el **layer de selección** y **cambie** el nombre a **aib_edificios_osm_2025 distancia**.
 - 
- Haga visible (**check**) el layer original de **edificaciones**.
 - 

Continencia

En esta sección, utilizaremos los geodatos de **zonas inundables**, **edificaciones** y **cuerpos de agua** para demostrar el uso de funciones geográficas que buscan **solape**, **continencia** y **coincidencia con el borde** de algún elemento seleccionado previamente. Nos centraremos en escoger el pequeño cauce “**floodway**” del río Aibonito, muy cercano al centro urbano histórico de este municipio.

Historial de nombres de cuerpos de agua en Aibonito

Los nombres de quebradas no aparecen en la versión vectorial del “[National Hydrographic Dataset](#)” US Geological Survey, (2023), de ahí el nombre del geodato: **aib_nhd_2023**. Los cuadrángulos topográficos que cubren al Municipio ([Barranquitas](#), [Comerío](#), [Cayey](#), [Coamo](#)), tiene más nombres de quebradas. Por otro lado, la [Memoria #43, Municipio de Aibonito](#), Junta

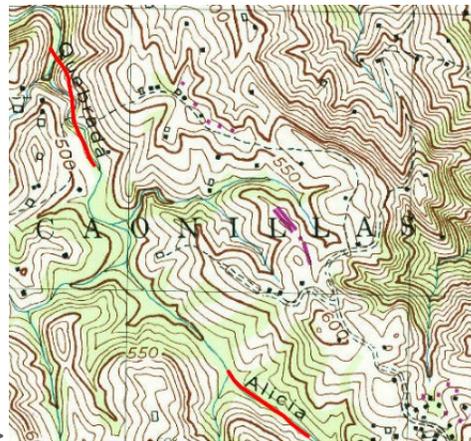
de Planificación (1955) menciona otras quebradas en los barrios al oeste (y corrige una) aunque no hace un desglose de quebradas por barrio.

Existe un [mapa topográfico histórico](#) preparado por el ejército español con fecha de 1885. Este mapa topográfico tiene un [memorial](#) con información geográfica de importancia para las gestiones militares en este municipio en esa época a fines del siglo XIX. En dicho mapa aparecen más nombres de cuerpos de agua, especialmente la quebrada alargada sin nombre en el mapa topográfico ni en la [Memoria #43 de la Junta de Planificación](#), la cual discurre por los barrios Llanos y Pasto de este Municipio. Esta quebrada tenía el nombre **quebrada de Elías**.



Al noreste, la quebrada “Alicia” en el cuadrángulo topográfico, tenía el nombre **quebrada Alicea** en el documento [Memoria de la Junta de Planificación \(1955\)](#).

Continúa el límite en dirección general noreste cruzando la finca del Sr. Pagán y luego por colindancias del Sr. Pagán en Aibonito y Valeriano Ortiz en Barranquitas, hasta llegar al nacimiento del Chorro Las Claras, desde donde sigue aguas abajo del chorro, hasta llegar al sitio donde el mismo desemboca en una quebrada sin nombre. Prosigue por la quebrada hasta que ésta desemboca en el Río Usabón en la colindancia de Tecló Pagán en Aibonito y Librado Colón en Barranquitas. Desde este punto parte el límite aguas abajo del Río Usabón, deslindando este río los municipios de Aibonito y Barranquitas y a la vez pasando por el Km. 5.55 de la Carretera Estatal Núm. 15 (162) o sea el punto de colindancia común para los barrios Asomante y Llanos con el municipio de Barranquitas, pasando luego por el sitio donde la **Quebrada Alicea** desemboca en el río Usabón punto de colindancia común de los barrios Llanos y Caonillas con el municipio de Barranquitas y por el punto donde la Quebrada Cascajales desemboca en el río que es punto de colindancia común para los barrios Caonillas y Plata con el municipio de Barranquitas hasta llegar al sitio donde el Río Usabón desemboca en el Río La Plata o sea el punto común de colindancia para los municipios de Aibonito, Barranquitas y Cidra y a la vez punto inicial de esta descripción.



Memoria: Límites municipales y del barrios del municipio de Aibonito, p. 13. Cuadrángulo topográfico, serie 7.5 minutos, Barranquitas, 1982.

Luego de esta digresión, pasemos a demostrar el uso de las funciones de coincidencia, continencia, intersección y solape en ArcGIS Pro.

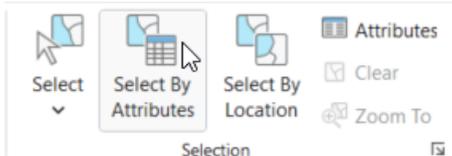
Seleccionar el cauce de inundación del río Aibonito

Lo **primero** que haremos será seleccionar el cauce de inundación de este río mediante la herramienta **Select By Attribute**. Luego entraremos en el uso de otras funciones de selección por localización.

- Para comenzar, vaya al panel **Contents**, **seleccione (click)** y haga visible (**check**) el geodato de zonas inundables **aib_inunda_2018**.



- Para seleccionar la zona del cauce de inundación “**floodway**” del río Aibonito,
 - Diríjase a la sección **Selection** asociada al tab **Map** y
 - Haga **click** en el botón **Select by Attribute**.



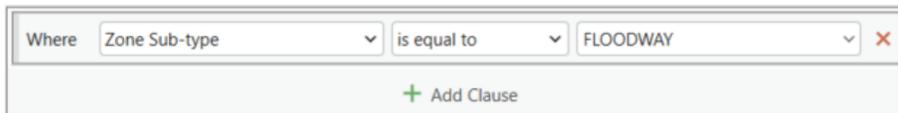
- En la forma **Select By Attributes** que aparecerá mantenga el layer **aib_inunda_2018** en la sección **Input Rows**.



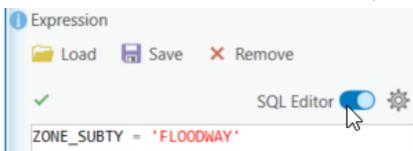
- En la sección **Selection Type**, mantenga la opción **New selection**.



- En el apartado **Expression**, vaya a la sección **Where** y escoja el campo **Zone Sub-type**.
 - En el operador, escoja **is equal to**
 - Escoja de la lista el valor '**FLOODWAY**'



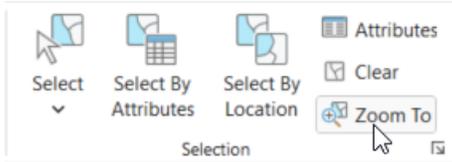
- Si hace **click** en el botón **SQL Editor**, verá la versión en forma de texto.



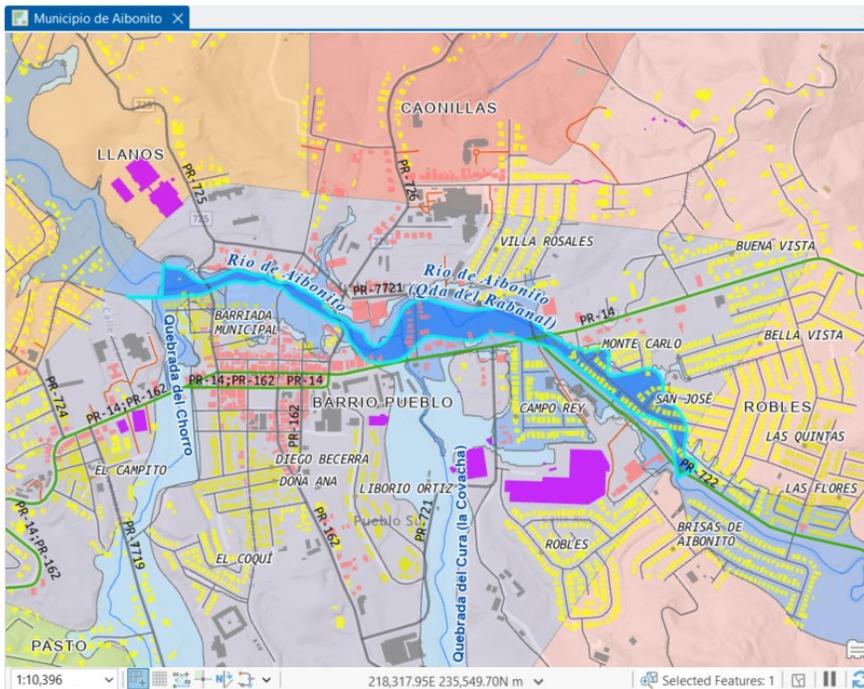
ZONE_SUBTY es el nombre del campo. Zone Sub-type es el nombre alterno de este campo.

- Haga **click** en el botón **OK** para efectuar la selección.

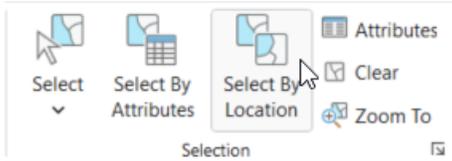
- Para **ver** el récord y elemento geográfico seleccionado, **deberá hacer un acercamiento**.
- Haga **click** en el botón **Zoom To**, localizado en el grupo **Selection** que está asociado al **ribbon** del tab **Map**.



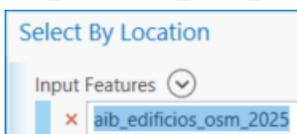
- El cauce o *floodway* deberá aparecer en el centro del mapa:



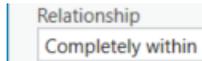
- Ya que tenemos este elemento seleccionado, pasemos a **seleccionar** todos los **edificios** que **están completamente dentro** de este **cauce**.
- Vaya al **ribbon** y en el grupo **Selection**, haga **click** en el botón **Select By Location**.



- En la forma **Select By Location**, vaya a la sección **Input Features** y escoja el layer **aib_edificios_osm_2025**.



- En la sección **Relationship**, escoja la opción **Completely within**. (Edificios ubicados completamente dentro de...)



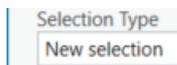
- En la sección **Selecting Features**, escoja el layer **aib_inunda_2018**. Mantenga la opción **Use the selected records: 1**, ya que **no usaremos** el **resto** de los elementos del geodato de inundaciones.



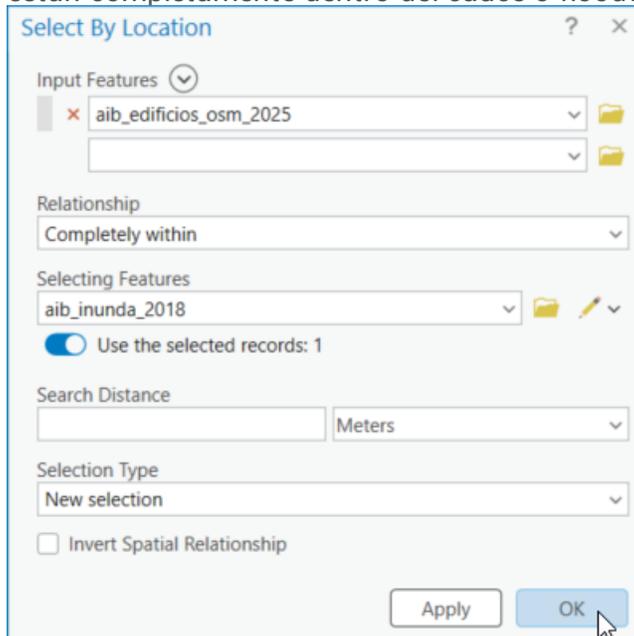
- No** escriba nada en la sección **Search Distance**, porque esto no tiene sentido dentro del enunciado **Completely within**.



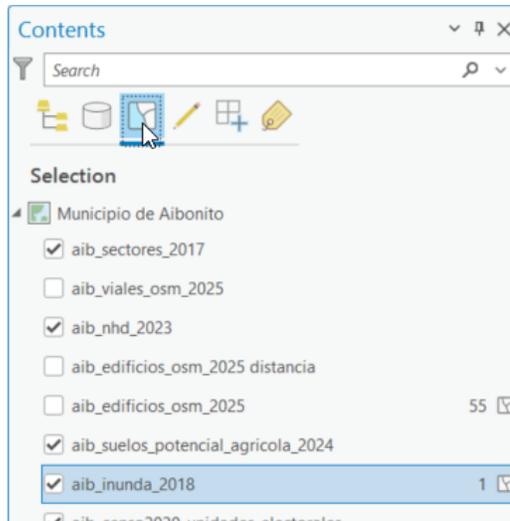
- En la sección **Selection Type**, mantenga la opción **New selection**, porque aunque existe una selección previa, ésta pertenece al layer de zonas inundables. La nueva selección será dentro del layer de edificios.



- Haga **click** en el botón **OK** de esta forma para llevar a cabo la selección de edificios que están completamente dentro del cauce o floodway.



- Diríjase al panel **Contents**. Presione el tab **List By Selection**, para que pueda ver el **conteo** de elementos seleccionados en cada layer:



Estos tabs se usan según su contexto. Cuando estamos este tab de selección, hacemos check o uncheck para restringir que layer puede ser seleccionado de forma interactiva o "manual". Esto no impide que usemos Select By... para seleccionar records.

El mismo principio aplica a los demás tabs siguientes para impedir o no la edición, enganche, y etiquetado.

Hay 55 edificaciones registradas en el mapa que están completamente dentro del cauce.

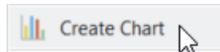
Generar una gráfica con los resultados de la selección

Hagamos una gráfica para resumir la calificación de estos edificios.

- Vaya al panel **Catalog** y haga **right click** en el layer **aib_edificios_osm_2025**.



- Escoja** la opción **Create Chart** y ...



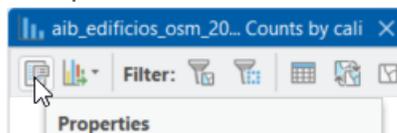
- Escoja** la opción **Create Bar Chart**



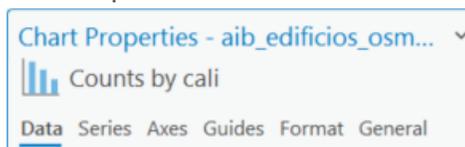
La gráfica aparece vacía. Tenemos que añadir las variables (columnas de la tabla de edificaciones).

Select Variable(s) in the Chart Properties pane to begin.

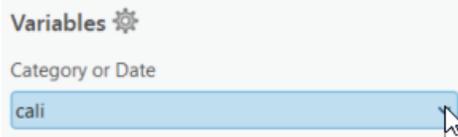
- Deberá haber aparecido el panel **Properties** de esta gráfica. Si no le aparece o cerró este panel inadvertidamente, puede traerlo desde el botón



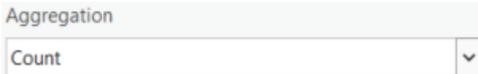
- El panel ofrece una serie de opciones para su preparación. **Manténgase** en el **tab Data** de este panel.



- En el apartado **Variables** (ya sean columnas o expresiones), diríjase a la sección **Category or Date** y escoja de la lista el campo **cali**, el cual representa la calificación (reglamentación) de las parcelas.



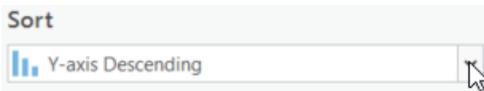
- En la sección **Aggregation**, deberá usar la opción **Count** (o frecuencia de edificios), que es la opción correcta en este caso.



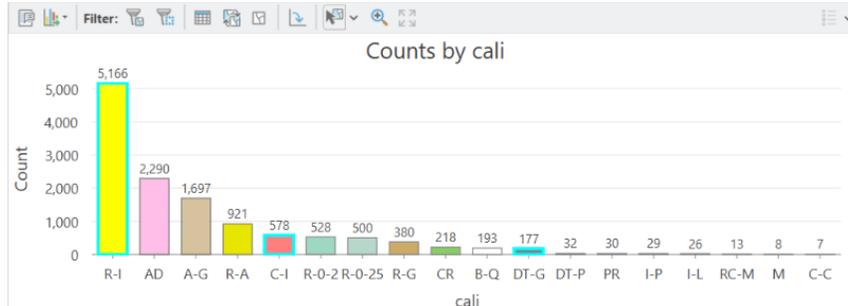
- En la sección **Data Labels** haga **check** en la caja **Label bars** para mostrar los números en la parte superior de cada barra.



- En la sección **Sort**, organicemos las barras en orden **descendente** en el **eje de Y**.

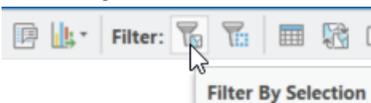


- Por defecto la gráfica aparece para **todos** los récords de la tabla.

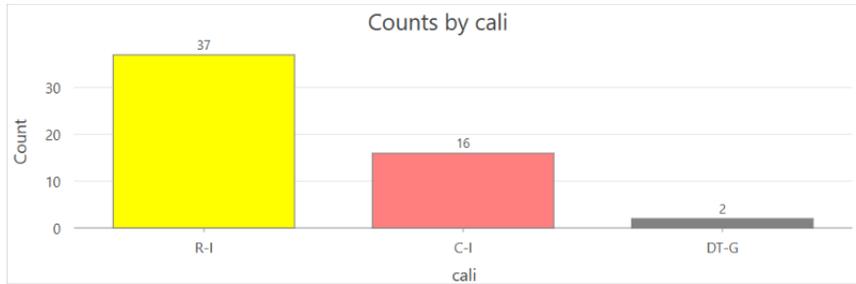


Nos interesa representar la selección que aparece "iluminada" en azul brillante.

Para ver los **resultados de la selección** en esta gráfica, haga **click** en el botón de filtros, **Filter By Selection**.



Estos son los resultados de la selección. Es evidente el dominio del uso R-I Residencial Intermedio, seguido de C-I comercial intermedio.



DT-G (dotacional general) tiene 2 edificaciones en esta zona.

Vamos a cambiar los títulos de la gráfica, del eje de X y eje Y. Esto se hace desde el **tab General** en el panel **Chart Properties**.

- Haga **click** en el tab **General** del panel **Properties**.



- En este panel, haga los siguientes cambios:

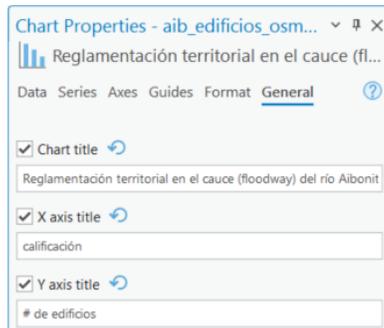
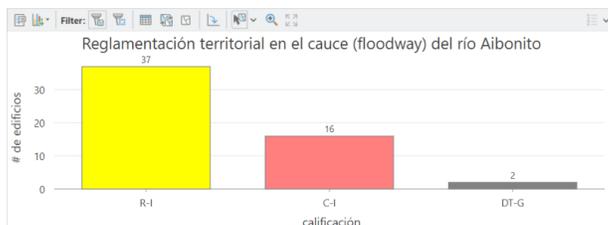


Chart title: **Reglamentación territorial en el cauce (floodway) del río Aibonito**

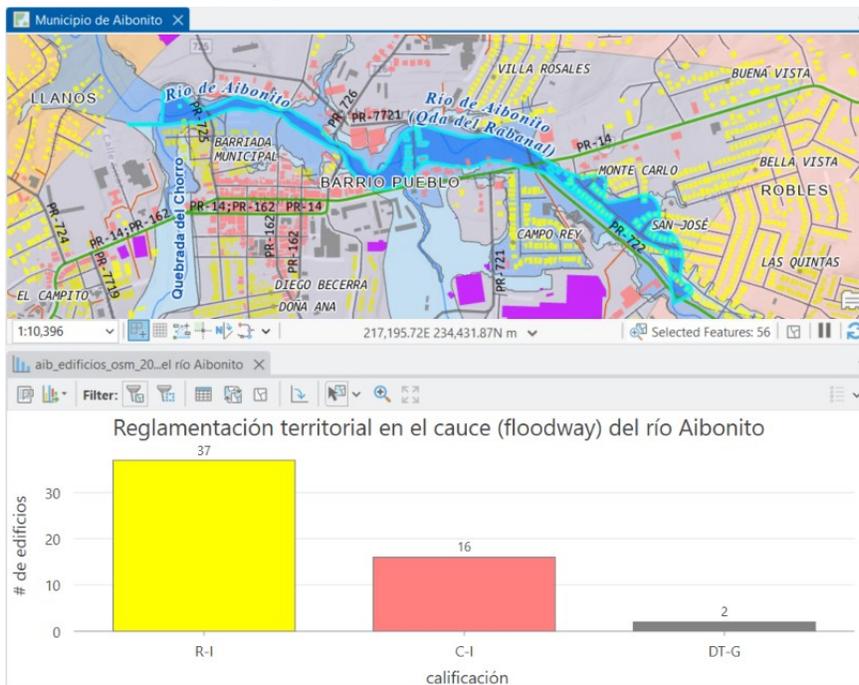
X axis title: **calificación**

Y axis title: **# de edificios.**

Resultado:



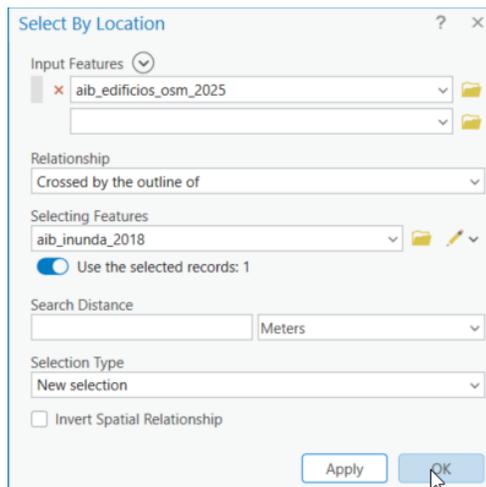
Vista del mapa y la gráfica.



Cruzar bordes

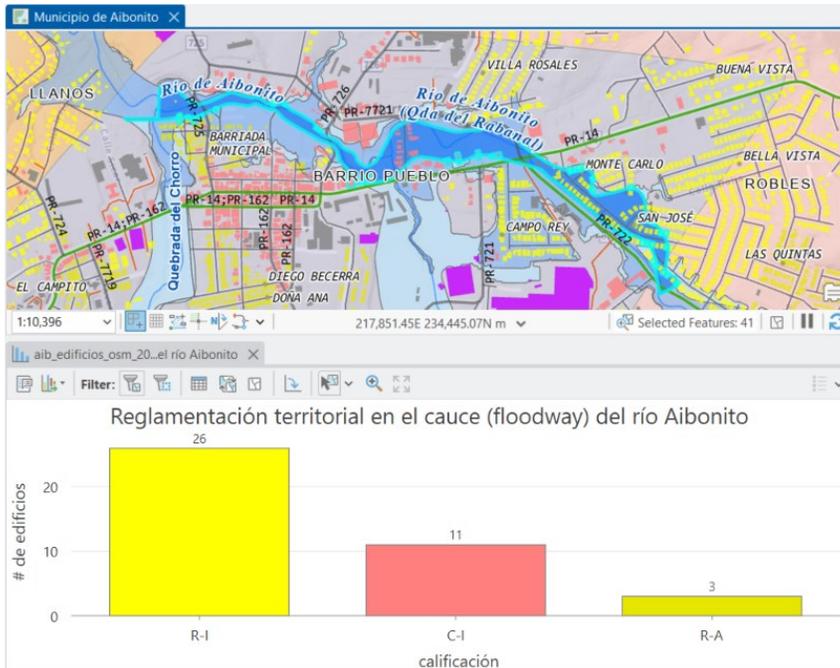
Pasemos a determinar cuántos edificios cruzan el borde de este cauce.

- Haga **click** en el botón **Select By Location**.
- Siga la **secuencia** de pasos en la forma **Select By Location**:



En esta ocasión, en la sección **Relationship**, escoja la opción **Crossed by the outline of**. Cruzados por el borde de... (el cauce)

Hay **26** edificios **R-I** (residencial intermedio), **11** en **C-I** (comercial intermedio) y **3** en **R-A** (residencial de alta densidad) en el borde de este cauce.

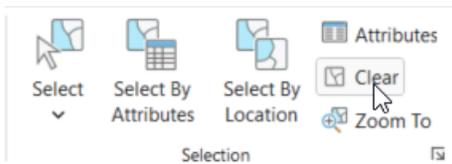


¿Cuántos edificios intersecan el cauce y están a 30 metros de distancia del borde de este cauce? ¿Cómo cambiaría la opción Relationship y Search Distance para hacer el conteo y gráfica?

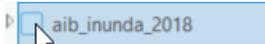
Intente determinarlos.

Resultado: R-I=103, C-I=55, R-A=16,DTG=7.

- Descarte la selección.



- Apague el layer de inundaciones:



- Guarde su trabajo. Haga **click** en el botón **Save Project (ctrl+s)**.



Spatial Join: añadir a cuál unidad electoral pertenece cada sector

La función **Spatial join** es una función muy utilizada para **entrecruzar atributos** entre **dos geodatos** que generalmente **coinciden espacialmente** de alguna manera. En este caso dentro de la función **Spatial join** usaremos la relación (**Match option**) **Intersects** o podemos usar la relación **Completely Within** para **determinar a qué unidad electoral pertenece cada sector**.

Dado a que en realidad los sectores son áreas, existen sectores que pueden estar ubicados entre barrios o entre límites municipales. En el contexto de esta práctica no hay sectores que sobrepasen límites municipales o internos dentro de una unidad electoral. Además, el geodato de sectores o asentamientos está codificado en geometría puntual.

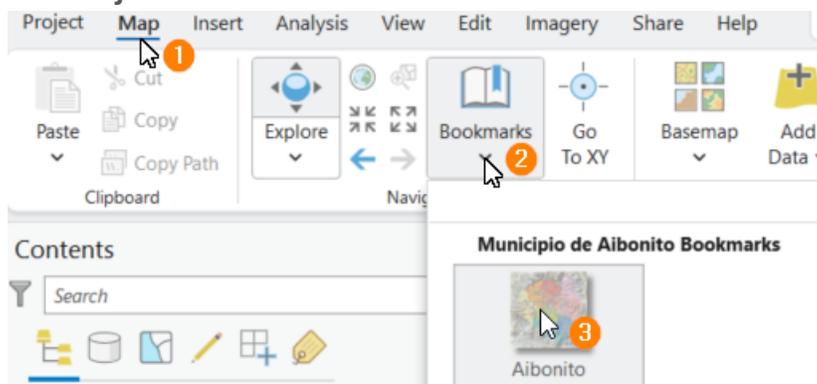
Spatial join trabaja de la siguiente manera:

- **Evaluación geográfica:** compara cada elemento del geodato destinatario (target features) con los elementos de la capa "unión" que **contiene** los **datos** que queremos **insertar** en la tabla **destinataria** (target). Esta evaluación geográfica se hará con una de las modalidades de relación geoespacial, ya sea *intersección*, *continencia*, *toque*, y otras).
- **Transferencia de atributos:** Si se cumple la relación espacial, los atributos del geodato "unión" se copiarán al geodato destinatario (target).
- **Agregación:** Cuando exista más de una coincidencia entre los geodatos unión y uno de los elementos del geodato destinatario (target), podemos aplicar una función de agregación o resumen. Entre estas: SUM, MEAN, FIRST, COUNT y otras.
- **Salida:** Se generará un nuevo geodato (feature class) con los atributos combinados. Spatial Join no cambia el geodato original sino que genera un geodato nuevo.

Asignar nombre de unidad electoral al geodato de sectores

El **geodato de sectores** de este Municipio no tiene sus unidades electorales correspondientes. **Genere otro geodato de sectores que añada un campo que contenga las unidades electorales correspondientes a cada sector según su ubicación.** Las unidades electorales están en el geodato **aib_censo2020_voting_units**.

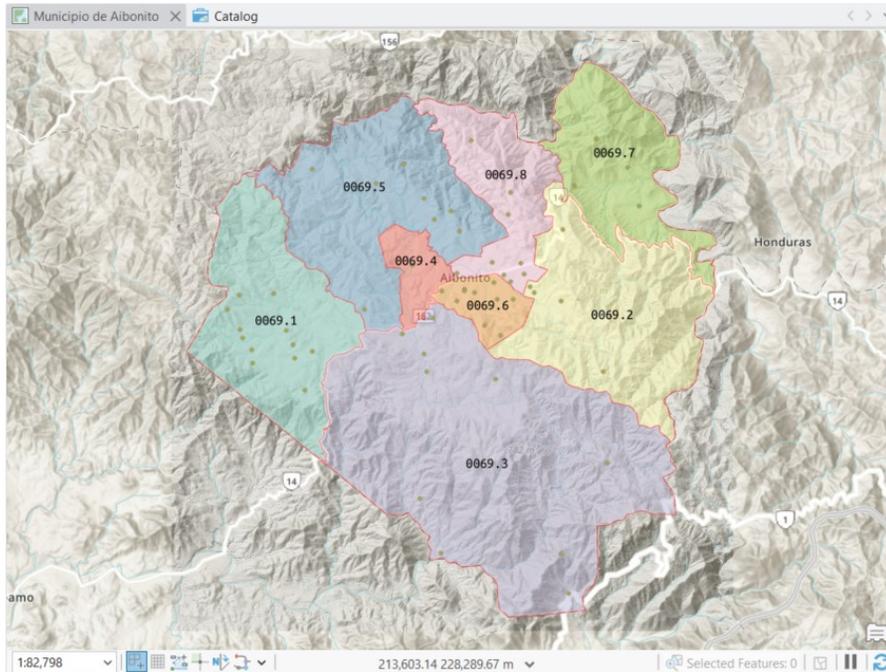
- Cambie la extensión geográfica para ver la **extensión municipal**.
- En el ribbon asociado al **tab Map**, diríjase a la sección **Navigate** y
- Haga **click** en el botón **drop-down** de **Bookmarks**.
- Escoja** el marcador "Bookmark" **Aibonito**.



- Haga **visibles** los layers **aib_sectores_2017** y **aib_censo2020_unidades_electorales**. Haga **check** en estos layers en la tabla de contenido

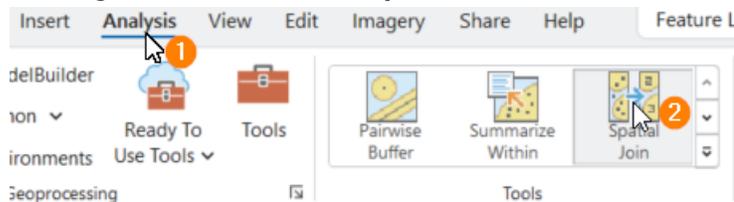


A cada sector le corresponderá una unidad electoral. Por el contrario, puede haber uno más sectores por unidad electoral.

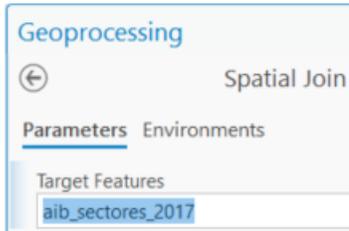


Los puntos representan la localización puntual de un sector mientras que las unidades electorales aparecen en áreas con un código identificador 0069.1 hasta 0069.8.

- Para acceder a la función-geoproceso **Spatial join**,
 - Haga **click** en el **tab Analysis**. Luego vaya a la sección **Tools** y
 - Haga **click** en el botón **Spatial Join**.



- En el formulario **Spatial Join** del panel **Geoprocessing** que aparecerá, añada el geodato-layer **aib_sectores_2017** en la sección **Target features**.



- En el apartado siguiente **Join Features**, escoja el layer **aib_censo2020_unidades_electorales**.



Definir un geodato temporal en espacio en memoria

- En **Output Feature Class**, haga **click** primero en el botón **Memory Workspace**.



- Luego en la caja de texto **escriba aib_sectores_unidades_electorales**.

Esto hará que se escriba un resultado temporal, en memoria RAM. Se destruirá cuando salga de la sesión de ArcGIS Pro.

- En la sección **Join Operation** escoja la opción **Join one to one**. Se supone que para cada sector solo le corresponda una unidad electoral.

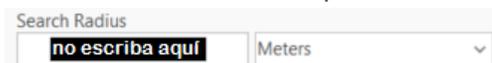


Mantenga **check** en la opción **Keep All Target Features**, ya que queremos preservar todos los sectores.

- En la sección **Match Option** use la opción **Intersect**.



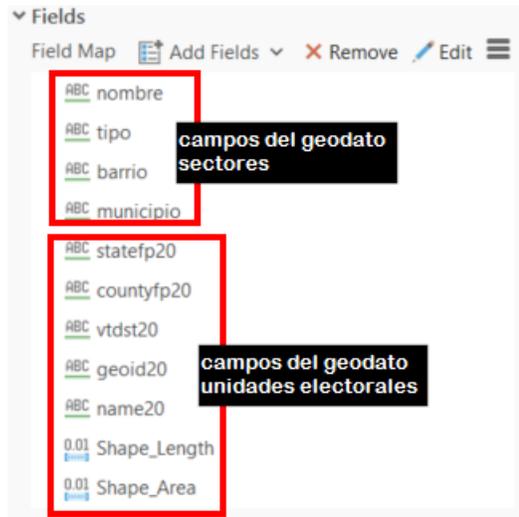
- No escriba** nada en el apartado **Search Radius**. No aplica en esta práctica.



- Expanda** el nodo **Fields**. Vamos a eliminar algunos campos innecesarios.

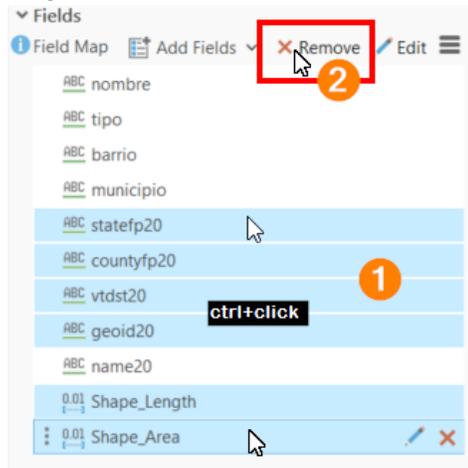


Estos son los campos disponibles para el geodato de salida en memoria:



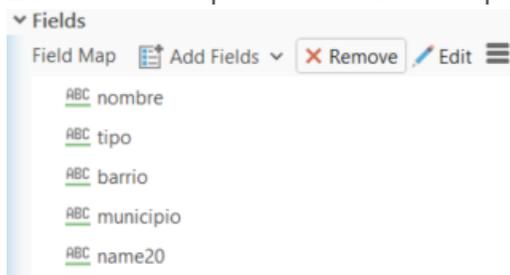
De los campos de la tabla de unidades electorales, **solo** vamos a **mantener** la **columna** o campo **name20**, la cual contiene los **nombres** de las **unidades electorales**.

- Escoja los campos **statefp20**, **countyfp20**, **vtdst20**, **geoid20**, **Shape_Length** y **Shape_Area** mediante la tecla **ctrl+click** del mouse.



- Luego de escoger estos campos, haga **click** en el botón **Remove**.

- La lista de campos de salida debe aparecer así:



- Cambiamos** el nombre de este campo **name20** y renombrarlo a **unidad_electoral**.
- Active** el campo **name20** y haga **click** en el botón **Edit**.



- En la forma **Field Properties**, vaya a la sección **Properties** y
 - En las cajas de texto **Field Name** y **Alias** escriba el nuevo nombre del campo:

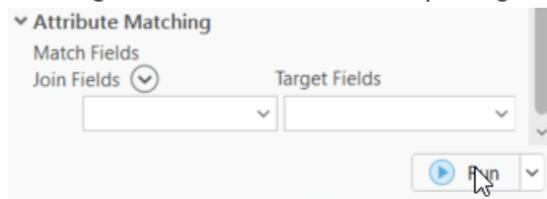
unidad_electoral.

- El campo es de **texto** con longitud (length) de **20 espacios**.

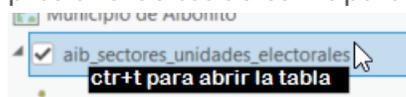
Properties ⓘ

Field Name	Alias	Type	Length	Allow NULL
unidad_electoral	unidad_electoral	Text	20	<input checked="" type="checkbox"/>

- Haga **click** en el botón **OK** de esta forma para aceptar los cambios, cerrar y **regresar** al panel **Spatial join**.
- No ingrese **nada** en la sección **Attribute Matching**.
- Haga **click** en el botón **Run** para generar el geodato temporal.



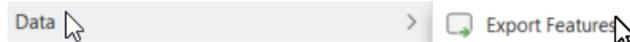
- Diríjase al panel **Contents** y active (**click**) el nuevo layer temporal **aib_sectores_unidades_electorales**.
presione las teclas **ctrl+t** para **abrir** la **tabla** de atributos de este geodato.



- Cada fila de la tabla debe tener un valor correspondiente en el campo unidad_electoral

	OBJECTID	Shape	Join_Count	TARGET_FID	nombre	tipo	barrio	municipio	unidad_electoral
1	1	Point	1	1	Sabana	Sector	Asonante	Aibonito	0069.1
2	2	Point	1	2	Los Mangós	Sector	Asonante	Aibonito	0069.1
3	3	Point	1	3	Praderas De Ason...	Urbanización	Asonante	Aibonito	0069.1
4	4	Point	1	4	EL Nueve	Sector	Asonante	Aibonito	0069.1
5	5	Point	1	5	Alturas de Asoma...	Urbanización	Asonante	Aibonito	0069.1
6	6	Point	1	6	El Cerro	Sector	Asonante	Aibonito	0069.1
7	7	Point	1	7	Cuadritas	Barraza	Asonante	Aibonito	0069.1

- Si desea **guardar** este geodato temporal, puede hacer **right click** encima de este layer y escoger **Data > Export Features**.



Puede guardarlo con el mismo nombre en la geodatabase **aib_geodata.gdb**.

- Apague o elimine (**right click > Remove**) este nuevo layer.

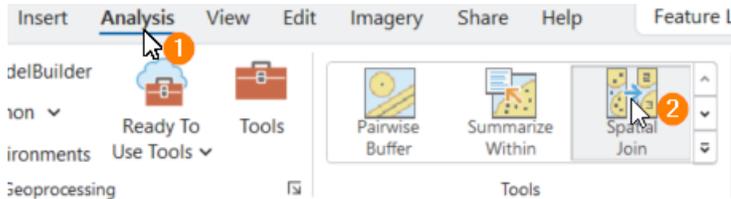
Añadir lista horizontal de sectores en unidades electorales

En esta parte haremos el caso contrario: añadir una lista de sectores en cada unidad electoral, pero la lista se hará de manera horizontal en la tabla de atributos. En lugar de generar una copia geométrica de unidad electoral por cada sector que la interseque, vamos a hacer la lista en una sola fila, hacia la derecha. Usaremos una coma y espacio como separador de cada caso que interseque cada unidad electoral. La función **Spatial Join** nos devolverá también un conteo de sectores por cada unidad electoral. Por ejemplo:

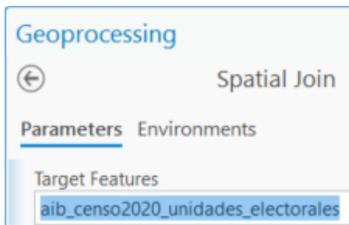
OBJECTID	Shape	Join_Count	TARGET_FID	statefp20	countyfp20	vtdst20	geoid20	name20	sectores
1	Polygon	5	1	72	009	0069.2	720090069.2	0069.2	La Base, Rabanal, Sierra, Las Quintas, Las Flores
2	Polygon	1	2	72	009	0069.4	720090069.4	0069.4	San Luis
3	Polygon	10	3	72	009	0069.6	720090069.6	0069.6	Liborio Ortiz, Campo Rey, Robles, Britas De Atbonitto, E...
4	Polygon	9	4	72	009	0069.8	720090069.8	0069.8	La Tea, Viejas, Nuevas, Villa Rosales, Monte Carlo, San...

Cada unidad electoral con uno o más sectores, todos en el campo "sectores".

- Como mencionamos antes, para acceder a la función-geoproceso **Spatial join**,
 - Haga **click** en el **tab Analysis**. Luego vaya a la sección **Tools** y
 - Haga **click** en el botón **Spatial Join**.



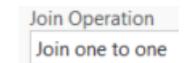
- En el formulario **Spatial Join** del panel **Geoprocessing** que aparecerá, añada el geodato-layer **aib_censo2020_unidades_electorales** en la sección **Target features**. En este layer escribiremos la lista de sectores.



- En el apartado siguiente **Join Features**, escoja el layer **aib_sectores_2017**.
- En **Output Feature Class**, haga **click** primero en el botón **Memory Workspace**.



- Luego en la caja de texto **escriba aib_censo2020_unidades_electorales_sectores**.
- En la sección **Join Operation** escoja la opción **Join one to one**. Mantenga **check** en la opción **Keep All Target Features**.

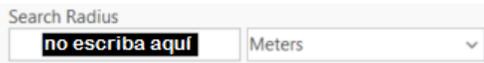


*Hay una relación uno a muchos, ya que hay 1 o más sectores por cada unidad electoral. Sin embargo, si queremos hacer una **concatenación** o **lista de sectores por cada unidad electoral**, debemos usar la opción **join one to one**. Esta opción nos **devolverá** el **conteo** de sectores en un **nuevo campo** definido por el usuario, que contendrá la **lista** de **sectores** separados por una coma y espacio.*

- En la sección **Match Option** use la opción **Intersect**.



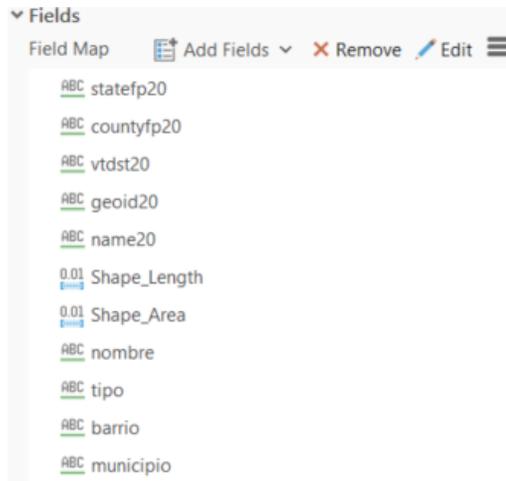
- No escriba** nada en el apartado **Search Radius**. No aplica en esta práctica.



- Expanda** el nodo **Fields**. Vamos a **añadir** un **campo** que contendrá la lista de sectores separados por coma y espacio “, ”.



Estos son los campos disponibles para el geodato de salida en memoria:

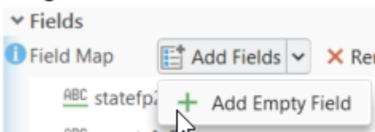


Vamos a **eliminar** los **campos nombre, tipo, barrio y municipio**. Estos son los campos que vienen del geodato de sectores. **Insertaremos** un **nuevo campo “sectores”** que contendrá la **lista de sectores** y lo arrastraremos **debajo** del campo **name20** que aquí aparece.

- Seleccione** los campos **nombre, tipo, barrio, municipio** y haga **click** en el botón **Remove**. También puede eliminarlos usando el icono X al lado derecho de cada campo.



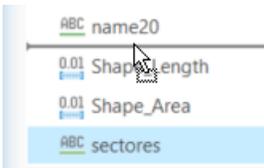
- Haga **click** en el botón **Add Fields > Add Empty Field**.



- En el campo nuevo **New Field**, escriba **sectores**.



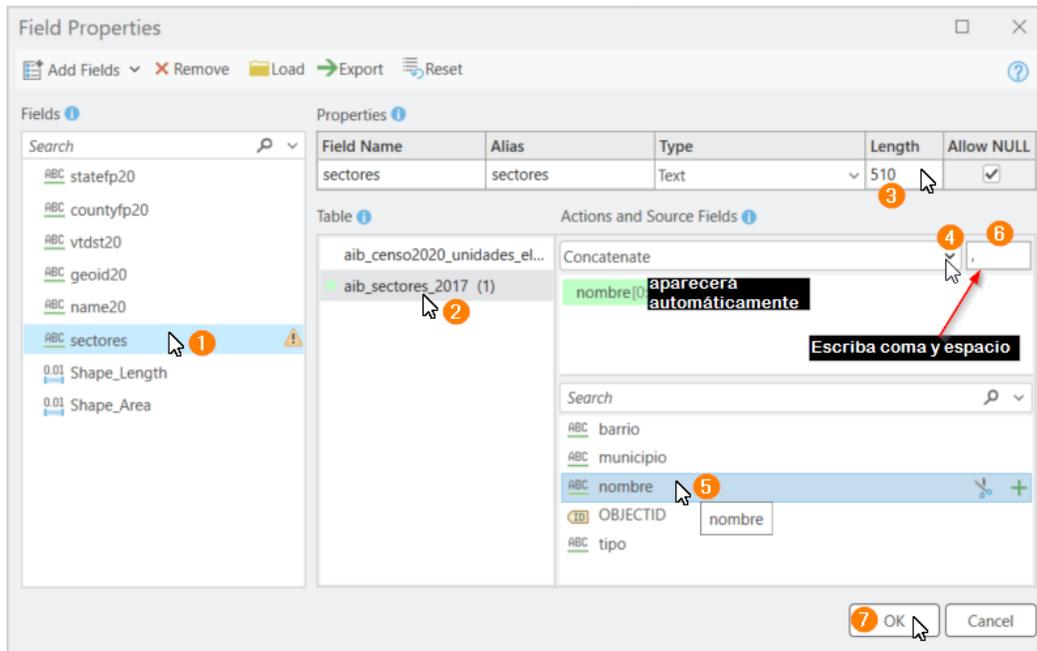
- Arrastre e inserte** el campo **sectores** encima del campo **Shape_Length**.



- Haga **click** en el **icono de lápiz** para **modificar** este campo.

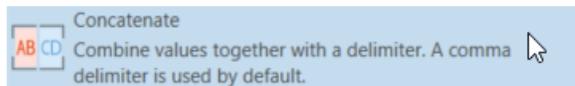


- En la forma **Field Properties** que aparecerá, siga esta secuencia de pasos:



Recuerde: Fije la longitud del campo a **510** espacios para dar espacio suficiente a la lista de sectores.

- En la sección **Actions and Source Fields** escoja la opción **Concatenate**



- Escriba **coma y espacio** para el separador (Delimiter).

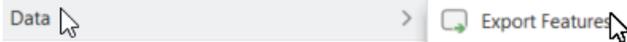
- Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar esta función.
- Active el geodato nuevo** y pulse las teclas **ctrl+t** para abrir la tabla de atributos de este geodato.

OBJECTID	Shape	Join_Count	TARGET_FID	statefp20	countyfp20	vt_dst20	geoid20	name20	sectores
1	Polygon	5	1	72	009	0069.2	720090069.2	0069.2	La Base, Rabanal, Sierra, Las Quintas, Las Flores
2	Polygon	1	2	72	009	0069.4	720090069.4	0069.4	San Luis
3	Polygon	10	3	72	009	0069.6	720090069.6	0069.6	Ltborio Ortiz, Campo Rey, Robles, Britas De Albonto, E...
4	Polygon	9	4	72	009	0069.8	720090069.8	0069.8	La Tea, Viejas, Nuevas, Villa Rosales, Monte Carlo, San...

Los nombres de sectores separados por coma y espacio deberán aparecer en este nuevo campo "sectores".

Una versión más elaborada de esta tarea requiere usar el campo tipo para distinguir entre nombres que no hacen sentido si no tienen su tipología porque es parte de su nombre. Para esto es práctico definir un campo compuesto de tipo + nombre y luego aplicar la pasada concatenación.

- Si desea **guardar** este geodato temporal, puede hacer **right click** encima de este layer y escoger **Data > Export Features**.



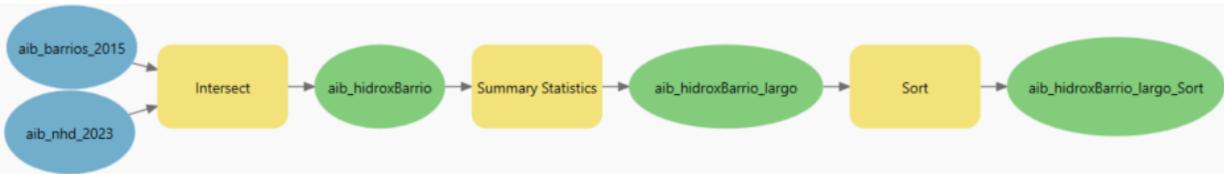
Puede guardarlo con el mismo nombre en la geodatabase **aib_geodata.gdb**.

- Apague o elimine (**right click > Remove**) este nuevo layer.

Hacer desglose de cuerpos de agua lineal por barrio

En esta parte haremos un desglose de ríos y quebradas por cada barrio. Utilizaremos las **herramientas** de geoprocresamiento **Intersect**, **Summary Statistics**, y **Sort**. **No debemos usar Spatial Join** en esta tarea, porque esta función sobreestimaría el cómputo de longitud de segmentos de cuerpos de agua por cada barrio. **Intersect** es la herramienta adecuada, ya que esta dividirá los segmentos de cuerpos de agua lineal en cada intersección de barrio.

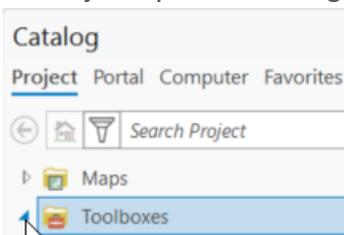
En lugar de usar Spatial Join, usaremos la función **Intersect**. Debemos usar esta función porque tenemos que segregar o cortar geoméricamente los cuerpos de agua por cada barrio. El resultado de **Intersect** será un geodato de geometría lineal que tendrá los cuerpos de agua segregados por barrio. Haremos un resumen (**Summary Statistics**) que sumará el kilometraje de cuerpos de agua por barrio y luego ordenaremos las filas (**Sort**) por barrio y nombre de cuerpos de agua. Prepararemos nuestro primer modelo para este propósito.



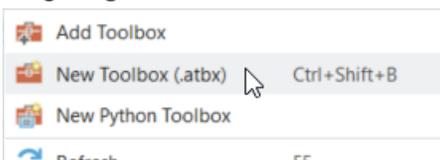
Modelo realizado en la versión 3.5 de ArcGIS Pro.

Este modelo puede modificarse después, si fuese necesario para evaluar longitud de vías por barrio.

- Es buena práctica **insertar** una **nueva caja de herramientas (Toolbox)** para este y otros modelos.
- Vaya al panel **Catalog** y expanda el nodo **Toolboxes**.



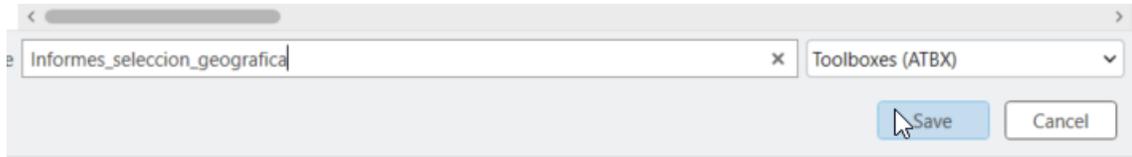
- Haga **right click** encima del ítem **Toolboxes** y escoja **New Toolbox (.atbx)**.



- En la forma **New Toolbox** ubíquese en el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_3** y



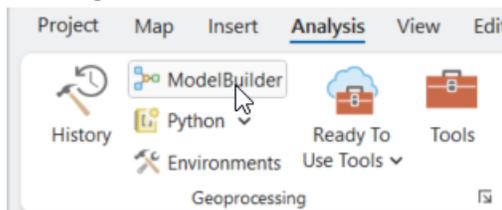
- Guarde el **Toolbox** con el nombre **Informes_seleccion_geografica**.



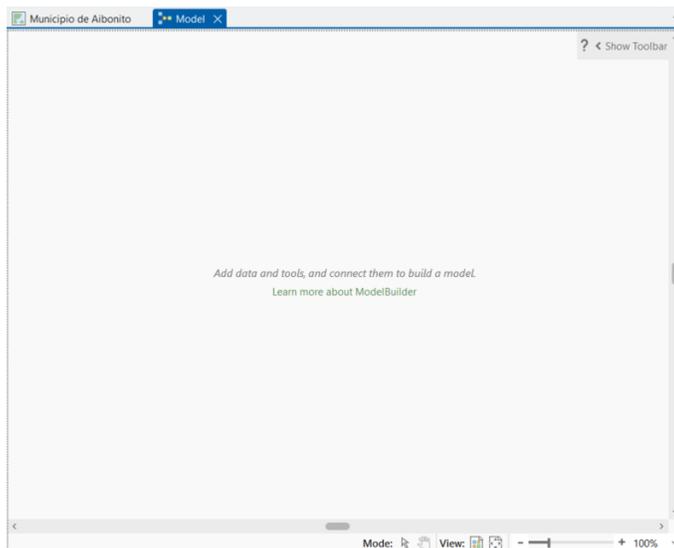
- En esta nueva caja de herramientas, haga **right click encima** y **escoja** la opción **Make Default**.



- Para iniciar el primer modelo, haga **click** en el tab **Analysis**.
- Haga **click** en el botón **Model Builder**, localizado en la sección **Geoprocessing**.



- Aparecerá esta pestaña **para incorporar procesos** en la interfaz **Model Builder**. *Aquí se insertarán los procesos, arrastrándolos desde el panel **Geoprocessing**.



*También podemos añadir procesos desde la sección **Insert**, e insertar procesos desde el botón **Tools**.

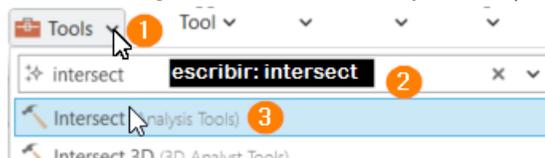
- Usaremos esa opción. Localice el grupo **Insert** del ribbon asociado al **tab Analysis**. Verá el botón **Tools**.

Si usa la parte **izquierda** de este botón, abrirá el panel **Geoprocessing**.

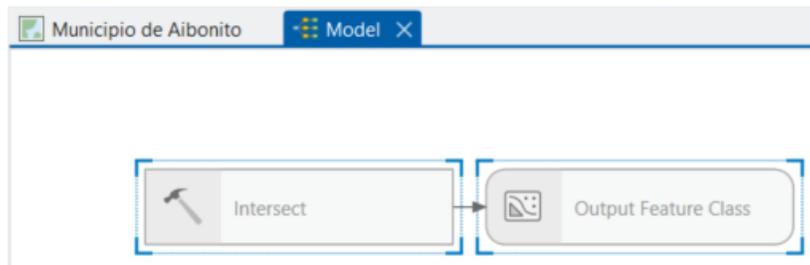
Si usa la parte **derecha** de este botón (drop down), le ofrecerá una lista alfabética de procesos y funciones.



- Use la **parte derecha** del botón **Tools**.
- En la **caja de texto** de búsquedas (**Search**), escriba **intersect**.



- Haga **doble click** en la herramienta **Intersect** y esta será anejada en el **tab Model**.



- Añadiremos los parámetros necesarios a esta herramienta.
- Haga **doble click** en la caja gris **Intersect**.

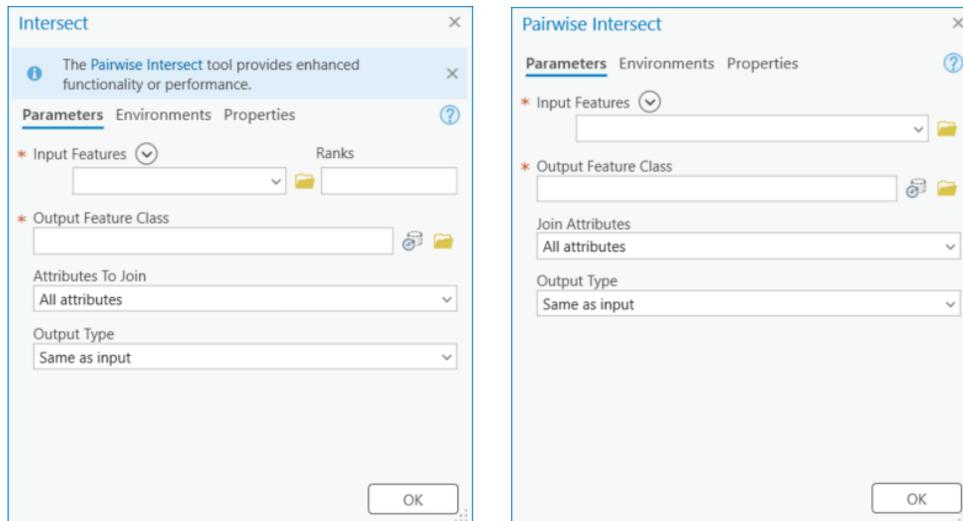


- En el formulario del proceso **Intersect** le aparecerá una banda azul con un **aviso** sobre la disponibilidad de la herramienta **Pairwise Intersect** (intersección en pares).

Cuál es la diferencia entre Intersect y Pairwise Intersect

Intersect clásico

Pairwise Intersect



A continuación, una tabla con las diferencias entre estas herramientas similares.

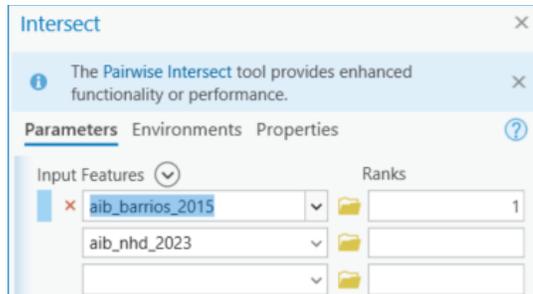
Comparación Intersect “original” vs Pairwise Intersect

Característica	Intersect original	Pairwise Intersect
Número de input layers	Más de dos layers.	Solo dos.
Prioridad (ranks)	Poder de definir cuál layer tiene precedencia para mantener su integridad. Por ejemplo, mantener intactos o casi intactos límites legales, parcelas, etc.	No tiene esta opción.
Método de intersección	Todas las combinaciones posibles entre todos los elementos de todos los layers	Compara “por pares”: un elemento de un layer con cada elemento del segundo layer. Esto es acelerado mediante la paralelización.
Resultado	Puede generar muchísimos elementos pequeños, según la complejidad de los layers y los umbrales de cluster tolerance definidos en el tab Analysis, grupo Model > Environments.	Menos entidades de salida.
Paralelización	Limitado. No es automática. Requiere configuración manual en la sección Environments.	Algoritmo optimizado para usar paralelización automática.
Soporte de atributos	Soporte completo de atributos; campos, Joins activos, <i>subtypes</i> ,	Copia los campos de las tablas de atributos sin garantía de mantener los alias ni

	dominios, <i>relations</i> , alias de campos, <i>symbology codes</i> .	propiedades como en Intersect clásico.
--	--	--

Es prudente entonces usar la herramienta **Intersect original**, ya que nos permite **preservar la integridad geométrica** del **geodato** de **barrios** al establecer un **nivel de prioridad**. Los cuerpos de agua pueden ser ajustados de manera mínima, según sea necesario.

- De regreso al panel **Model Builder**, vamos a la forma **Intersect**.



- En la sección **Input Features** escoja el layer **aib_barrios_2015**.
- En la sección **Ranks** escriba **1** para otorgarle prioridad a este layer.
- Añada el layer **aib_nhd_2023** de **hidrografía**. **No** tiene que asignarle **rank**.

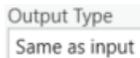
- En la sección **Output Feature Class** esta vez **no** use el botón de Memory Workspace. Generará el nuevo geodato **aib_barrios_hidro**.



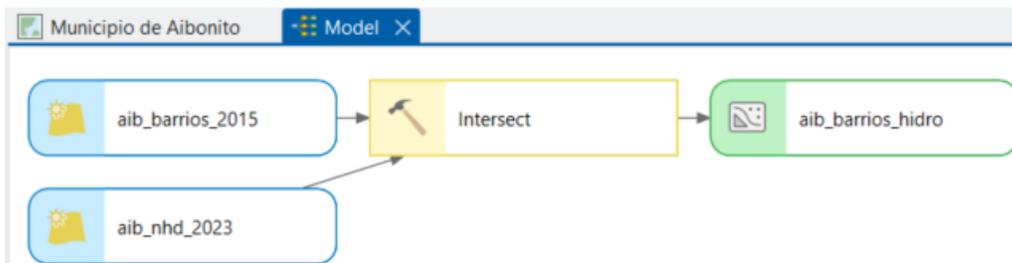
- En la sección **Attributes to Join**, mantenga la opción **All attributes**.



- Mantenga la opción **Same as input** en el apartado **Output Type**.



- Haga **click** en el botón **OK** para registrar los parámetros de esta herramienta en el nuevo modelo.

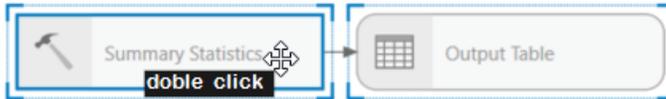


- La próxima herramienta que vamos a insertar es **Summary Statistics**. Siga la secuencia de pasos para adjuntar esta herramienta en el nuevo modelo.
 - Haga **click** en la parte derecha del botón **Tools**, escribir **summary stat** en la caja de

texto **Search** y haga **click** en la herramienta **Summary Statistics**.



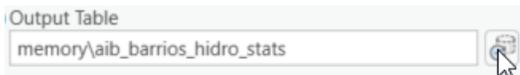
- Haga **doble click** en el cuadro gris **Summary Statistics**.



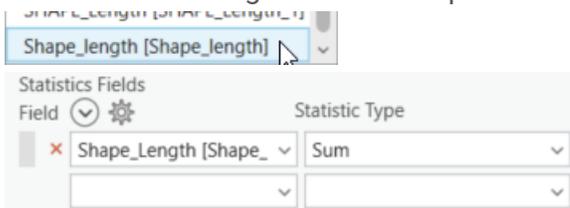
- En la sección **Input Table**, escoja **el último** layer bajo el apartado **Model Variables**: **aib_barrios_hidro**.



- En la parte **Output Table**, **presione** esta vez el botón **Memory Workspace** y **escriba** el nombre de la tabla temporal **aib_barrios_hidro_stats**.



- En la sección **Statistics Fields**, escoja **el último ítem** de la lista: **Shape_Length [Shape_Length]**, que corresponde con el registro de longitud de líneas nuevas producto de la intersección geométrica del proceso anterior.



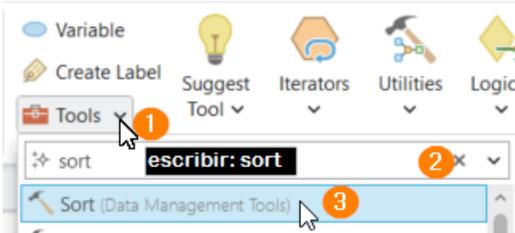
- En el apartado **Case Fields**, escoja los campos **BARRIO** heredado del geodato original de barrios y el campo **GNIS_Name**, que corresponde con el geodato original de hidrografía.



- Haga **click** en el botón **OK** para registrar los parámetros de esta herramienta en el nuevo modelo.



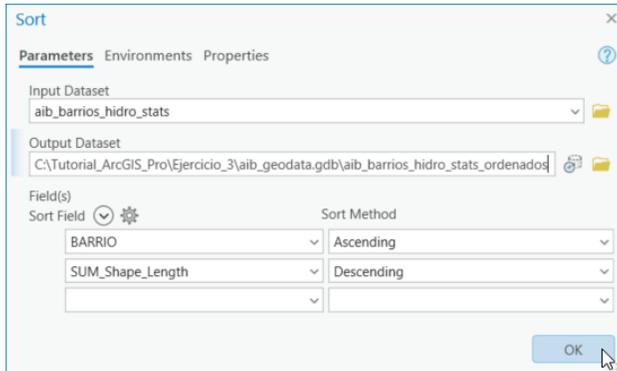
- Pasemos a añadir el último proceso: ordenar la tabla basado en los campos **BARRIO (Ascendente) y GNIS_Name (Descendente)**.
Siga esta secuencia de pasos para insertar esta herramienta en el modelo.



- Haga **doble click** en el cuadro gris **Sort**.



- En la forma **Sort**, complete los parámetros necesarios como aparece en esta figura.

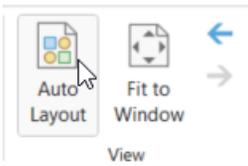


- **Input Dataset:** aib_barrios_hidro_stats
- **Output Dataset:** aib_hidro_stats_ordenados.
- **Field(s)**

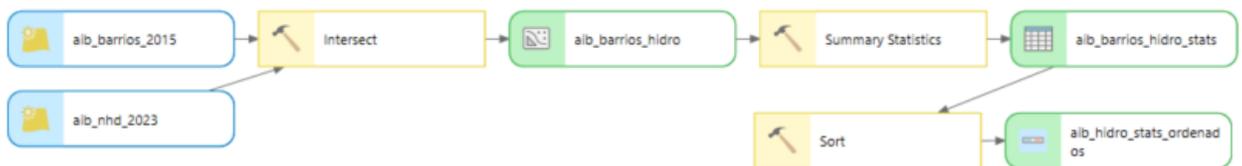
Sort Field	Sort Method
BARRIO	Ascending
SUM_Shape_Length	Descending
- **Click** en botón **OK** para registrar la herramienta en el nuevo modelo.

Note que el **resultado** se guardará como una **tabla** (Standalone table) en la geodatabase.

- De regreso al panel **Model**, haga **click** en el botón **Auto Layout** para organizar las figuras de las herramientas.

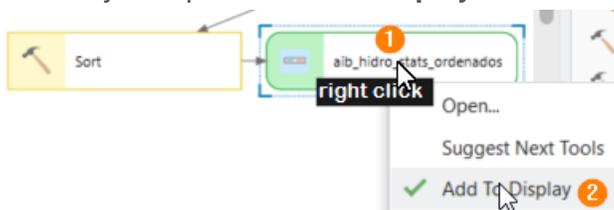


Aquí los cuadros finales fueron movidos a la izquierda estirado manualmente para mostrar el nombre de la tabla temporal de salida.

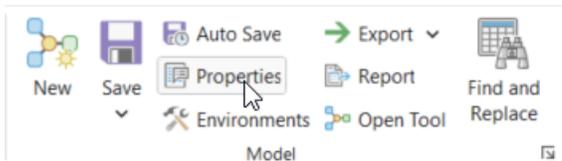


- Para traer directamente el resultado al **panel Contents**:
 - Haga **right click** en el óvalo al final del proceso aib_barrios_hidro_stats_ordenados

- Escoja la opción **Add To Display**.



- Asignemos un **nombre** a este modelo. Para esto, haga **click** en el botón **Properties**, que está en el grupo **Model** en el ribbon asociado al **tab Analysis**.



- En el formulario **Tool Properties: Model** complete con la siguiente información
 - Name** Calcularlongituddelineasporbarrio (sin espacios)
 - Label** Calcular longitud de líneas por barrio
 - Toolbox** C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_3\Informes_seleccion_geografica.atbx
 - Description** Modelo para generar una tabla con una lista de cuerpos de agua lineal por barrio y la sumatoria de su longitud en metros.

Tool Properties: Model

Search

General

Parameters

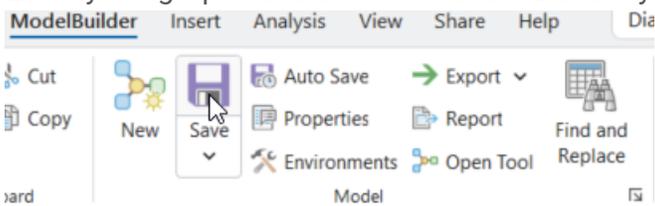
Name: Calcularlongituddelineasporbarrio

Label: Calcular longitud de líneas por barrio

Toolbox: C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_3\Informes_seleccion_geografica.atbx

Description: Modelo para generar una tabla con una lista de cuerpos de agua lineal por barrio y la sumatoria de su longitud en metros.

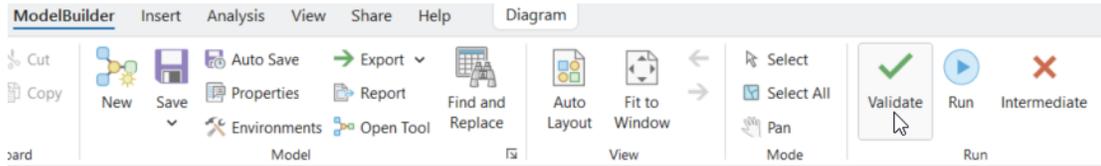
- Cierre** la forma **Tool Properties: Model**. Haga **click** en el botón **OK**.
- Para **registrar** el **modelo** dentro de la **caja de herramientas**:
 - Vaya al grupo **Model** del tab **Model Builder** y haga **click** en el botón **Save**.



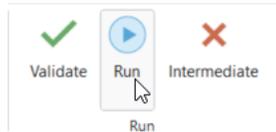
- Se supone que el modelo aparece dentro de la caja de herramientas:



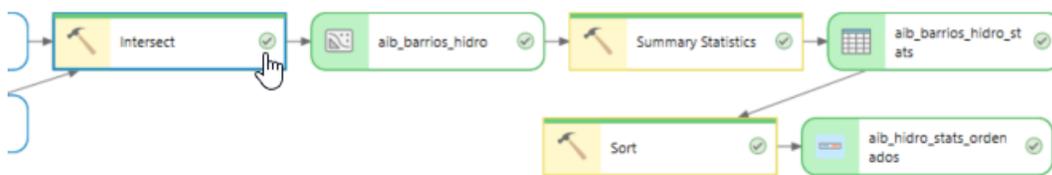
- Ya que el modelo está guardado en la caja de herramientas, vaya al grupo **Run** del ribbon **Model Builder** y pulse el botón **Validate**.



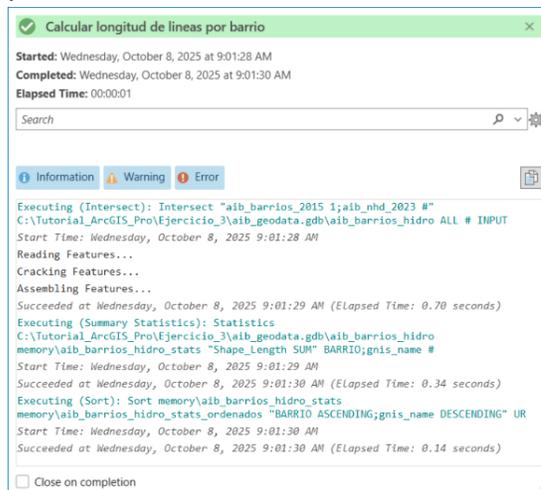
- Luego de **validar**, haga **click** en el botón **Run** para **ejecutar** esta secuencia de procesos en el modelo.



- Verá que las cajas de procesos y salidas aparecerán con un check. Esto significa que en el modelo está ejecutando un determinado proceso. Eso nos avisa que los procesos se realizaron. El geodato de salida se produjo y la tabla ordenada final aparecerá en la lista en el panel Contents.



- Al finalizar la ejecución del modelo, el formulario informativo le indicará si el proceso fue exitoso, si hubo alguna advertencia o algún error. En este caso solo hay registro de los procesos llevados a cabo.



- Los procesos aparecerán con una barra verde, lo que indica que ya terminó de procesar.



- Al final de la lista de layers del panel **Contents**, en la sección **Standalone Tables** aparecerá el resultado del modelo, el cual es una tabla temporal.
 - Haga **right click** encima del nombre y **escoja** la opción **Open** para abrir la tabla.



- Esta es una vista parcial de la tabla. Está **ordenada** por el campo **BARRIO** de forma **ascendente** y por **SUM_Shape_Length** de forma **descendente**. La **longitud** de los **cuerpos de agua** está en **metros**, que es la unidad propia del sistema de coordenadas del geodato.

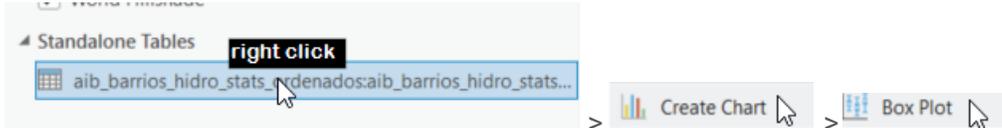
OBJECTID *	BARRIO	GNIS_Name	FREQUENCY	SUM_Shape_Length	ORIG_FID	
1	1	Algarrobo	Quebrada Algarrobo	3	3123.42477	14
2	2	Algarrobo	qsn 162	1	1974.701362	7
3	3	Algarrobo	Quebrada Obispo	3	1940.990057	15
4	4	Algarrobo	Río Cuyón	3	1928.753017	16
5	5	Algarrobo	qsn 235	1	1921.275001	11
6	6	Algarrobo	qsn 044	1	1296.553921	4
7	7	Algarrobo	qsn 029	1	1270.521877	3
8	8	Algarrobo	qsn 026	1	1076.055908	2
9	9	Algarrobo	qsn 242	1	451.564909	12
10	10	Algarrobo	qsn 180	1	405.276501	8
11	11	Algarrobo	qsn 101	1	261.352759	5
12	12	Algarrobo	qsn 120	1	69.635666	6
13	13	Algarrobo	qsn 273	1	33.309515	13
14	14	Algarrobo	qsn 003	1	30.157521	1
15	15	Algarrobo	qsn 224	1	29.183371	10
16	16	Algarrobo	qsn 187	1	18.682758	9

Note que las quebradas sin nombre se les dio una nomenclatura compuesta de "qsn +OBJECTID" para que cada elemento tenga un nombre único. Si hubiéramos dejado vacíos los récords (<Null>), estas se hubieran agregado como si fueran una sola quebrada, lo cual afectaría significativamente el cómputo y la gráfica que queremos producir en el próximo paso.

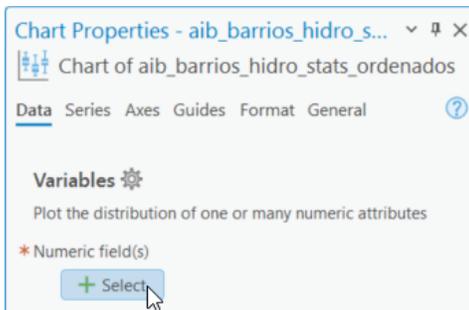
Preparar gráfica sobre la tabla exportada

Prepararemos una gráfica o [diagrama de cajas](#), **boxplot** en inglés con los datos numéricos de esta tabla. Mostraremos las sumatorias de longitud de cuerpos de agua por barrios. Cada barrio tiene múltiples cuerpos de agua. Por esta razón podemos usar Boxplots.

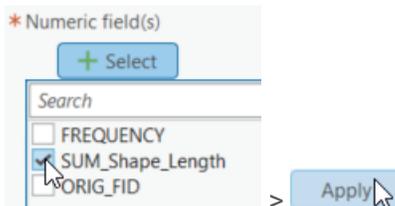
- Para generar esta gráfica haga **right click** en la tabla y escoja las opciones **Create Chart** y luego **Box Plot**.



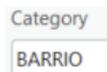
- A mano derecha, en panel **Chart Properties**, haga **click** en el botón **Select** de la sección **Numeric field(s)**.



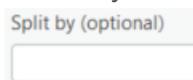
- Haga **check** en el campo **SUM_Shape_Length** para escogerlo.
- Haga **click** en el botón **Apply** para insertar este campo numérico en el eje Y de la gráfica.



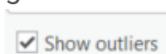
- En la sección **Category**, escoja el campo **BARRIO**.



- No** escoja campos en la sección Split by.



- Haga **check** en la opción **Show outliers** para que aparezcan los valores atípicos en la gráfica.

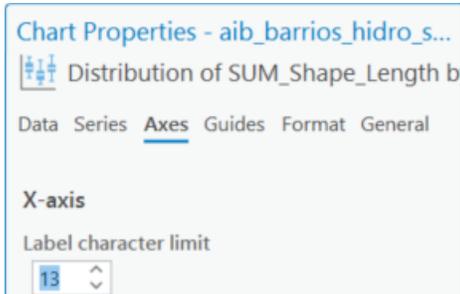


- En la sección **Sort**, organice las cajas desde los valores promedio del eje Y (sum_shape_lenght). Escoja la opción **Mean Descending**.

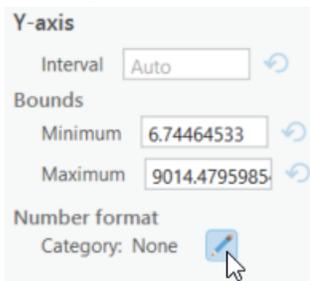


Ya podrá observar la gráfica, pero vamos a proseguir para cambiar los valores a kilómetros y luego cambiar el titulo y etiquetas de los ejes.

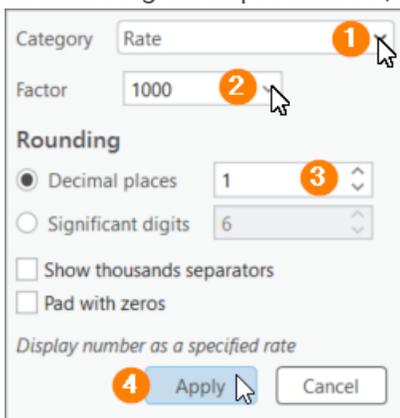
- Haga **click** en el tab **Axes** y en el apartado **X-axis** escriba **13** en la caja de texto **Label character limit** para dar más espacio a los nombres de barrios.



- Bajo el apartado **Y-axis** descienda a la subsección **Number format** y Haga **click** en el **icono de lápiz**, **Determine Display formatting for numeric field types**.

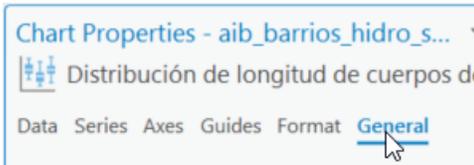


- En el subformulario emergente, siga esta secuencia de pasos. Debe escoger la opción **Rate**, el factor será **1000** y reducir a **un lugar decimal**.

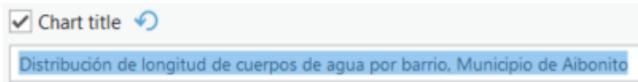


Esto cambiará los valores a kilómetros.

- Haga **click** en el tab **General**.



- En la sección **Chart title** escriba: **Distribución de longitud de cuerpos de agua por barrio, Municipio de Aibonito**



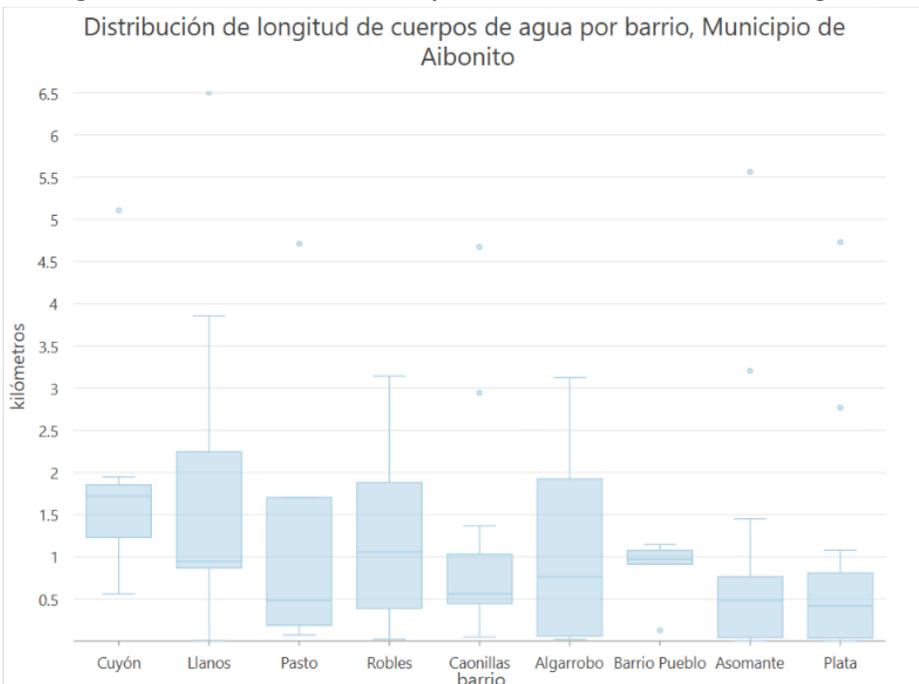
- X axis title:** barrio



- Y axis title:** kilómetros



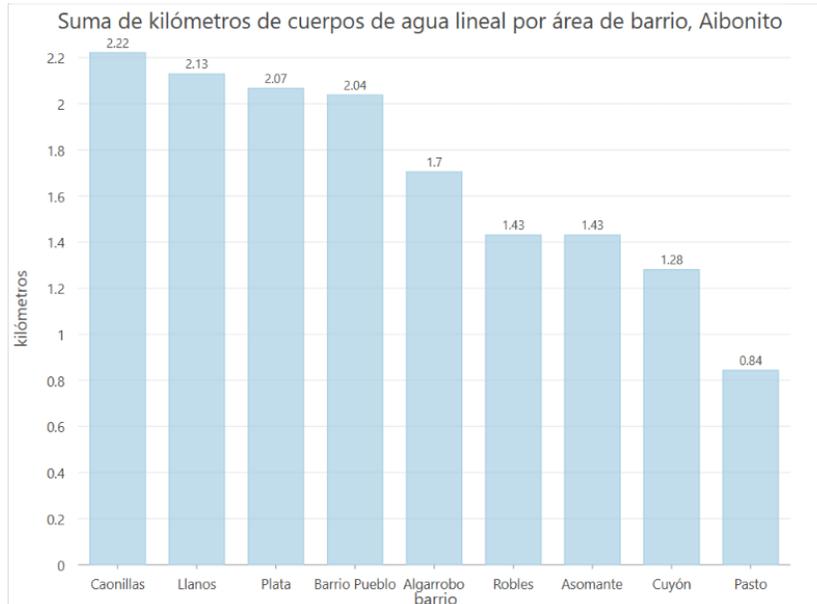
- No ingrese nada en los demás apartados. Así debe verse la gráfica.



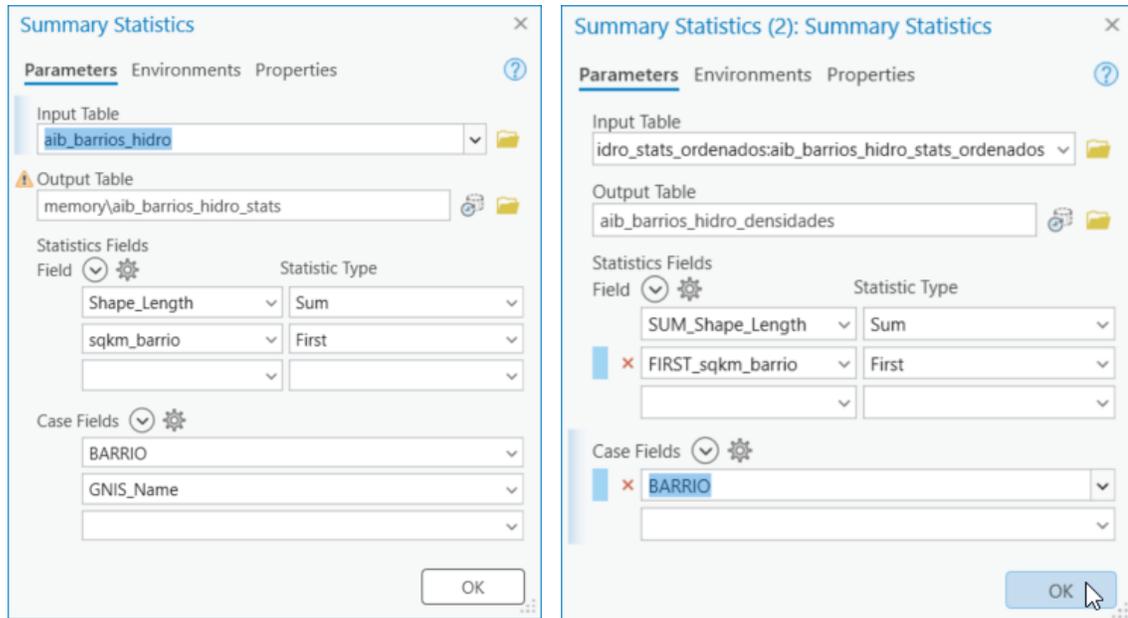
Mientras más largas sean las cajas, las longitudes de quebradas dentro de cada barrio serán menos parecidas (mayor dispersión de valores). El área superficial del barrio influye, ya que el barrio Pueblo es el de menor área y con menores longitudes.

Si hiciéramos una gráfica que mostrara la “densidad de quebradas” (suma de kms de ríos y quebradas/1000 / área de barrio), el barrio Pueblo tendría una posición diferente,

en cuarto lugar en orden descendente como veremos en la próxima gráfica de barras que preparamos **para propósitos de demostración**.

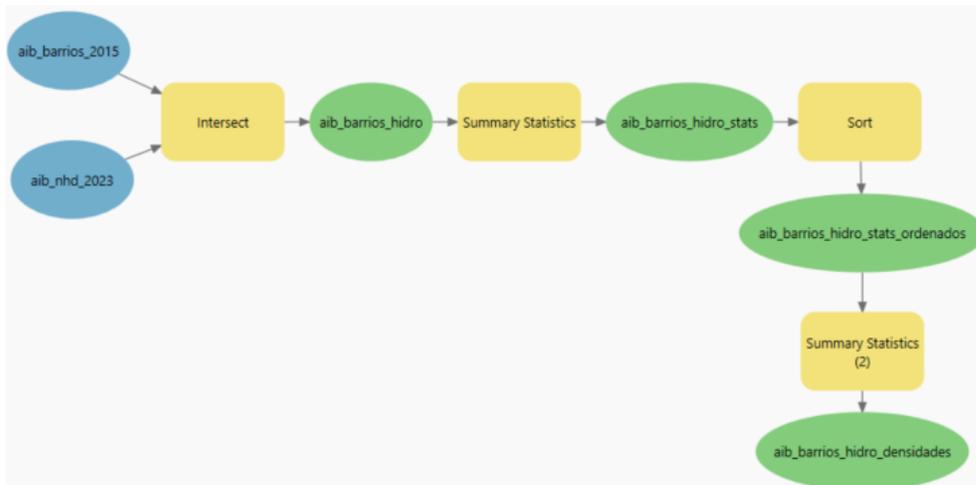


Para hacer esta gráfica se debe generar otra tabla que tome los valores de área de barrio `sqkm_barrio` y usar el modelo para que devuelva el primer valor `First`, de este campo al hacer el resumen `Summary Statistics` como el de la izquierda. Luego hacer otro `Summary Statistics` para agregar (sumar) todos los cuerpos de agua por cada barrio.



La siguiente figura muestra el modelo modificado, lo cual representa un ahorro de tiempo. Tardamos mucho más tomando cada herramienta, recordar cuáles fueron los pasos y

parámetros que usamos. El historial de geoprocursos nos puede ayudar, pero un modelo es más eficiente en estos casos.



Modelo modificado para generar otra tabla resumen que nos devuelva la densidad de cuerpos de agua por área de barrio.

Adyacencia (Boundary Touches) Barrios adyacentes con nombres iguales

Esta última práctica sobre el tema de **selección geográfica** es para demostrar el uso del operador **Boundary Touches** en la función **Select by Location**. En Puerto Rico hay 901 barrios (edición 2015). Entre estos, hay barrios adyacentes a otros barrios en municipios diferentes que tienen nombres iguales. Hay más de 70 de estos casos.



Ejemplo: Los municipios de Cidra, Caguas y Cayey tienen cada uno un barrio Beatriz que además, son adyacentes.

Este ejemplo puede ser útil en geografía electoral por ejemplo, para redefinir distritos basados en adyacencia y otros criterios.

Haremos otro modelo que nos devuelva solamente las geometrías de barrios que cumplan estas condiciones: adyacentes y con nombres iguales. Las funciones que usaremos serán **Spatial Join** y **Make Feature Layer**. Para realizar la comparación de selección geográfica por **adyacencia**, usaremos el **geodato** de **barrios** y una **copia exacta** del geodato **excepto** por los

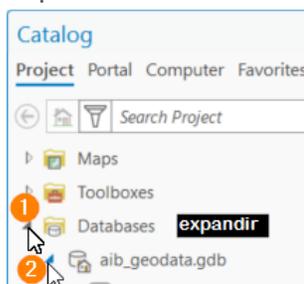
nombres de campos. Los campos tendrán nombres diferentes para facilitar su distinción durante este proceso.



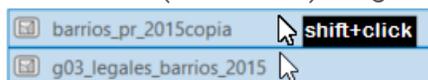
Este es el modelo que prepararemos hasta el final de esta práctica. Note las entradas en azul, el proceso Spatial Join en amarillo-mostaza, la salida parcial "barriosTocan", el proceso Make Feature Layer y el geodato resultante: barriosTocan_Layer.

Comencemos por añadir el geodato de barrios de 2015 y su copia previamente preparada para esta práctica.

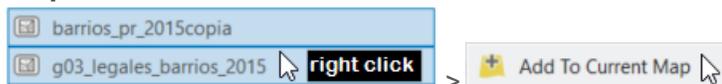
- Vaya al **panel Catalog** a la derecha de la interfaz de ArcGIS Pro, expanda el nodo **Databases** y el nodo de la geodatabase **aib_geodata.gdb**



- Al final de la lista de feature classes (geodatos) y tablas de esta geodatabase, **seleccione (shift+click)** los geodatos **barrios_pr2015copia** y **g03_legales_barrios_2015**.



- Mantenga los layers seleccionados y haga **right click** y **escoja** la opción **Add To Current Map**.

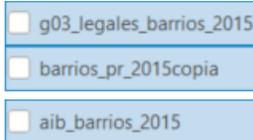


- Seleccione (**click**) el layer **g03_legales_barrios_2015**:

- Haga **right click encima del nombre** y **escoja** la opción **Zoom to Layer**



- Apague (**uncheck**) los layers **g03_legales_barrios_2015**, **barrios_pr2015copia** y el layer **aib_barrios_2015** para dejar espacio para mostrar el resultado del modelo.

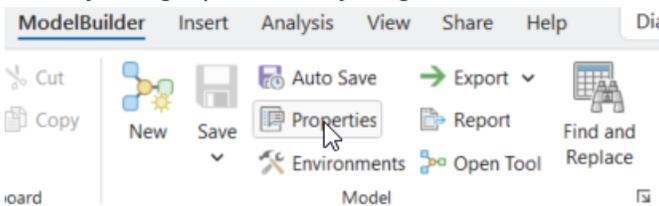


Ya que tenemos los geodatos y condiciones necesarias pasemos a generar un nuevo modelo en la interfaz **Model Builder**.

- Diríjase al panel **Catalog** y
 - Expanda** el nodo **Toolboxes** y
 - Expanda** el nodo de la caja de herramientas **Informes_seleccion_geografica.atbx**.
 - Haga **right click** en este Toolbox y escoja **New > Model**



- Esta vez **definiremos primero el nombre y propiedades** de este nuevo modelo. Al abrir el **modelo nuevo**, aparecerá el ribbon asociado al **tab Model Builder**.
- Vaya al grupo **Model** y haga **click** en el botón **Properties**.



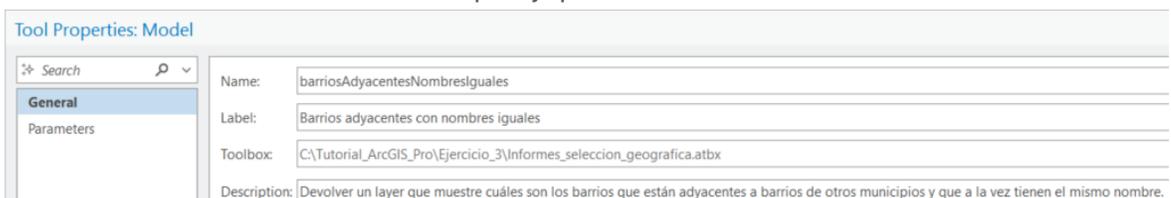
- En el formulario **Tool Properties: Model**, escriba lo siguiente en las cajas de texto.

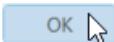
Name barriosAdyacentesNombresIguales (sin espacios)

Label Barrios adyacentes con nombres iguales

Toolbox C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_3\Informes_seleccion_geografica.atbx

Description Devolver un layer que muestre cuáles son los barrios que están adyacentes a barrios de otros municipios y que a la vez tienen el mismo nombre.



- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar las definiciones y cerrar la forma **Tool Properties Model**. 

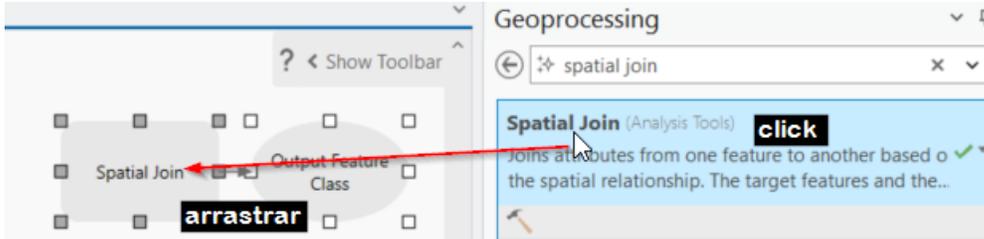
- Pasemos a añadir las herramientas necesarias para esta tarea. Diríjase a la derecha de la interfaz de ArcGIS Pro y localice haga click la pestaña (**tab**) **Geoprocessing** con el icono de caja de herramientas.



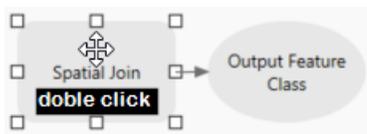
- En la **caja de texto Search** del **panel Geoprocessing** escriba **spatial join**.



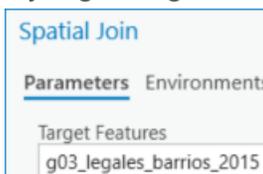
- Haga **click** y **arrastre** la herramienta **Spatial Join** al **espacio abierto** del nuevo modelo.



- Haga **doble click** en la **caja gris** de la herramienta **Spatial Join** para definir sus parámetros.



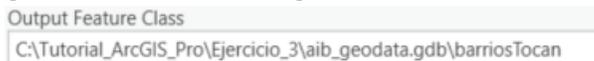
- En el formulario de la herramienta **Spatial Join**, en la sección **Target Features** escoja el layer **g03_legales_barrios_2015**.



- En la sección **Join Features** escoja el layer **barrios_pr_2015copia**.



- En la sección **Output Feature Class**, escriba nombre **barriosTocan** para generar un geodato dentro de la geodatabase.



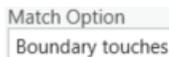
No será un Memory Layer.

- En el apartado **Join Operation** escoja la opción **Join one to many**.

Mantenga **check** en la opción **Keep All Target Features**.



- En la sección **Match Option** (operador espacial) escoja la opción **Boundary Touches**.



- Expanda** el **nodo Fields**. Aquí escogeremos los campos de salida para el nuevo geodato.



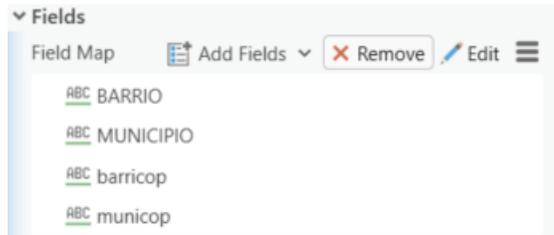
- En esta área solamente vamos a **conservar** los siguientes **campos**:
BARRIO, MUNICIPIO, barricop, municop.

Puede quitarlos uno a uno mediante el botón X:



O hacer una **selección múltiple** mediante **ctrl+click** y usar el botón **Remove**.

- Estos son los campos que se van a conservar.

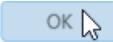


- Si se equivocó al eliminar un campo**, no continúe quitando campos. Haga **click** en el botón de opciones (tres rayas☰) a la derecha del panel.

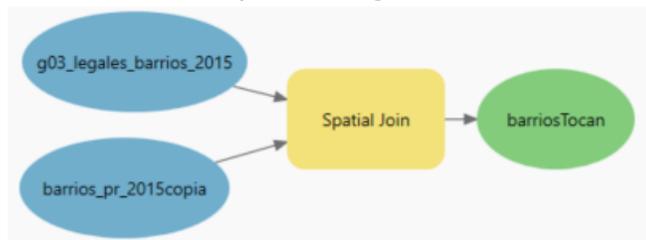


Esto le *devolverá* al estado *original* con *todos los campos de los dos geodatos*.

- Si ya tiene los campos para conservar, no será necesario hacer cambios en la sección Attribute Matching.

- Presione **OK** para **aceptar** los **cambios** en los parámetros y **cerrar** el formulario Spatial Join. 

Esta es la representación del modelo hasta ahora. Los óvalos azules con los nombres de entrada están estirados para su legibilidad.



Distinciones importantes:

1. **Match Option**: Esta tarea es distinta a otras porque el operador de relación espacial no es la intersección sino el operador **Boundary Touches**, similar al operador “Touches” en otros programas de manejo de información geográfica que usen el estándar [Simple Feature Access](#) del Open Geospatial Consortium.

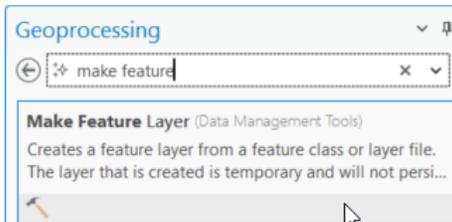
Al usar este operador, la aplicación SIG seleccionará todos los elementos que son adyacentes mediante coincidencia de una o más coordenadas en los límites de los elementos geográficos, ya sean polígonos en este caso o en líneas. Los puntos no tienen bordes.

2. **Join Operation:** El operador Join se define ahora como **Join one to many**. Esto quiere decir que ArcGIS Pro nos va a devolver un resultado que puede tener 0 o más copias de cada elemento que compone el geodato, por cada vez que se cumpla la condición expuesta en la sección Match Option. Por lo tanto, el geodato tendrá 901 elementos más todas las veces que se cumpla la condición.

Esto puede producir miles de combinaciones porque cada barrio tiene 0, 1 o más vecinos. Es necesario producir ese geodato de adyacencias, porque es un archivo intermedio del cual extraeremos un layer que cumpla con las condiciones de que tengan nombres iguales pero que sus municipios sean diferentes. Esto se hará en el próximo paso.

Pasemos a añadir el próximo proceso **Make Feature Layer**, definido a partir de una selección por atributos.

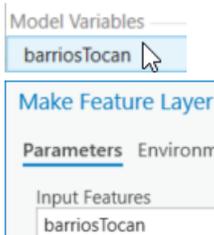
- Vaya al **panel Geoprocessing** y en la caja de texto **Search** escriba **make feature**.



- Haga **click** y **simultáneamente arrastre** esta herramienta al espacio disponible del modelo. Si solo hizo **click** en este geoproceto y lo abre **inadvertidamente**, presione el botón **Back**.
- Haga **doble click** en la caja gris **Make Feature Layer** para definir los parámetros de esta herramienta.



- En el formulario **Make Feature Layer**, vaya a la sección **Input Features** y escoja el geodato **barriosTocan** el cual está bajo el apartado **Model Variables** (aun no realizado porque el modelo no se ha ejecutado).



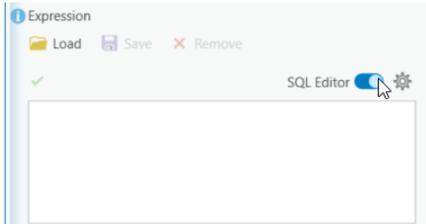
- En la parte **Output Layer** de este formulario escriba el nombre **barriosAdyacentesIgualNombre**



- En la sección **Expression** haremos algo **diferente**. **Habilite el editor SQL**. No podrá escribir una sentencia SQL completa pero servirá cuando Model Builder no le provea los nombres de las columnas combinadas de los dos geodatos de entrada.



- Haga **click** en el **botón SQL Editor** para activar el editor.

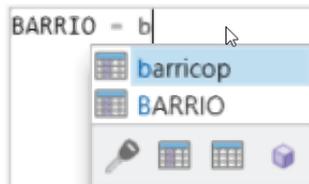


Verá la caja de texto vacía.

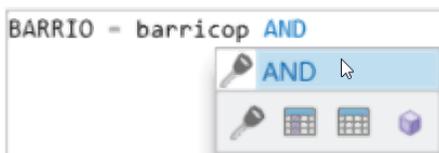
- Escriba** la letra **B** en la **caja de texto SQL Editor** para que le aparezcan los nombres de columnas que comienzan con la letra b.
 - Haga **doble click** en el campo **BARRIO**, el cual es el campo con los nombres de barrios en el geodato original.



- Continúe y añada el **operador =** y **escriba** la letra **b** otra vez para que traiga la columna **barricop**. Esta es la copia del nombre de barrios. Haga doble click en el campo **barricop**.



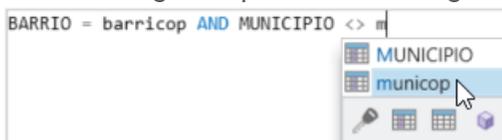
- Escriba la letra **A** para añadir el operador **AND**.



- Añada la letra **M** para traer el campo **MUNICIPIO**.



- Escriba** luego el operador de desigualdad **<>** y **añada la letra M** el campo **municop**.

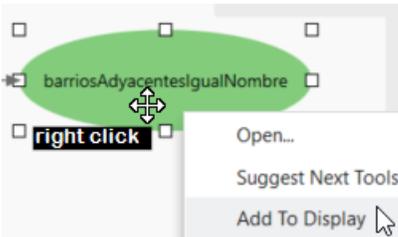


- La caja de texto **SQL Editor** debe aparecer así:



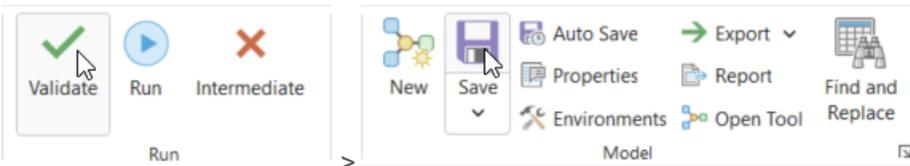
Esto quiere decir que queremos que devuelva todos los barrios que tengan nombre igual y que a la vez el nombre de municipio es diferente.

- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.
- Prepare el resultado para que aparezca en el mapa (Display).
 - Haga **right click** en el **óvalo verde** de **resultado final** y escoja la opción **Add To Display**.

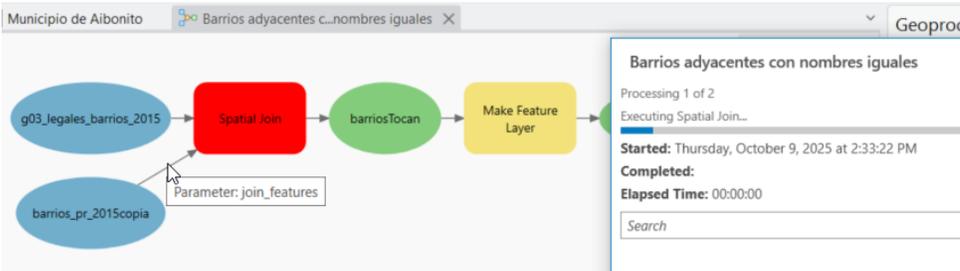


Si no hace esto, el layer no aparecerá en el mapa.

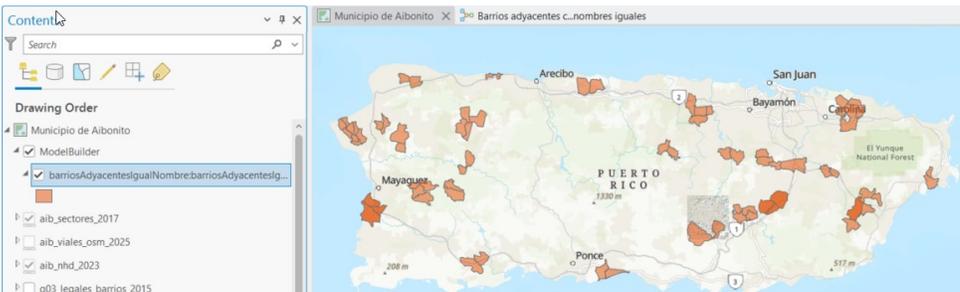
- Haga **click** en el botón **Validate** y en el botón **Save**, ambos localizados en el ribbon asociado al tab **Model Builder**.



- Presione el botón **Run** para correr el modelo completo. Observe la forma que contiene los mensajes por si ocurre algún error.

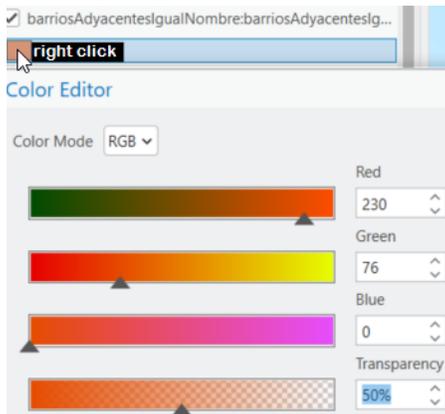


- Deberá aparecer el resultado. Hay 78 récords.



- Si aplicamos transparencia de 50% a la simbología notaremos que en algunos lugares el color naranja se ve más intenso.

- Haga **right click** en el cuadro de color (chip) y escoja la opción **Color Properties**.



Asigne transparencia de 50%

- Unos barrios están más oscuros** porque las geometrías **están repetidas** cuando los barrios con nombre igual se repiten **entre más de dos municipios**. Vea el caso del **barrio Beatriz**. Este nombre está en **Caguas**, en **Cayey** y en **Cidra** y son **adyacentes**. Los casos a la izquierda de esta figura no están repetidos porque solo aparecen entre dos municipios.



- Si quiere ponerle las etiquetas de barrio y municipio al layer **barrios_pr_2015_copia**, active el **tab Label Class** e **inserte** la siguiente **expresión** en la caja de texto que usa el lenguaje **Arcade**:

Expression
`'bo.'+$feature.barricop + '\n'+ $feature.municop`
 'bo.'+\$feature.barricop + '\n'+ \$feature.municop

- Guarde** su trabajo y el modelo si no lo ha guardado, haga **click** en el botón **Save Project**.



Preguntas

¿Cuáles son los tipos principales de selección que realizamos en este capítulo?

Menciona dos o más operadores (métodos) de búsqueda vimos durante este capítulo

¿Qué función utilizamos para añadir los sectores que están dentro de cada unidad electoral, versión 2020? ¿Qué opciones usamos para que la lista de sectores separados por coma y espacio apareciera en una sola fila por unidad electoral?

¿Menciona una diferencia principal entre la función geoespacial Intersect clásica y la nueva versión Pairwise Intersect?

¿Por qué se prefirió usar la versión clásica de Intersect?

En la parte que seleccionamos barrios adyacentes con el mismo nombre, ¿cuál es el operador geográfico (Join Operation) de búsqueda dentro de la función Spatial Join?

¿Por qué hubo barrios seleccionados que aparecían más oscuros?

¿Por qué fue necesario nombrar cada cuerpo de agua lineal con un nombre artificial qsn + OBJECTID?

Ejercicio III A: Metadatos

Introducción

En este capítulo discutiremos sobre **metadatos**, esto es la **documentación** que deben tener los conjuntos de **datos**. Estos metadatos tienen una importancia fundamental, ya que informan a todos sobre las características más importantes del conjunto de datos. Sin esta información sobre los datos, los datos carecen de valor o al menos no tendremos alguna seguridad de cómo y para qué propósitos podemos utilizarlos.

Para documentar geodatos, en los EEUU, la entidad [Federal Geographic Data Committee](#), compuesta de varias agencias federales, ha adoptado y promueve el uso de estándares internacionales como los [estándares ISO](#). Los estándares ISO que tratan sobre información geográfica son:

- **ISO 19110: Metadatos para entidades geográficas:**
 - **Documentar** las características de **entidades geográficas** y sus **atributos**.
- **ISO 19115: Información geográfica – Metadatos:**
 - **Este es el estándar** principal para la descripción de **datos geoespaciales**. Define los elementos necesarios para documentar conjuntos de geodatos, servicios de geodatos y recursos geoespaciales (este incluye ambas categorías).
- **ISO 19139 – Esquema o modelo de escritura en XML para ISO 19115:**
 - Sirve para crear la **estructura** de codificación **en XML** para los metadatos definidos en el estándar 19115, para estandarizar y facilitar el intercambio entre sistemas.

El viejo estándar estadounidense [CSDGM \(1998\)](#) sigue en uso, pero el comité (FGDC) exhorta a las agencias a utilizar los estándares ISO, específicamente el **ISO 19115** en su última versión, **19115-3** y sus variantes adaptados para geodatos vectoriales y para geodatos ráster.

En el marco legal de Puerto Rico, la [Ley de Datos Abiertos \(Ley 122-2019\)](#) establece **políticas de apertura de datos producidos por las entidades gubernamentales de Puerto Rico**. Por virtud de esta Ley, la mayor parte de estos datos son de dominio público, con algunas excepciones, referentes a la protección de los individuos.

Los metadatos son fundamentales para esta Ley, ya que son la herramienta que **facilita el intercambio informado de datos** entre entidades gubernamentales y al ciudadano.

Tareas

En esta práctica vamos a documentar un geodato con el estándar ISO 19115-3 mediante las opciones del formulario que provee ArcGIS Pro.

- En la primera sección, usaremos la opción Essential Metadata
- En la segunda sección usaremos la opción All Metadata para incluir detalles de linaje y pasos del proceso.

¿Cuál es el estándar para registrar los metadatos?

Independientemente de la aplicación SIG que usemos, y en vista de lo anteriormente expuesto, el **estándar** que debemos usar es **ISO 19115-3 de 2023 o más reciente disponible en la aplicación SIG**. ISO19115-3 es la implementación en lenguaje XML del conjunto de normas dentro del estándar ISO 19115 (19115-1:2014, 19115-2:2019, 19115-3:2023) para crear y validar metadatos de datos geográficos. Dado a que ISO es una institución privada, no podemos ofrecer un enlace de descarga del estándar, solo algunas páginas [desde este enlace](#). Sin embargo, en ArcGIS Pro podemos utilizar este estándar y así nos aseguramos de cumplir con la [Ley 122-2019](#) y con las [recomendaciones del gobierno federal](#).

Descripción de elementos importantes del formulario

El formulario que provee ArcGIS Pro es detallado y podemos perdernos entre el sinnúmero de opciones y recomendaciones para completar. A continuación, desglosamos en una tabla los aspectos más importantes en los metadatos en el estándar **ISO 19115**:

Elemento	Propósito	Ejemplo corto
-----TAB ESSENTIAL METADATA EN ARCGIS PRO-----		
Elemento Metadato	Definición	Ejemplos
Título (Title)	Identificar el recurso de forma clara y única.	<i>Cobertura de uso de suelo de Puerto Rico, 2020</i>
Resumen - Propósito (Summary Purpose)	Explicar por qué se creó el recurso y su aplicación prevista.	<i>Apoyar la planificación territorial y el análisis ambiental.</i>
Thumbnail	Mostrar de qué se trata el contenido	<i>Mostrar captura de pantalla. ArcGIS provee herramienta.</i>
Descripción (Abstract)	Describir brevemente el contenido, propósito y alcance del recurso.	<i>Este dataset representa la clasificación de uso de suelo basada en imágenes satelitales de 2020.</i>
Palabras clave (Tags)	Facilitar la búsqueda y categorización del recurso.	<i>uso de suelo, cobertura terrestre, Puerto Rico, SIG</i>
Categorías o tópicos (Topic Categories)	Escoger de la lista estándar las opciones que apliquen al geodato o recurso.	<i>Si es land use o land cover, catalogar como Planning & Cadastral</i>
Créditos (Acknowledgements)	Dar crédito o mencionar quién o cuál fue la entidad que produjo el geodato o recurso.	<i>Secretaría de Planificación Integral, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.</i>
Restricciones de uso (Use Constraints)	Indicar licencias , derechos de autor o limitaciones legales.	<i>Licencia CC BY-NC-SA 4.0. No se permite uso comercial.</i>
Extensión geográfica (Geographic Extent)	Definir el área cubierta por el recurso.	<i>Oeste: -67.3, Este: -65.2, Norte: 18.5, Sur: 17.9.</i>

		(ArcGIS Pro completa esta parte)
Idioma del recurso (Resource Language)	Especificar el idioma del contenido del recurso.	<i>Spanish; Castillian</i>
Tipo o conjunto de caracteres (Character Set)	Conjunto de caracteres usado para las descripciones. utf8 es más abarcador que usar ASCII	<i>utf8 (ArcGIS Pro completa esta parte)</i>
Título (Citation Title)	Es igual al título que aparece en la descripción	<i>Debe estar en sincronía con el título provisto en la primera parte.</i>
Fechas (Citation Dates)	Incluir fechas: creación, publicación y actualización	<i>MM/DD/YYYY</i>
Extensión temporal (Temporal Extent)	Indicar el período de validez o recolección de los datos.	<i>01/01/2020 – 12/31/2020</i>
Contacto principal (Point of Contact)	Proveer información de la persona u organización responsable.	<i>Departamento de Recursos Naturales, gis@drna.pr.gov</i>
Detalles del metadato (Metadata Details)	Lenguaje , character set (utf8) y alcance (scope Hierarchy)	<i>Dataset</i>

-----TAB ALL METADATA EN ARCGIS PRO-----

Sistema de referencia espacial (Reference System)	Especificar el sistema de coordenadas usado.	<i>EPSG:6566 – NAD83(2011) / Puerto Rico State Plane, o solo 6566. ArcGIS lo provee si el geodato tiene referencia geoespacial.</i>
Formato de distribución (Distribution Format)	Indicar el formato del archivo disponible.	<i>File Geodatabase (.gdb)</i>
URL de acceso (Online Resource)	Proveer un enlace para descargar o visualizar el recurso.	<i>https://gis.pr.gov/datasets/uso-suelo-2020</i>
Descripción del proceso (Lineage)	Documentar cómo se generaron los datos.	<i>Clasificación supervisada de imágenes Landsat 8 mediante la técnica Random Forest.</i>
Limitaciones técnicas (Data Quality / Limitations)	Informar errores conocidos, escalas recomendadas	<i>Precisión global del 87%. No usar a escalas menores de 1:20,000. . Incluirlo en el informe de linaje (lineage statement)</i>
Diccionario de datos	Nombre de la entidad y Attribute field(s)	<i>Nombre del feature class dentro de la gdb o del shapefile sin el sufijo. Para geodatos vectoriales, proveer descripción de los campos de la tabla de atributos.</i>

Elementos esenciales en ISO 19115-3 para completar en el formulario

Según mejores prácticas del FGDC y Esri:

1. Identificación del recurso

- **Título** (title)
- **Resumen** (abstract)
- **Palabras clave** (keywords)
- **Propósito** (purpose)
- **Restricciones de uso** (use constraints, access constraints)
- **Idioma del recurso** (resource language)
- **Tipo de recurso** (resource type: dataset, service, etc.)

2. Contacto

- **Responsable del recurso** (point of contact)
 - Nombre de la organización o persona
 - Correo electrónico
 - Rol (por ejemplo, publicador, custodio, distribuidor)

3. Extensión geográfica y temporal

- **Bounding box** (geographic extent)
- **Fechas clave** (temporal extent, publication date, revision date, creation date)

4. Calidad del recurso

- **Descripción del proceso** (lineage)
 - Cómo se generaron los datos (fuentes, métodos, software)
- **Exactitud posicional** (si aplica)
- **Limitaciones conocidas**

5. Distribución

- **Formato del recurso** (distribution format)
- **Enlace de descarga o acceso** (online resource)
- **Condiciones de acceso o licencia**

6. Referencia espacial

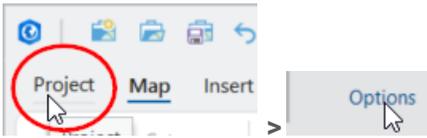
- **Sistema de coordenadas** (reference system)
- **Resolución espacial** (especialmente para ráster)

Habilitar ArcGIS Pro para documentar recursos en ISO 19115-3

Antes de intentar documentar geodatos, debemos asegurarnos de que ArcGIS Pro tenga habilitado el formulario para el estándar **ISO 19115-3**.

- Abra el proyecto **seleccion_geografica.aprx** de la práctica #3 pasada.

- Haga **click** en el tab **Project**.
- Luego escoja (**click**) el tab **Options**.



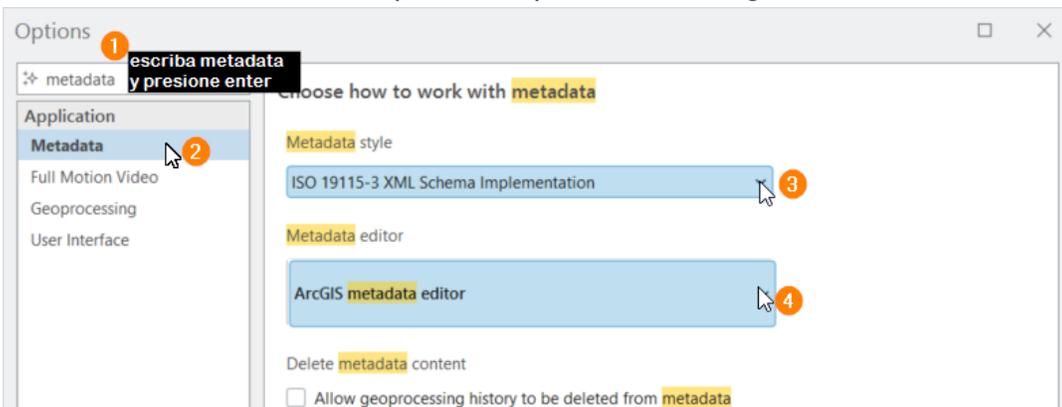
- En el formulario **Options**, escriba **metadata** en la caja de texto **Search** y presione **enter**.



- Siga los pasos de la figura a continuación:
 - Una vez aparezcan las opciones para metadatos, escoja (**click**) el ítem **Metadata style ISO 19115-3 XML Schema Implementation**.

FGDC CSDGM Metadata	<i>FGDC es antiguo</i>
INSPIRE Metadata Directive	<i>INSPIRE es para usar en Europa</i>
ISO 19139 Metadata Implementation Specification GML3.2	<i>ISO 19139 OK pero antiguo</i>
ISO 19139 Metadata Implementation Specification	<i>Item Description – Demasiado breve.</i>
Item Description	
North American Profile of ISO19115 2003	<i>ISO19115 2003: antiguo.</i>
ISO 19115-3 XML Schema Implementation	<i>Use 19115-3 XML Schema Implementation</i>

- Luego en el apartado **Metadata editor**, escoja **ArcGIS metadata editor**. Este es más fácil para completar y le guiará por los temas de mayor importancia. Luego usaremos parte del formulario largo para completar el apartado de Calidad.
- Por el momento, dejemos “**unchecked**” la opción **Delete metadata content, Allow geoprocessing history to be deleted from metadata**. El historial de procesamiento brinda información sobre los procesos que ha tenido el geodato.



- Presione el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma **Options**.

Escribir metadatos en el formulario Edit Metadata

Vamos a usar el **geodato** o layer **vectorial aib_censo2020_voting_units** como **ejemplo** para llenar el **formulario** de **metadatos**. El archivo original descargado del portal web del Censo tiene

documentación, pero aunque indica el uso del estándar **ISO 19115**, no pudo importarse en ArcGIS Pro.

```

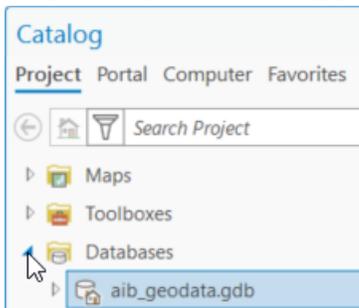
<gmd:metadataStandardName>
  <gco:CharacterString>ISO 19115 Geographic Information - Metadata</gco:CharacterString>
</gmd:metadataStandardName>
<gmd:metadataStandardVersion>
  <gco:CharacterString>2009-02-15</gco:CharacterString>
</gmd:metadataStandardVersion>
<gmd:dataSetURI>
  <gco:CharacterString>http://www2.census.gov/geo/tiger/TIGER2020PL/VTD20/tl_2020_72_vtd20.zip</gco:CharacterString>
</gmd:dataSetURI>
  
```



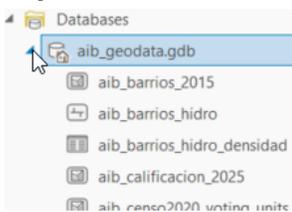
Mensaje de error al intentar importar el archivo de texto XML con los metadatos originales del Negociado del Censo.

En vista de este problema, vamos a llenar el formulario en español tomando como referencia el archivo XML original y describir luego los pasos del proceso.

- Diríjase al panel **Catalog** y expanda el nodo **Databases**.



- Expanda** el nodo de la geodatabase **aib_geodata.gdb**.



- Localice el geodato **aib_censo2020_voting_districts**,
 - Haga **right click** encima del este geodato y escoja la opción **View Metadata** para corroborar si tiene o no metadatos.



- ArcGIS Pro abrirá el tab **Catalog View**, en donde al lado izquierdo aparecen los feature classes y tablas. Al lado derecho estará el informe de metadatos sin completar.

Añadir una imagen (thumbnail) del geodato

Una imagen pequeña o thumbnail nos da una idea breve de cómo luce el geodato. Este informe tiene tres tabs (pestañas): **Metadata** o formulario, **Geography** (visor), **Table** (mostrar tabla de atributos del geodato).

- Para **añadir** una **imagen pequeña (Thumbnail)** al formulario de manera rápida, haga **click** en la pestaña **Geography**.



- ArcGIS Pro le mostrará una vista rápida de la geometría del geodato, con o sin el fondo "basemap".



- El **tamaño de imagen** que Esri recomienda y que podemos registrar en el formulario es de **200 píxeles de ancho por 133 de alto o un ratio de 3:2**.

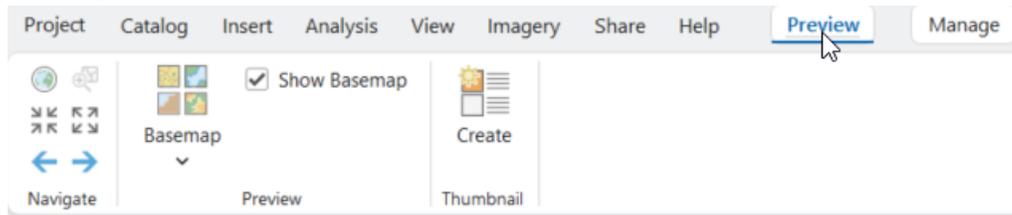
En el caso de este geodato, es cuadrado o un poco más alto que ancho. Debemos entonces hacer un poco de zoom out (alejarse) para que la imagen no corte la extensión del geodato.

- Use (ruede) la rueda del mouse **hacia abajo** para alejarse un poco más como en esta figura:

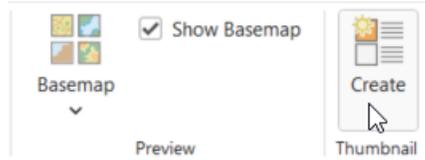


- Arriba en la interfaz gráfica de ArcGIS Pro, asegúrese de tener activado el **tab Preview** que está asociado al tab **Geography** dentro de esta pestaña **Catalog**. (no es el panel

Catalog de la derecha.



- Bajo el grupo **Thumbnail**, haga **click** en el botón **Create** para generar la imagen. Puede **cambiar la cartografía** de fondo o **Basemap**, así como **modificar** la **extensión** del mapa en la sección **Navigate** en este mismo ribbon. Luego puede volver a pulsar el botón **Create** para **regenerar** la imagen.



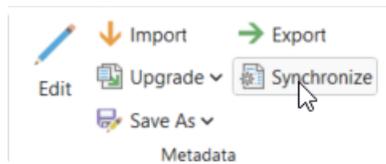
- Haga **click** en el tab **Metadata** para regresar a la vista del **informe sin completar**.



Sincronizar algunos contenidos de metadatos automáticamente

Sincronizar hará que se actualice el formulario con la imagen (si la registró), y que se actualicen ciertos renglones del formulario que tienen que ver con la extensión territorial y otras secciones que ArcGIS Pro rellena al menos parcialmente.

- Haga **click** en el botón **Synchronize** localizado en el grupo **Metadata** del ribbon del tab **Catalog**.



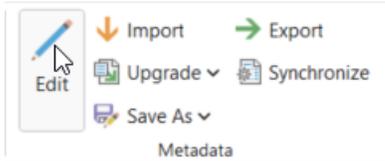
- Use la **rueda** del **mouse** para **navegar** el **formulario**. Observe que **la imagen está** registrada **en el formulario** y mucha otra información como la extensión territorial, el sistema de referencia espacial, propiedades espaciales del geodato y el historial de procesamiento. Los demás ítems deberán ser completados.



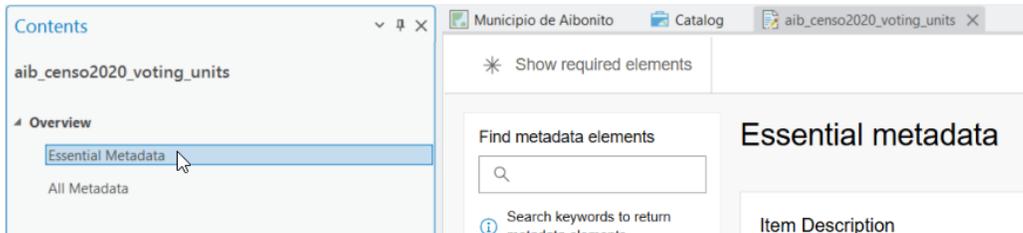
Ingresar datos en el formulario de metadatos: Essential Metadata

En esta parte comenzaremos a llenar el formulario de metadatos desde la plantilla básica **Essential**.

- Haga **click** en el botón **Edit** que está en el grupo **Metadata** del ribbon asociado al tab **Catalog**.



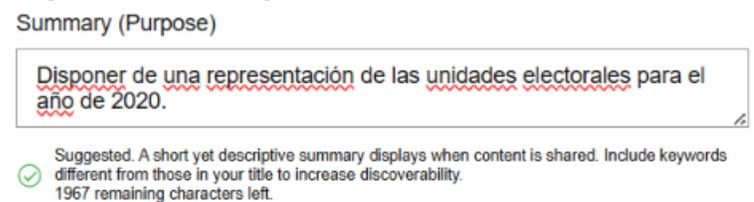
- Se le mostrará el formulario para documentación esencial (mínima). Asegúrese haber activado el ítem **Essential Metadata** para comenzar a llenar el formulario.



- En la sección **Item Description**, vaya a la caja de texto **Title** y **escriba**: **Unidades electorales según el Censo Federal Decenal 2020, Municipio de Aibonito**



- En la caja **Summary (Purpose)** escriba el propósito: **Disponer de una representación de las unidades electorales para el año de 2020.**



- La sección **Thumbnail** ya está completada, pero es posible usar otra imagen e insertarla en este punto. Debe tener el mismo tamaño 200x133 pixeles.

Thumbnail



Suggested. Show what your content is about. The standard thumbnail size is 600 x 400 px.

- En la sección **Description (Abstract)** escriba lo siguiente:

© PR INNOVATION AND TECHNOLOGY SERVICE

Calle Bonomo #360, San Juan, Puerto Rico 00907

<http://gis.pr.gov>

Description (Abstract)*

Las unidades electorales son las **unidades geográficas más pequeñas** que representan áreas de población en edad para ejercer el derecho al voto. La agencia estatal encargada de mantener los mapas electorales es la **Comisión Estatal de Elecciones**. Sin embargo, esta agencia no comparte al público este geodato en particular, sin mediar una petición formal a todos los comisionados electorales, además de la oficina de presidencia de la Comisión. Por lo tanto, el archivo VTD2020 es la representación disponible sin la necesidad de peticiones y trámites burocráticos.

Las **unidades electorales** son las unidades geográficas **más pequeñas** que representan áreas de población en edad para **votar**. La agencia estatal encargada de mantener los mapas electorales es la **Comisión Estatal de Elecciones**.

Required. Tell visitors about your content. Aim for a 7th-9th grade reading level to reach a broad audience.
 64830 remaining characters left.

Sin embargo, la CEE no comparte al público este geodato sin mediar una petición formal a todos los comisionados electorales y la oficina de presidencia de la Comisión. Por lo tanto, el archivo VTD2020 es la representación disponible sin la necesidad de peticiones y trámites burocráticos.

- En la caja **Tags**, escriba estos términos **separados por una coma**.
unidades electorales 2020, Censo Decenal, Aibonito, Puerto Rico

Tags

unidades electorales 2020, Censo Decenal, Aibonito, Puerto Rico

Suggested. Add narrower terms that could be used to search for the resource. Tags should not exceed 128 elements.

Cuando pase al próximo ítem, los términos aparecerán separados de esta manera:

Tags

unidades electorales 2020 × Censo Decenal ×
 Aibonito × Puerto Rico ×

Add tags

- En la sección **Topic Category(s)** escoja dos opciones: **Boundaries** y **Society**

Boundaries

Legal land descriptions, for example political and administrative boundaries, governmental units, marine boundaries, voting districts, school districts, international boundaries

Society

Characteristics of society and culture, for example settlements, housing, anthropology, archaeology, education, traditional beliefs, manners and customs, demographic data, tourism, recreational areas and activities, parks, recreational trails, historical sites, cultural resources, social impact assessments, crime and justice, law enforcement, census information, immigration, ethnicity

- En la sección **Acknowledgements** (créditos) escriba:

Datos geoespaciales obtenidos del U.S. Census Bureau TIGER/Line Shapefiles.
Acknowledgments

Datos geoespaciales obtenidos del U.S. Census Bureau TIGER/Line Shapefiles

Suggested. Add credits to acknowledge the source of the content and other support.

- En la sección **Terms of Use (Use Limitation)** escriba lo siguiente:

Dominio público: Uso permitido: Visualización y análisis en SIG. Reutilización en productos derivados (mapas, aplicaciones, informes). Integración con otros datos (por ejemplo, datos demográficos o ambientales) No contienen datos demográficos: Solo representan geometrías y atributos espaciales como calles, límites censales, ríos, etc. No se requiere licencia ni pago para su uso, redistribución o modificación.

Terms of Use (Use Limitation)

AI ▾ A² ▾ A ▾ A ▾ B I U ≡ ▾ ≡ ≡ ⋮
 Dominio público: Uso permitido: Visualización y análisis en SIG.
 Reutilización en productos derivados (mapas, aplicaciones, informes).
 Integración con otros datos (por ejemplo, datos demográficos o ambientales).
 No contienen datos demográficos: Solo representan geometrías y atributos espaciales como calles, límites censales, ríos, etc.
 No se requiere licencia ni pago para su uso, redistribución o modificación.

Suggested.

- La sección **Constraints** va a llenarse automáticamente con la información anterior Terms of Use.

Constraints

Terms of Use (Use Limitation)

AI ▾ A² ▾ A ▾ A ▾ B I U ≡ ▾ ≡ ≡ ⋮
 Dominio público: Uso permitido: Visualización y análisis en SIG.
 Reutilización en productos derivados (mapas, aplicaciones, informes).
 Integración con otros datos (por ejemplo, datos demográficos o ambientales) No contienen datos demográficos: Solo representan geometrías y atributos espaciales como calles, límites censales, ríos, etc. No se requiere licencia ni pago para su uso, redistribución o modificación

Suggested. Add general limitations on use, such as "Not for use in navigation".

- La sección **Geographic Extent** ya está completada cuando se activó el botón Synchronize anteriormente.

Extents

Geographic Extent

Bounding Box*

Select extent

West:	-66.320945	
East:	-66.216355	
South:	18.075842	
North:	18.180443	

- Continuando, en la sección **Resource Language**, escoja **Spanish; Castilian**. El formulario está en inglés, pero el contenido está en español.

Language*

Spanish; Castilian

Required. If the item includes textual information, choose a value from the drop-down.

- En la sección **Region of Language (Country)** escoja **Puerto Rico**.

Region of Language (Country)

Puerto Rico

- En la sección **Character Set, Resource Character Set**, mantenga la opción **utf8**. Esto representa el **Encoding** o grupo de caracteres disponibles para registrar datos en la tabla del geodato.

Character Set

Resource Character Set*

utf8

Required. ArcGIS uses the UTF-8 encoding format and it has been pre-selected.

- Mantenga la información como está en la sección **Citation Title**. Es una copia del título del recurso (en este caso, el geodato).

Citation Title

Title*

Unidades electorales según el Censo Federal Decenal 2020, Municipi...

Required. The title already provided in the Item Description also appears here. These titles are synced - changes in either updates the other.
177 remaining characters left.

- En la sección **Citation Dates**, vaya al apartado **Created** y escriba **12/21/2020** y la hora **12:31 PM**.

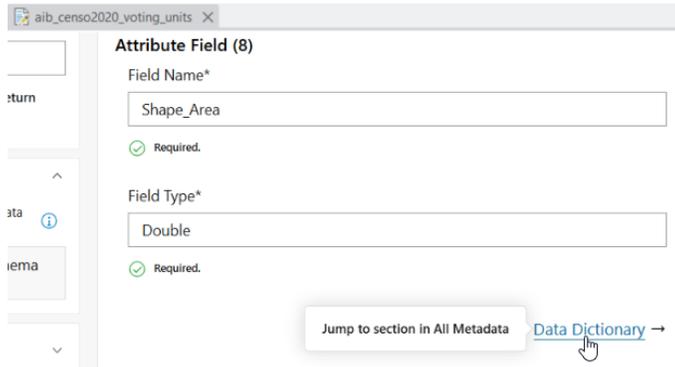
Citation Dates

Created*

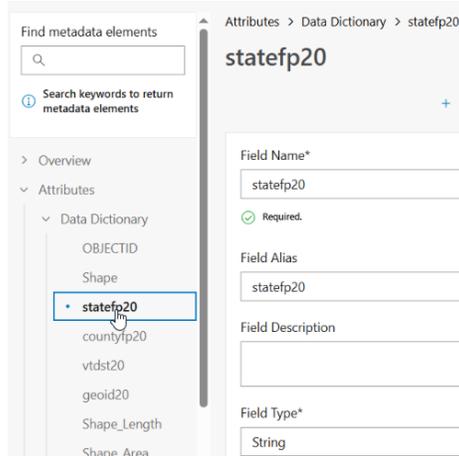
12/21/2020 12:31 PM

La sección **Data Dictionary** contiene el nombre del feature class o shapefile, además de los metadatos de los campos de la tabla de atributos asociada al geodato o recurso. Una parte de los atributos son generados por ArcGIS Pro y se completan automáticamente. Vamos a completar las demás.

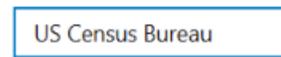
- Navegue hacia abajo hasta el atributo **Shape_Area Attribute Field (8)**. Haga **click** en el enlace **Data Dictionary**.



- En el panel izquierdo haga **click** en el ítem **statefp20**.
 - En la caja **Field Description** escriba: **Código censal FIPS para el territorio: 72**



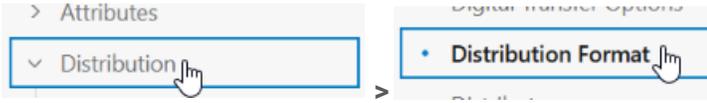
- En la sección **Attribute Definition Source** escriba: **US Census Bureau**.



- Continúe hacia abajo hasta el campo **countyfp20**. En el campo **Field Description** escriba: **County Fips Code, Código censal FIPS municipal o county**.
- En la sección **Attribute Definition Source** escriba: **US Census Bureau**.
- Más adelante, bajo el campo **vtdst20**, en la caja **Field Description** escriba: **Voting District 2020, Código censal FIPS de unidad electoral. No sigue exactamente la nomenclatura de la Comisión Estatal de Elecciones pero significan lo mismo**.
- En la sección **Attribute Definition Source** escriba: **US Census Bureau**.
- Bajo el campo **geoid20**, escriba lo siguiente en la caja de texto **Field Description**: **Identificador único del elemento geográfico**.
- En la sección **Attribute Definition Source** escriba: **US Census Bureau**.

El resto de los campos de la tabla se han descrito automáticamente por ArcGIS Pro. Continuemos.

- Baje a la sección **Distribution Format** y haga **click** en este ítem. Luego haga **click** en el enlace **Distribution Format**.



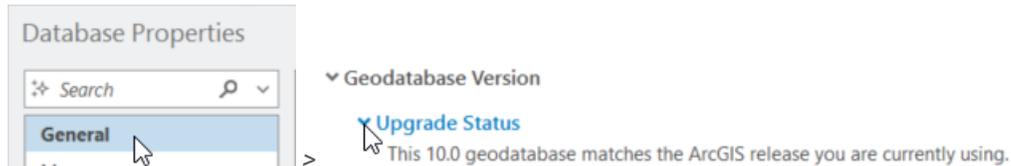
- Complete la sección **Format Version** con la versión de la geodatabase donde radica este feature class. Escriba 10.0

Format Version*

 Required.

Si tiene dudas sobre la versión de su geodatabase, puede hacer **right click** encima de la geodatabase  y hacer **click** en la opción **Properties**.

En el tab **General** expanda luego **Geodatabase Version** y **Upgrade Status**:



- Haga **click** en el ítem **Spatial Info** y luego en **Coordinate Reference System**.



- En la sección **Coordinate Reference System** mantenga el código **6566**. Este corresponde al **código EPSG** para el **sistema de referencia geoespacial**, State Plane Coordinate System, Proyección Cónica Conforme de Lambert, unidad metro, Datum NAD83(2011).

Coordinate Reference System

The spatial reference should be defined in the item's properties.

The spatial reference should be defined in the item's properties.

Unique Identifier Code*

 Required.

- En la sección **Spatial Data information**,



deje la información como está porque ya fue previamente completada por ArcGIS:

Spatial Data Information

Geometric Objects
Geometric Objects Count*

 Required.

Geometric Objects Type*

 Required.

- Pasemos a la sección **Metadata Info > Metadata Details.**

>

Esta sección describe a los metadatos. En la sección **Metadata Language**, escoja la opción **Spanish; Castilian**.

Metadata Details

Metadata Language*

Required. Choose the language of the metadata record.

- En la sección **Region of Language (Country)** escoja **Puerto Rico**.

Region of Language (Country)

- Mantenga las opciones como están en las secciones **Metadata Character Set** y **Metadata Scope (Hierarchy)**.

Metadata Character Set*

Required. ArcGIS metadata is always encoded in UTF-8 format.

Metadata Scope (Hierarchy)*

Required. If the item you are describing is a Layer, 'Dataset' should already be selected. Otherwise, click the drop-down list and choose an appropriate value.

- Haga **click** en la sección **Metadata Contact**,

- En la sección **Organization** escriba **PRITS Puerto Rico Innovation and Technology Service**.

Organization*

No escriba en el cuadro Individual Name.

No escriba en el cuadro Position.

- En la sección **Role** escoja la opción **Processor**.

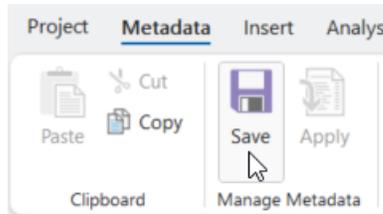
Metadata Contact

Organization*

Role*

Required.

- Guarde su trabajo. Vaya a la ribbon **Metadata** y haga **click** en el botón **Save** que está localizado en el grupo **Manage Metadata**.



En esta etapa añadiremos un párrafo corto con una **descripción del proceso** que se realizó para generar este geodato. Este narrativo **no aparece** para completar en el subformulario **Essential Metadata**, pero es de **importancia**.

- En la parte izquierda del formulario de metadatos del geodato `aib_censo2020_voting_units`, expanda el nodo **Quality** y luego el nodo **Lineage** (Linaje).



- Haga **click** en el ítem **Linage Statement** y escriba lo siguiente:
Este geodato fue derivado de los archivos TIGER/Line 2020 del U.S. Census Bureau y modificado para representar solamente las unidades electorales válidas en Puerto Rico.

Quality > Lineage > Lineage Statement

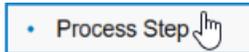
Lineage Statement

Statement

Este geodato fue derivado de los archivos TIGER/Line 2020 del U.S. Census Bureau y modificado para representar solamente las unidades electorales válidas en Puerto Rico.

Describe the item's lineage.

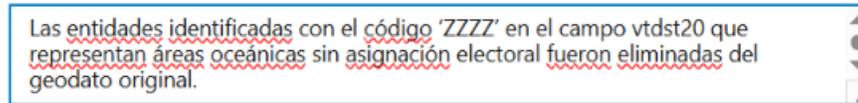
- Haga **click** en el ítem **Process Step**.



- En la caja de texto **Process Description**, escriba:

Las entidades identificadas con el código 'ZZZZ' en el campo vtdst20 que representan áreas oceánicas sin asignación electoral fueron eliminadas del geodato original.

Process Description



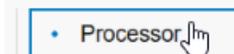
- En la sección **Step Date**, ingrese la fecha (9/3/2025) y hora indicadas: septiembre 3, 2025 a las 12:33 PM. El formato de fechas está en inglés.

Step Date



- Haga **click** en el ítem **Processor**, que está localizado bajo el nodo **Process Step**, para ingresar quién realizó los cambios.

Process Step



- En la sección **Organization**, escriba **Puerto Rico Innovation and Technology Service (PRITS)**

Organization*



- En la sección **Role**, escoja la opción **Processor**.

Role*



- Más abajo en la sección **Contact Information** escriba en la caja **Email** la dirección **support@prits.pr.gov**.

Contact Information

Email



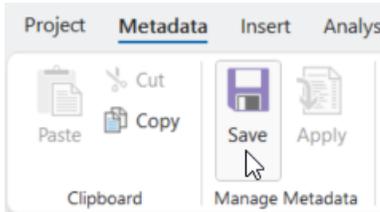
- Haga **click** en el ítem **Show required elements**.



Verá si le falta algún ítem de documentación mínima completada o sin completar.

Required elements  Completed: 53 Remaining: 0	
Suggested elements 6/6	Errors None

- Guarde su trabajo.** Vaya a la ribbon **Metadata** y haga **click** en el botón **Save** que está localizado en el grupo **Manage Metadata**.



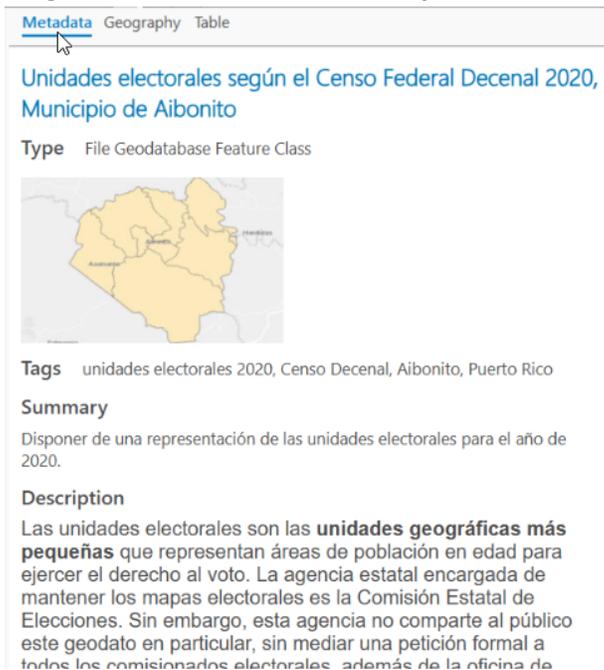
- Cierre** el formulario de entrada de metadatos.
 - Haga **click** en el botón **X** del tab del formulario **aib_censo2020_voting_units**



- Regrese al **tab view Catalog**
- Haga **click** en el feature class o geodato **aib_censo2020_voting_units**.



- Haga **click** en el tab **Metadata** y verá el formulario completado.



Metadata Geography Table

Unidades electorales según el Censo Federal Decenal 2020, Municipio de Aibonito

Type File Geodatabase Feature Class

Tags unidades electorales 2020, Censo Decenal, Aibonito, Puerto Rico

Summary
 Disponer de una representación de las unidades electorales para el año de 2020.

Description
 Las unidades electorales son las **unidades geográficas más pequeñas** que representan áreas de población en edad para ejercer el derecho al voto. La agencia estatal encargada de mantener los mapas electorales es la Comisión Estatal de Elecciones. Sin embargo, esta agencia no comparte al público este geodato en particular, sin mediar una petición formal a todos los comisionados electorales, además de la oficina de

- Esta es la **documentación mínima** para este geodato.

Preguntas

Describe la importancia de documentar los geodatos.

¿Cuál es el estándar ISO que debemos usar para realizar la documentación de geodatos?

¿Por qué es importante documentar la parte de linaje (Lineage) disponible en la opción All Metadata?

Ejercicio IV: Cartografía temática con datos censales

Tema: La brecha salarial entre varones y mujeres de 25 años en adelante con nivel educativo universitario de bachillerato

En esta parte traeremos una tabla de datos estadísticos del Censo y la uniremos (join tables) al geodato de municipios. Muchas veces se les requiere a los usuarios de programas SIG hacer mapas que representen datos estadísticos. De esto se trata este ejercicio.

Pregunta: ¿Cómo es la distribución geográfica de la brecha salarial mujeres vs varones por municipios en Puerto Rico, con edad de 25 años o más y con nivel educativo de bachillerato?

Tareas generales:

Parte A:

- Identificar dónde encontrar la fuente de información disponible para extraer los datos sobre brecha salarial. Fuente: usaremos el API del Censo para descargar los datos.
- Usar la interfaz Power Query de Excel (365) para modificar en memoria RAM, la estructura de la tabla y extraer datos relevantes, calcular valores de brecha y descargarlo a Excel.

Parte B:

- Unir tabla de datos estadísticos Excel con la tabla del geodato de municipios (JOIN tables).
- Representar los datos estadísticos que habíamos trabajado en Excel usando método de clasificación de datos y mediante secuencia de colores.

A continuación, este es un resumen de los datos de interés para esta práctica. Solo estamos presentando la mediana de ingresos para hombres y mujeres de 25 años o más, segmentados por nivel educativo, tales como carreras profesionales, bachillerato, y menos de escuela superior. Comparamos a Puerto Rico con los EEUU.

Median earnings, 2023, pop >= 25, 5yr estimates					
United States of America			Puerto Rico		gap pr/usa
Graduate or professional degree			Graduate or professional degree		
Male	\$ 109,133		\$ 50,952	Male	\$ 0.47
Female	\$ 75,842		\$ 37,035	Female	\$ 0.49
	gap	\$ 0.69	\$ 0.73	gap	
Bachelors degree			Bachelors degree		
Male	\$ 82,316		\$ 33,023	Male	\$ 0.40
Female	\$ 57,433		\$ 27,095	Female	\$ 0.47
	gap	\$ 0.70	\$ 0.82	gap	
Less than High School			Less than High School		
Male	\$ 36,612		\$ 13,627	Male	\$ 0.37
Female	\$ 23,914		\$ 9,659	Female	\$ 0.40
	gap	\$ 0.65	\$ 0.71	gap	

Fuente: Tabla B20004 Median earnings in the past 12 months in 2023 inflation adjusted dollars by sex by educational attainment for the population 25 years and over. ACS, 5yr Estimates, 2023. <https://data.census.gov>. Observación: la brecha o gap debería ser 1-gap.

Podemos notar que, aunque la **mediana** de ingreso en Puerto Rico es más baja, la **brecha de salario por género** (*gender pay gap*) es más acentuada en los EEUU que en Puerto Rico. El **renglón de mayor desigualdad** (*gap*) entre **hombres y mujeres** es el de **menos de escuela superior** (EEUU: 0.65, PR: 0.71).

Lo más justo debería ser que la razón de salarios mujeres/hombres esté lo más cerca de 1, lo cual denotaría mayor igualdad entre salarios. El renglón de **menor desigualdad** es en el nivel de **bachillerato**, con diferencia (*gap*) mucho más acentuada en los EEUU con 0.70 en comparación con PR con 0.82. Es posible que se deba a que hay más personas con este nivel educativo que los otros dos niveles.

Más adelante veremos que **hay algunos municipios donde la brecha está invertida**, es decir, lugares **donde las mujeres** tienen una **mediana de ingresos mayor que los varones**. También veremos que hay **municipios que no tienen datos disponibles** para derivar la brecha. El Censo explica que en estos casos no se recibieron suficientes respuestas para generar un dato confiable. Por tal razón, el dato a ese nivel geográfico (municipios en este caso) no se publica.

Identificar la fuente de información

Por investigaciones anteriores, los **datos necesarios** para **derivar la brecha salarial entre varones y mujeres** para este ejercicio están contenidos en la tabla censal [B20004: MEDIAN EARNINGS IN THE PAST 12 MONTHS \(IN 2023 INFLATION-ADJUSTED DOLLARS\) BY SEX BY EDUCATIONAL ATTAINMENT FOR THE POPULATION 25 YEARS AND OVER](#). En esta tabla se desglosan variables sobre la mediana de ingresos, **logros educativos**, divididos por varones y mujeres de 25 años o más, a nivel municipal.

Earnings, ingresos

Sin embargo, esta tabla solo tiene datos sobre “median earnings”. *Earnings* se refiere a ingresos recibidos del empleo. Por otro lado, la tabla [B15002: Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over](#), tiene la población por sexo y por nivel educativo alcanzado para personas de 25 años o más. Ambas tablas tienen el mismo universo: personas con 25 años o más.

Ya que **hay un grupo de municipios** donde la **razón salario: mujeres / salario: varones** es **superior a 1.0**, queríamos saber si coincide o no con la **razón** de la **cantidad de mujeres con bachillerato/cantidad de varones con bachillerato** es también superior a 1.0. Para esto, haremos un diagrama de dispersión para comparar ambas distribuciones de datos.

Para simplificar este tutorial, traeremos los datos de ambas tablas en cuanto a nivel educativo de bachillerato completado. De la **tabla B20004** buscaremos la **mediana de ingresos** para cada sexo y de la **tabla B15002** buscaremos las **personas con bachillerato completado** para cada sexo.

Podemos realizar una búsqueda visual con la interfaz data.census.gov y extraer los datos. Sin embargo, el proceso puede ser tedioso, más aún si vamos a combinar tablas. Para ahorrar tiempo y dedicarnos más a las destrezas relacionadas con preparar un mapa estadístico con QGIS. Vamos a **usar la interfaz de programación (API)** que ofrece el **Negociado del Censo** para ir directamente a los datos para descargarlos en Excel

Antes de entrar en Excel y el API censal, vamos a explicar un poco de qué se trata esta interfaz de programación. **API** significa [application programming interface](https://en.cppreference.com/w/cpp/string/basic/basic_string_view). En general, son piezas de código que permiten la comunicación entre ciertos programas usando [bibliotecas](https://en.cppreference.com/w/cpp/string/basic/basic_string_view) (implementaciones de funciones) de programación. Con esta interfaz, podemos referirnos a columnas en distintas tablas, niveles geográficos y filtrado de filas de tablas. Esto lo veremos más adelante.

Cómo buscar tablas y columnas mediante la api del Censo Federal

Como mencionamos anteriormente, para **derivar la brecha salarial** mujeres/varones usaremos algunos campos de la tabla **B20004** e integraremos otros campos de la tabla **B15002** para **comparar** datos.

- Para **saber cuáles son las columnas** que **necesitamos** vamos a visitar la siguiente página: <https://api.census.gov/data/2023/acs/acs5/variables.html>.

Debe abrir una tabla como esta, donde está la lista de “variables” de cada tabla del **American Community Survey** para **estimados a 5 años**, versión de **2023**.

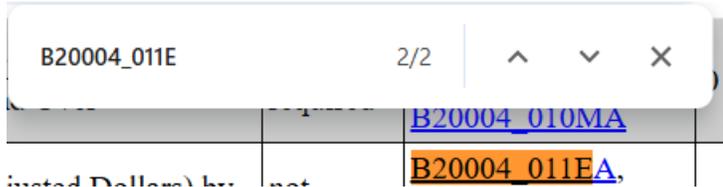
Census Data API: Variables in /data/2023/acs/acs5/variables

Name	Label	Concept	Required	Attributes	Limit	Predicate Type	Group
A1ANHH	American Indian Area/Alaska Native Area/Hawaiian Home Land		not required		0	(not a predicate)	N/A
A1HH1L	American Indian Area (Off-Reservation Trust Land Only)/Hawaiian Home Land		not required		0	(not a predicate)	N/A
A1RES	American Indian Area/Alaska Native Area (Reservation or Statistical Entity Only)		not required		0	(not a predicate)	N/A
ANRC	Alaska Native Regional Corporation		not required		0	(not a predicate)	N/A
B01001_001E	Estimate!!Total:	Sex by Age	not required	B01001_001EA , B01001_001EM , B01001_001MA	0	int	B01001
B01001_002E	Estimate!!Total!!Male:	Sex by Age	not required	B01001_002EA , B01001_002EM , B01001_002MA	0	int	B01001
B01001_003E	Estimate!!Total!!Male!!Hispanic:	Sex by Age	not required	B01001_003EA , B01001_003EM	0	int	B01001

Note que en la columna **Name** está tanto el **nombre** de la tabla “BXXXXXX”, “_” y el **nombre o código** de la **columna** o **variable** censal. Previamente habíamos dicho que interesamos la tabla **B20004**, en específico **median earnings**, de **varones** y **mujeres** a nivel de **bachillerato**. Esas columnas tienen los códigos **011E** y **017E**.

Continuemos.

- Para **buscar** estas columnas o variables en esta página, pulse las teclas **ctrl+f** (herramienta **Find**) de su browser. En este caso usamos Chrome.
- En la **caja de texto Find** de su browser, **escriba B20004_011E**.
Pulse la tecla enter o haga **click** en el botón hacia abajo de esta herramienta.



- El browser va a **resaltar** la cadena de **texto** en la página **que coincida** con lo que escribimos en la caja **Find**.

La **primera columna (Name)** tiene el **código ID** de la tabla y columna.

La **segunda columna (Label)** corresponden a la **descripción** de la **columna**. En este caso es **Estimado, varones, con bachillerato**.

La **tercera columna (Concept)** nos da el **nombre descriptivo** de la **tabla**.

Entonces, **la columna es 011E**. La **E** indica que es **estimado**.

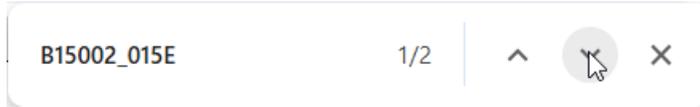
B20004_010E	associate's degree	Educational Attainment for the Population 25 Years and Over	required	B20004_010M , B20004_010MA
B20004_011E	Estimate!!Total!!Male!!Bachelor's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over	not required	B20004_011EA , B20004_011M , B20004_011MA
B20004_012E	Estimate!!Total!!Male!!Graduate or	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by	not	B20004_012EA , B20004_012M

- Un poco más abajo, está la próxima columna de interés: **017E**

B20004_011E	Estimate!!Total!!Male!!Bachelor's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_012E	Estimate!!Total!!Male!!Graduate or professional degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_013E	Estimate!!Total!!Female:	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_014E	Estimate!!Total!!Female!!Less than high school graduate	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_015E	Estimate!!Total!!Female!!High school graduate (includes equivalency)	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_016E	Estimate!!Total!!Female!!Some college or associate's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_017E	Estimate!!Total!!Female!!Bachelor's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over

Vamos a buscar los conteos de **población >=25 años** para este mismo segmento, tanto para **varones** como para **mujeres** pero de la tabla **B15002**.

- En la **caja de texto Find** de su browser, **escriba B15002_015E**.
Pulse la tecla enter o haga **click** en el botón hacia abajo de esta herramienta.



- El browser va a **resaltar** la cadena de **texto** en la página **que paree** con lo que escribió en la **caja Find**: **Estimado Varones con bachillerato** completado y de 25 años o más.

B15002_014E	Estimate!! Total!!! Male!!! Associate's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_015E	Estimate!! Total!!! Male!!! Bachelor's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_016E	Estimate!! Total!!! Male!!! Master's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over

El nombre de esta columna es **B15002_015E**.

Más adelante aparecerá la columna correspondiente al mismo nivel educativo para mujeres.

B15002_031E	degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_032E	Estimate!! Total!!! Female!!! Bachelor's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_033E	Estimate!! Total!!! Female!!! Master's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over

El nombre de esta columna es **B15002_032E**.

Entonces ya tenemos las columnas necesarias para los datos. Solo nos falta saber cuál es el **URL** o dirección para usar el api del censo para buscar estos datos. Ya tenemos la dirección y la vamos a explicar en esta tabla:

Instrucción	Descripción
https://api.census.gov/data	Raíz del url
/2023/acs	Datos para 2023 del American Community Survey
/acs5	Estimados a 5 años
?get=GEO_ID, NAME, B20004_001E, B20004_011E, B20004_017E, B15002_015E, B15002_032E	Estas son las columnas que queremos: GEO_ID, Nombre de la entidad geográfica (municipio) Median earnings, varones y mujeres (suma) varones mujeres Población >=25 con nivel bachillerato, varones Mujeres
&for=county:*	Devolver summary level de municipios (* todos)
&in=state:72	Código de PR: "72"
&outputFormat=csv	Formato de salida: comma separated value

Luego de combinar cada segmento explicado, la dirección es la siguiente:

https://api.census.gov/data/2023/acs/acs5?get=GEO_ID,NAME,B20004_001E,B20004_011E,B20004_017E,B15002_015E,B15002_032E&for=county:*&in=state:72&outputFormat=csv.

No use el enlace ahora para descargar. Usaremos este enlace en Excel a través de Power Query.

En resumen, le damos una **instrucción** al **servidor** de **datos** del **Censo** para que nos **devuelva** una serie de **datos** en un **formato** tal que **Excel** lo pueda **recibir** y **leer**.

Excel para importar datos desde la api del Censo

Cada vez se hace más importante tener nociones de uso de programas de **extracción, transformación y carga de datos (Extract, Transform & Load)**. **Excel y Power BI** proveen una interfaz muy útil para esta extracción, transformación y posterior carga de datos a estos programas de manejo de datos, principalmente numéricos. Esta interfaz presente en Excel y Power BI se llama **Power Query**.

En esta parte vamos a usar **Excel 365 y su interfaz Power Query** para convertir los datos del archivo csv a formato xlsx de Excel.

- Vamos primero a **abrir Excel**. (Para este tutorial escrito a mediados de 2025, estamos usando la versión **Excel de Office 365**).

Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO (Version 2505 Build 16.0.18827.20102) 64-bit

Haga **click** en el botón **Start** de Windows...

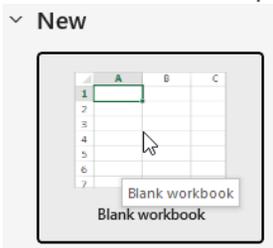


- Busque el **icono** de **Excel** y haga **click** en su icono...

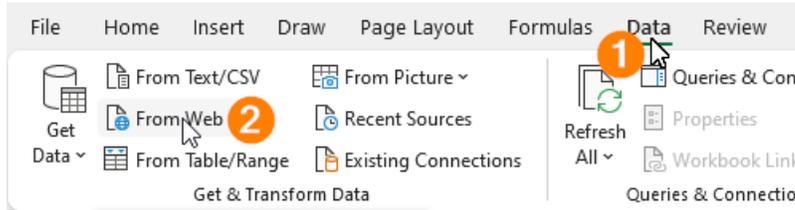


Aparecerá la interfaz gráfica del programa **Excel**

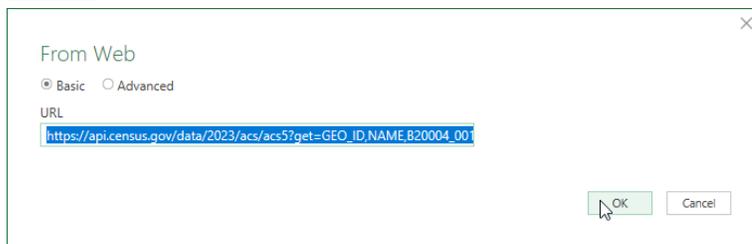
- Para abrir el enlace que acabamos de explicar en la sección pasada, primero haga **click** en la opción **Blank workbook** para abrir un **workbook vacío**. En este workbook vacío vamos a trasladar parte del contenido del archivo csv.



- Para **importar** el **archivo csv** con los datos, vaya al **menú principal** y
- Escoja **Data > From Web:**

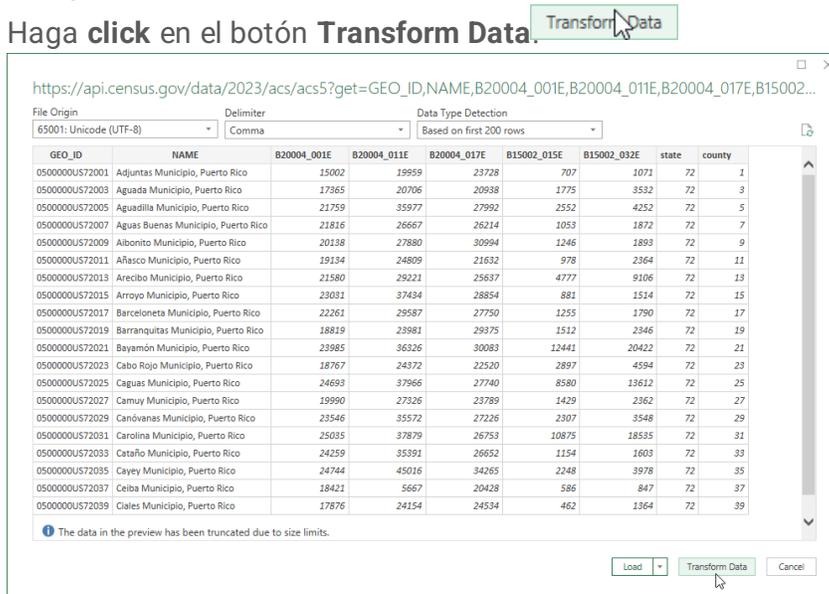


- En la forma **From Web** que aparecerá, copie y pegue (copy/paste) la dirección siguiente: https://api.census.gov/data/2023/acs/acs5?get=GEO_ID,NAME,B20004_001E,B20004_011E,B20004_017E,B15002_015E,B15002_032E&for=county:*&in=state:72&outputFormat=csv



- Haga **click** en el botón **OK** para cerrar esta forma y aceptar la dirección provista.
- Espere que aparezca la forma **Query Editor Wizard**. Si el URL está completo deberá traer los resultados de la solicitud *“request”* realizada al api del Censo. En esta tabla virtual aparecerán las columnas solicitadas, además de dos columnas finales añadidas por el api, con los códigos *state* y *county*. Estos últimos los descartaremos en Power Query.

- Haga **click** en el botón **Transform Data**.

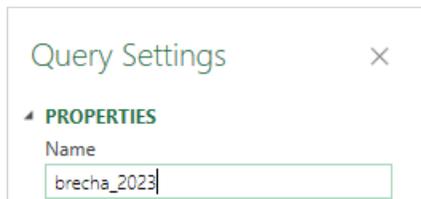


Aparecerá la forma **Power Query Editor**.



En esta interfaz realizaremos las modificaciones a la estructura del archivo y derivar los datos de brecha salarial y calcular la razón mujeres_con_bachillerato/varones_con_bachillerato.

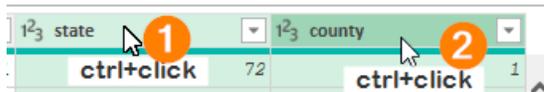
- El nombre por defecto del query no es muy descriptivo.
 - Vaya al panel **Query Settings** y **cambie** el nombre a **brecha_2023** y presione la tecla **tab**. Este será el nombre de la hoja en Excel cuando terminemos el query.



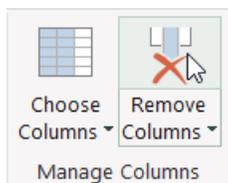
Eliminar columnas innecesarias

Las columnas *state* y *county* tienen los códigos ID de estado y condado (municipio) o su equivalente al territorio no incorporado de Puerto Rico. Ya que esta información está contenida dentro de la columna GEO_ID, eliminaremos estas dos columnas y luego *transformaremos* la columna GEO_ID.

- Seleccione las columnas *state* y *county* haciendo **ctrl+click en la cabecera** cada columna.



- Vaya al grupo **Manage Columns** del Ribbon **Home** y haga **click** en el botón **Remove Columns**.

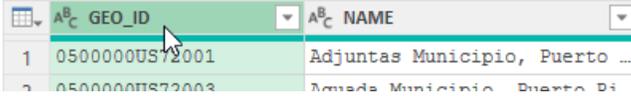


Modificar la columna para obtener identificadores

En esta tabla, los identificadores **GEO_ID**, están compuestos de una cadena de caracteres 0500000US72001 (Municipio de Adjuntas, Puerto Rico). Mientras, **en la tabla del geodato de municipios**, el *identificador* correspondiente es 72001 para este municipio.

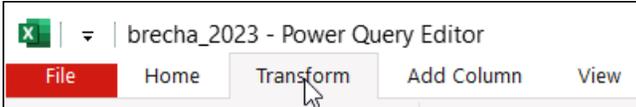
Vamos a modificar esta columna para extraer el identificador basado en estos últimos 5 caracteres usando la función **Extract Last Characters**, la cual trabaja como la función **Right**('texto', número de posiciones de derecha a izquierda).

- Haga **click** en la cabecera de la columna **GEO_ID** para activarla. Debe aparecer en verde:

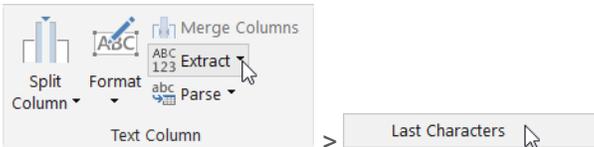


	A ^B C GEO_ID	A ^B C NAME
1	0500000US72001	Adjuntas Municipio, Puerto ...
2	0500000US72003	Aguada Municipio, Puerto Pi...

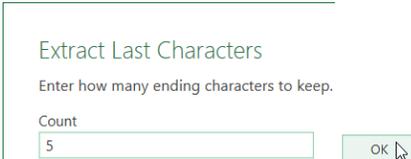
- Haga **click** en la pestaña **Transform**.



- Vaya al grupo **Text Column**, haga **click** en el botón **Extract** y luego en la opción **Last Characters**.

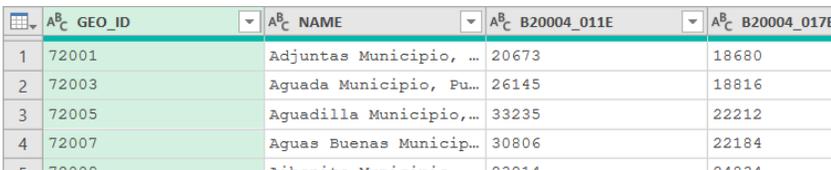


- En la forma **Extract Last Characters** que aparecerá, **escriba 5** en la caja de texto **Count**. Luego **click** en el botón **OK**. Extraerá los últimos 5 caracteres.



Extract Last Characters
 Enter how many ending characters to keep.
 Count

La columna **GEO_ID** solo retendrá las últimas 5 posiciones a la derecha.



	A ^B C GEO_ID	A ^B C NAME	A ^B C B20004_011E	A ^B C B20004_017E
1	72001	Adjuntas Municipio, ...	20673	18680
2	72003	Aguada Municipio, Pu...	26145	18816
3	72005	Aguadilla Municipio,...	33235	22212
4	72007	Agua Buenas Municip...	30806	22184
5	72008	Aguadilla Municipio,...	33235	22212

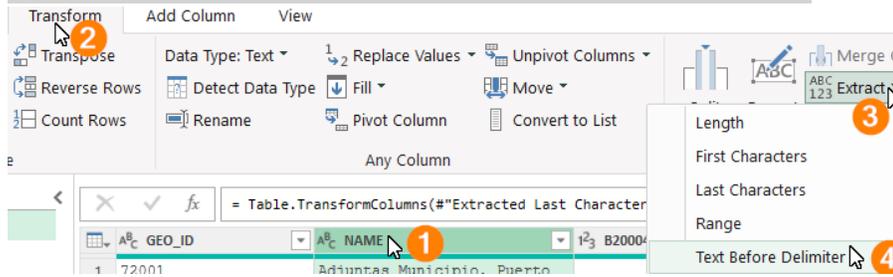
Note también el tipo de dato de esta columna: **ABC** al lado del nombre **GEO_ID** significa que el tipo de dato es **alfanumérico**.

Repetamos el proceso para la columna **NAME**.

- Haga **click** en la columna **NAME**

- Siga la siguiente secuencia:

Transform > Text Column > Extract > Text Before Delimiter



- En la caja de texto de la forma **Text Before Delimiter** escriba el delimitador **Municipio** (espacio Municipio). Fíjese en la figura. El espacio lo estoy marcando en azul para que lo puedan apreciar

Text Before Delimiter

Enter the delimiter that marks the end of what you would like to extract.

Delimiter

- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.

Replace Values: Cambiar los valores simbólicos a null

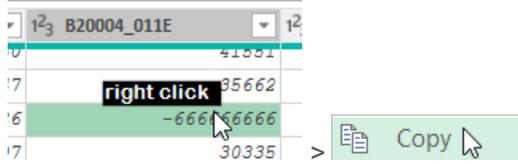
Note la aparición de celdas con **valor -66666666** en la columna **B20004_011E**. Estos valores no son cero realmente. Se trata de valores simbólicos llamados “bandera”. Mantienen el tipo de dato como numérico, pero este valor aunque numérico, no es real.

- Diríjase a la **columna B20004_011E**. Encontrará **cinco celdas** con **valor** simbólico - **66666666**. Esto significa que para esos municipios no hubo suficientes respuestas para dar un estimado confiable.

1-3	B20004_011E
	30302
	-66666666
	30335
	29990
	-66666666

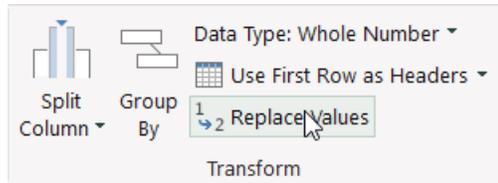
Vamos a convertir estos valores simbólicos al valor null (sin datos). Para esto usaremos la función Replace Values.

- Primero, **busque** uno de los **valores simbólicos**.
- Haga **right click encima** de esa **celda** y escoja la opción **Copy**.



Esto hará que ese valor simbólico sea copiado para el próximo paso.

- Haga **click** en el botón **Replace Values**, localizado en el grupo **Transform** asociado al **tab Home**.



- En la forma **Replace Values**, aparecerá el número simbólico en la caja de texto de la sección **Value to Find** , el cual fue copiado previamente.

Replace Values

Replace one value with another in the selected columns.

Value To Find

Replace With

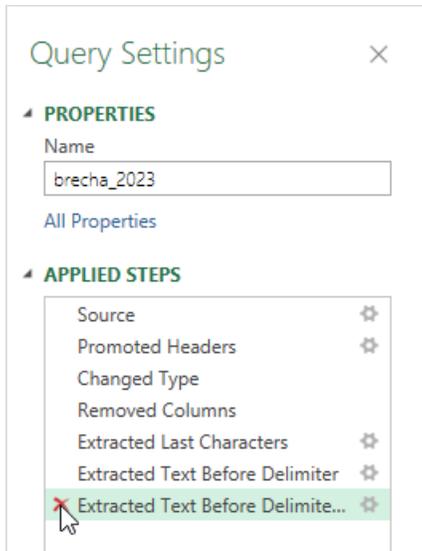
- En la sección **Replace With**, escriba **null**

- Observe** que el tipo de dato de la columna **B20004_011E** continúa siendo **numérica** (integer) **pero** tendrá **celdas vacías (null)**.

	B20004_011E	B20004_011E
171	30156	
188	23021	
198	37945	
190	null	
150	null	

Applied steps: Enmendar algún paso

Power Query registra cada operación hecha en el panel Query Settings, en la caja **Applied Steps**. Este panel es útil para hacer cambios y regresar a otros pasos realizados.



Use esta herramienta **si se equivocó** en algún paso.

Añadir columnas calculadas en Power Query

En esta parte **añadiremos dos columna adicionales**. Haremos una **operación matemática simple** en la cual registraremos el llamado “[gender wage gap](#)” o brecha salarial. Se trata de establecer una **razón** o **proporción** entre **la mediana salarial de mujeres** y **la mediana salarial de varones** en el segmento poblacional 25+ hasta bachillerato. Escogimos este nivel educativo porque a esta fecha era el nivel que tenía más datos a nivel municipal.

- Vaya al **menú principal** y haga **click** en el **tab Add Column**, seguido de **click** en el botón **Custom Column**



Añadir brecha salarial mujeres / varones

- En la forma **Custom Column** que aparecerá:
 - Escriba** la palabra **brecha** en la caja de texto **New column name**
 - En la caja de texto **Custom column formula**, **escriba** la siguiente función **Number.Round(**
 - Haga **doble click** en el **campo B20004_017E** (mujeres)
 - Teclee /** seguido del nombre de este campo
 - Haga **doble click** en el **campo B20004_011E** (varones)
 - En la misma caja de texto **escriba ,2)** para cerrar esta función y fórmula.

- Ver figura:
Custom Column

Add a column that is computed from the other columns.



- Haga **click** en el botón **OK** para generar la nueva columna calculada y redondeada a dos lugares decimales.

Le aparecerá la nueva columna **brecha**, con los valores calculados.

ABC 123	brecha
	1.19
	1.01
	0.78

Observe también que habrá 5 celdas sin datos (null). Cualquier operación que contenga uno o más null, devolverá otro null en la salida.

ABC 123	brecha
	0.98
	0.7
	null
	null

Añadir razón población mujeres / varones con 25+ años hasta bachillerato

Repitamos el proceso para añadir otra columna calculada.

- Vaya al **menú principal** y haga **click** en el **tab Add Column**, seguido de **click** en el botón **Custom Column**



- En la forma **Custom Column** que aparecerá:
 - Escriba ratio_mvb** (razón de **población mujeres** 25+ años con bachillerato / **varones** 25+ años con bachillerato) en la caja de texto **New column name**
 - En la caja de texto **Custom column formula**, **escriba** la siguiente función:
Number.Round(
 - Haga **doble click** en el **campo B15002_032E** (mujeres)
 - Ingrese el operador de división /** seguido del nombre de este campo
 - Haga **doble click** en el **campo B15002_015E** (varones)

- En la misma caja de texto **escriba , 2)** para cerrar esta función y fórmula.
- Ver figura...

Custom Column

Add a column that is computed from the other columns.



- Haga **click** en el botón **OK** para generar la nueva columna calculada y redondeada a dos lugares decimales.

Le aparecerá la nueva columna **ratio_mvb**, con los valores calculados.

ABC 123	ratio_mvb
	1.51
	1.99
	1.67

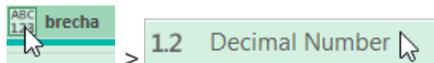
Cambiar el tipo de dato en las columnas calculadas

Si observa las cabeceras de las columnas calculadas, verá que tienen el símbolo **ABC 123**.

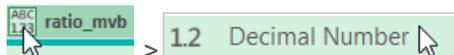


Esto significa que el tipo de dato en estas columnas es "any", lo que en lenguajes como Visual Basic era llamado "Variant". Ya que estamos seguros de que estos datos son numéricos con decimales, es buena práctica cambiar su tipo de dato a Decimal Number.

- Haga **click** en el botón **ABC123** de la cabecera de la columna **brecha** y escoja la opción **1.2 Decimal Number**.



- Observe que las celdas null se mantienen igual.
- Repita el proceso** en la columna **ratio_mvb** (razón, mujeres/varones 25+ hasta bachillerato)



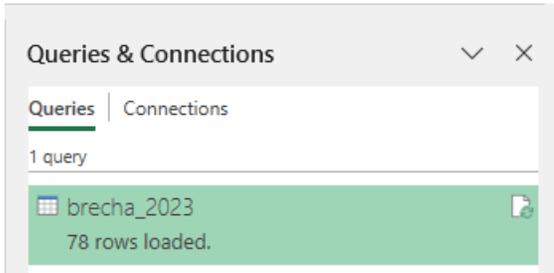
Carga de datos a Excel desde Power Query

El archivo ya está listo para la carga de datos desde Power Query a Excel.

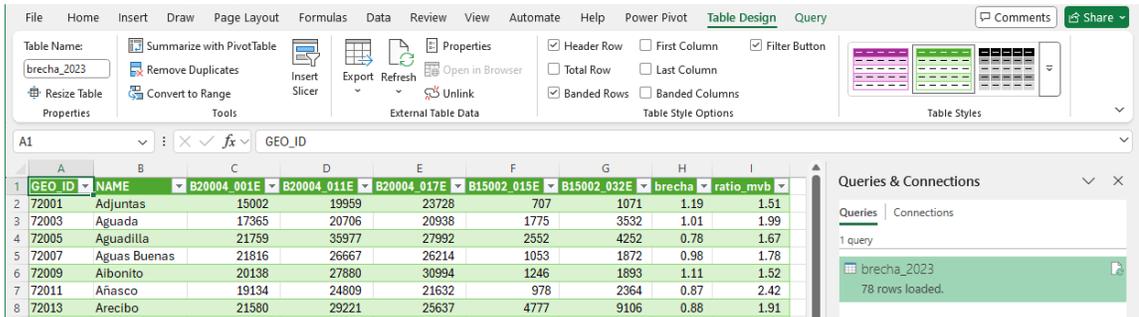
- Vaya al menú **File** de la interfaz **Query Editor** y haga **click** en el botón **Close & Load**.



El resultado de este proceso es una *Query* que nos devolverá una [Excel Table](#). Este es otro formato de Excel para trabajar datos, algo diferente a los “*data ranges*”.



Se puede notar por el formateo de **color alternado**, los **filtros** y la aparición del **menú de contexto Table Design**, para **Excel Tables**.



Guarde esta tabla en el formato de **Excel book (xlsx)**.

- File > Save As...**



- En el **panel Save As**, el nuevo archivo se llamará **brecha_2023.xlsx**.
- Debe guardarlo en el folder **Tutorial_ArcGIS_Pro/Ejercicio_4**.



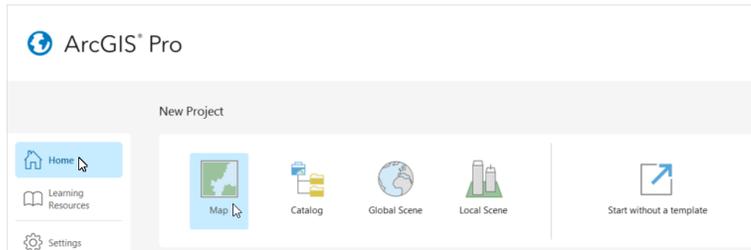
- Haga **click** en el botón **Save**.
- Cierre Excel**. Haremos el **análisis exploratorio de datos en ArcGIS Pro**.

Crear un proyecto ArcGIS Pro

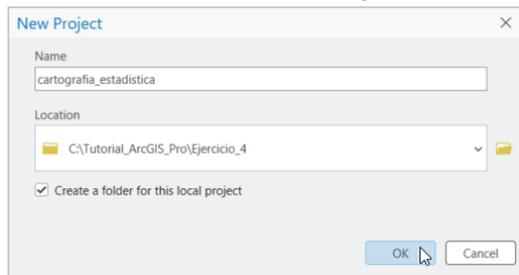
Vamos a generar un proyecto nuevo dentro del directorio **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_4**. Usaremos la opción para crear una carpeta nueva para este proyecto. Por lo tanto, vamos a

generar un subdirectorio. Importaremos el geodato de municipios desde otra geodatabase existente.

- Abra** una nueva **sesión** de **ArcGIS Pro**.
- En la interfaz de entrada a ArcGIS Pro,
 - Haga **click** en el tab **Home** y luego en el botón **Map**. Abriremos un nuevo mapa, donde vamos a desarrollar el mapa estadístico.



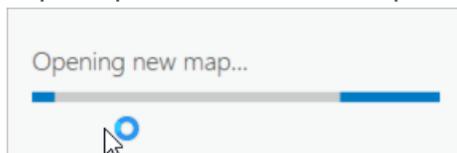
- En la forma **New Project**, escriba **cartografía_estadística** en la caja Name. en la sección **Location** escoja la dirección **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_4**.



Use el botón **Browse**  para ubicar este proyecto nuevo en el directorio indicado.

- Mantenga la opción **Create a folder for this local project**.
- Haga **click** en el botón **OK** para generar el nuevo proyecto.

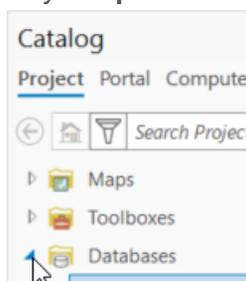
- Espere que abra el nuevo mapa.



Importar un geodato o feature class a la nueva geodatabase

Dado a que no hemos ingresado ningún geodato, la localización por defecto aparecerá fuera de Puerto Rico. Déjelo así por el momento y pasemos a copiar el geodato de municipios a nuestra nueva geodatabase del nuevo proyecto.

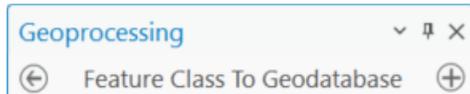
- Vaya al **panel Catalog** y **expanda** el nodo **Databases**.



- Haga **right click** en la geodatabase principal **cartografía_estadística.gdb**.
- Haga **click** en las opciones **Import > Feature Class(es)**



- Esto le llevará al panel **Geoprocessing**, a la herramienta **Feature Class to Geodatabase**.



En la sección **Input Features**, haga **click** en el botón **Browse**.



- En la forma **Input Features**, escriba **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_1** y presione **enter**.

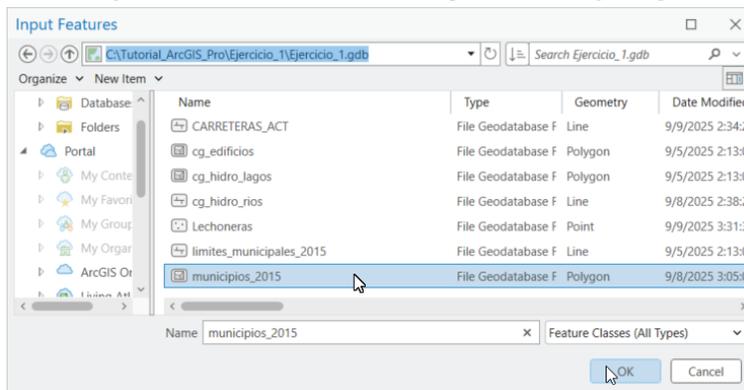


La geodatabase **Ejercicio_1.gdb** tiene el geodato que buscamos: **municipios_2015**. Lo integraremos en la nueva geodatabase.

- Haga **doble click** en la geodatabase **Ejercicio_1.gdb**.

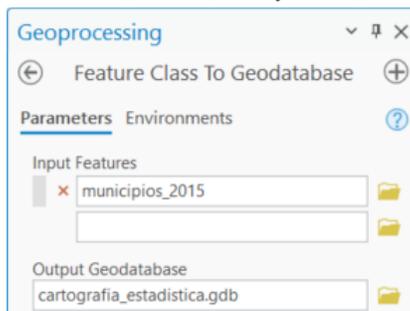


- Escoja el feature class **municipios_2015** y haga **click** en el botón **Open**.



- En la sección **Output Geodatabase**, asegúrese que sea **cartografía_estadística.gdb**.

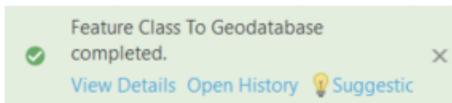
C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_4\cartografia_estadistica\cartografia_estadistica.gdb



- Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar este proceso.



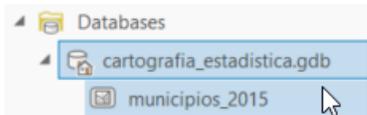
- Espere que termine el proceso y que le devuelva el mensaje de ejecución.



- Haga **click** en la pestaña del panel **Catalog**.

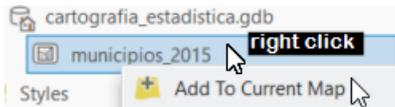


- Verifique si se realizó la importación del geodato.



puede hacer right click y escoger Refresh

- Haga **right click** en el geodato **municipios_2015** y escoja la opción **Add To Current Map**.

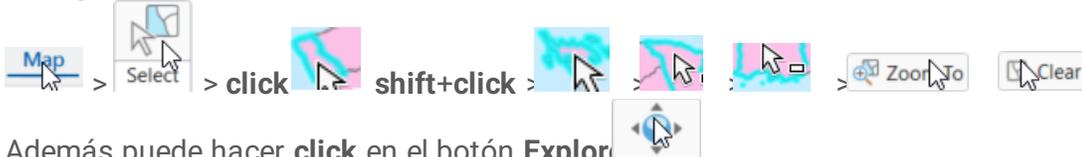


- La pestaña o panel **Map** se **reubicará** para mostrar el geodato añadido. El color del geodato es aleatorio y no hay color "por defecto".



- Para centralizar (más o menos) el mapa podemos seleccionar el Municipio de **Rincón**, la isla Municipio de **Culebra**, a **Isabela** y a **Ponce**.

- Siga esta secuencia:



- Además puede hacer **click** en el botón **Explor**

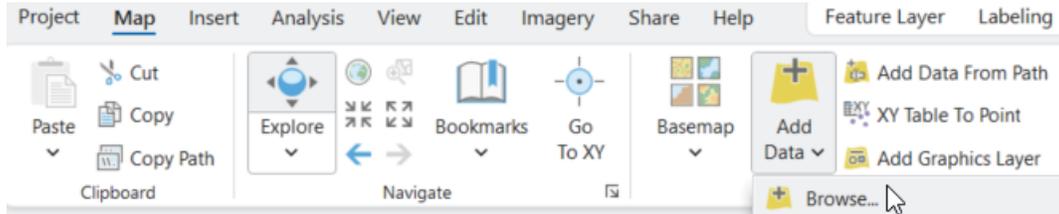
Hacer **shift+click** y marque una caja zoom como esta:



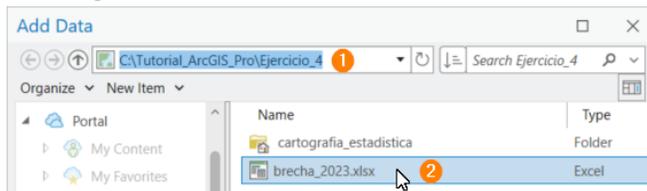
Traer la hoja de cálculo del archivo Excel

El workbook brecha_2023.xlsx contiene la hoja de cálculo que vamos a traer. Sin embargo, este archivo no es visible en el panel Catalog. Para traer la hoja, debe estar en el ribbon asociado al tab Map y usar el botón Add Data.

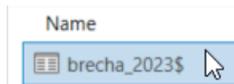
- En el ribbon asociado al tab **Map**, localice el grupo **Layer** y haga **click** en el **botón** drop-down para escoger la opción **Browse**.



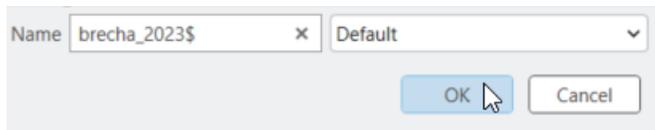
- En la forma **Add Data**, escriba la dirección **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_4**.
- Haga **click** en el **workbook** Excel **brecha_2023.xlsx**



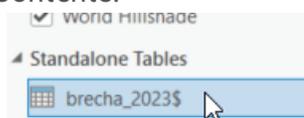
- Haga **click** en el botón **Open** para abrir el workbook y poder escoger la hoja **brecha_2023\$**



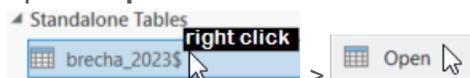
- Haga **click** en el botón **Open** para traer esta hoja de cálculo.



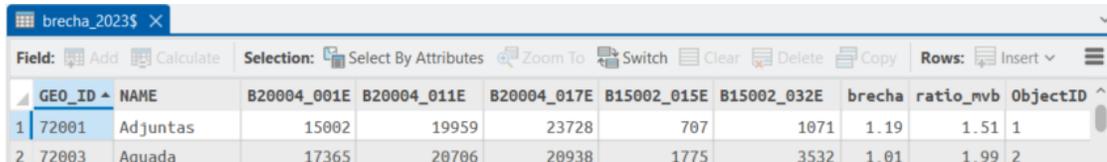
La hoja de cálculo (Standalone Table) **brecha_2023\$** aparecerá al final de la lista de layers del panel Contents.



- **Abra la tabla** para **verificar** el contenido. Haga **right click** encima de la tabla y escoja la opción **Open**.



La tabla aparecerá bajo el mapa.



GEO_ID	NAME	B20004_001E	B20004_011E	B20004_017E	B15002_015E	B15002_032E	brecha	ratio_mvb	ObjectID
1 72001	Adjuntas	15002	19959	23728	707	1071	1.19	1.51	1
2 72003	Aguada	17365	20706	20938	1775	3532	1.01	1.99	2

Para recordar, estos son los significados de los nombres de las columnas:

- geo_id** Identificador del municipio
- NAME** Nombre del municipio
- B20004_001E** Mediana de ingresos, personas de 25 años o más (2019-2023)
- B20004_011E** Estimado, mediana de ingresos, varones de 25 años o hasta con bachillerato.
- B20004_017E** Estimado, mediana de ingresos, mujeres, de 25 años o hasta con bachillerato.
- B15002_015E** Estimado, población varones de 25 años o más hasta bachillerato.
- B15002_032E** Estimado, población mujeres de 25 años o más hasta bachillerato.
- Brecha** Brecha salarial mujeres/varones 25 años o más hasta bachillerato.
- ratio_mvb** Razón de poblaciones mujeres/varones 25 años o más hasta bachillerato

Estos son los valores mínimo y máximo de estas columnas

Columnas	Valor Mínimo	Municipio	Valor Máximo	Municipio
MEDIANAS DE INGRESOS				
B20004_001E (Todos)	\$15,002	Adjuntas	\$33,015	Guaynabo
B20004_011E (varones)	\$5,667	Ceiba	\$60,952	Villalba
B20004_017E(mujeres)	\$17,981	Jayuya	\$35,864	Guaynabo
POBLACIÓN 25+ HASTA BACHILLERATO				
B15002_015E (varones)	70	Culebra	26,894	San Juan
B15002_032E (mujeres)	61	Culebra	37,373	San Juan
COMPARACIONES (RATIOS)				
Brecha (salarial m/v)	0.44	Villalba	3.6	Ceiba
ratio_mvb (ratio poblacional m/v 25+ hasta bachillerato)	0.87	Culebra	3.11	Hormigueros

Explorar datos con gráficas en ArcGIS Pro

Luego de haber desglosado y explicado las columnas importadas, primero vamos a unir la tabla de datos estadísticos con la tabla de atributos del geodato municipal. Luego vamos a generar una serie de gráficas para explorar la distribución de los datos y los municipios interactivamente.

Unir tablas (join)

Los Joins en ArcGIS Pro nos permiten unir temporalmente dos tablas. Teniendo una aplicación SIG, es lógico aprovechar la visualización geográfica. Aquí vamos a unir la tabla estadística (brecha_2023\$) con la tabla de atributos del geodato municipal. Para este join, cada municipio le corresponde un récord en la tabla de estadísticas. Este es el tipo de join de relación de cardinalidad uno a uno.

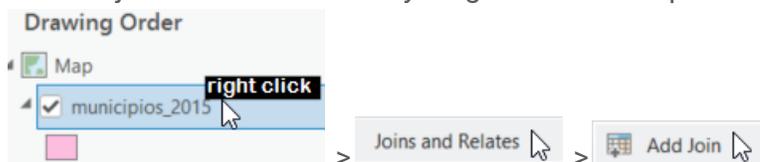
Condiciones para efectuar el pareo de tablas (Join)

Para que las tablas puedan parear o hacer “join”, es necesario que haya correspondencia exacta entre identificadores (al menos una fila) en el campo de la tabla del geodato y los identificadores en la tabla externa.

Identificadores municipales: cntyidfp					Identificadores: GEO_ID			
municipios_2015					municipios_2015 brecha_2023\$			
Field:	Add	Calculate	Selection: Select By Attributes		Field:	Add	Calculate	Selection: Sel
OBJECTID *	shape *	cntyidfp	municipio	abrev	GEO_ID ^	NAME	B20004_001E	
1	1	Polygon	72001	Adjuntas	ADJ	15002		
2	2	Polygon	72003	Aguada	AGD	17365		
3	3	Polygon	72005	Aguadilla	AGL	21759		
4	4	Polygon	72007	Aguas Buenas	ABU	21816		

De esta manera, tenemos más claro que debemos parear el campo **cntyidfp** de la tabla del geodato con el campo **GEO_ID** de la tabla externa de datos censales.

- Para hacer el join, haga **right click** en el layer **municipios_2015**,
- Escoja **Joins and Relates** y luego **click** en la opción **Add Join**.



- En la forma **Add Join**, deberá tener el layer **municipios_2015** en la sección **Input Table**



Le añadiremos los campos de la segunda tabla a la tabla de atributos del geodato/layer.

- En la sección **Input Field** escoja el campo **cntyidfp**. Este es el **campo** de la **tabla de atributos del geodato** que tiene los **identificadores** de municipios que vamos a parear con los identificadores idénticos que están en el campo **geo_id** de la tabla externa.



- En la sección **Join Table** (tabla externa) seleccione la tabla **brecha_2023\$** que trabajamos en Excel.



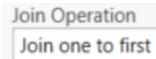
- En el apartado **Join Field** escoja el campo **GEO_ID**. Este es el **campo** de la **tabla externa** que tiene los identificadores de municipio en común con los **identificadores** en el campo **cntyidfp** de la tabla de atributos del geodato.



- Mantenga **check** la opción **Keep all input records**, ya que queremos preservar todas las filas de la tabla del geodato de municipios. Esta acción es equivalente a un “left join” en términos de lenguaje SQL.



- No** haga **check** en la opción **Index join fields**, o ArcGIS Pro le devolverá un mensaje de advertencia que no puede hacer indexación de campos en tablas Excel.
- En la sección **Join Operation** escoja la opción **Join one to first**.



Es la única opción ya que solo debe corresponder una fila de la tabla del geodato con solamente una (o cero) fila de la tabla externa. La opción lee **one to first** y no *one to one*. Esto es lo que regularmente hacen estos programas: unir una fila con la primera fila que parece con el identificador.

- Haga **click** en el botón **Validate Join**. Esto hará un cotejo de cuántas filas van a parear.



- Al terminar de validar verá el mensaje al final, donde le mostrará cuántas filas parearon: 78, lo cual corresponde con el número de municipios.

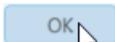


```

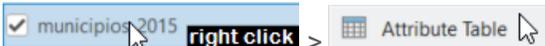
Start Time: Monday, October 20, 2025 10:34:32 AM
Checking for invalid characters...
Checking workspaces...
The join is being done between different workspaces. Performance is lost
due to the join being done client side.
Checking for field indexes...
The join field cntyidfp in the table
cartografia_estadistica.municipios_2015 is not indexed. To improve
performance, we recommend that an index be created.
The join field GEO_ID in the table brecha_2023.xlsx.brecha_2023$ is not
indexed. To improve performance, we recommend that an index be created.
Checking for OIDs...
Checking for join cardinality (1:1 or 1:m joins)...
A one - to - one join has matched 78 records.
The input table has 78 and the join table has 78 records.
Succeeded at Monday, October 20, 2025 10:34:34 AM (Elapsed Time: 1.30 seconds)
  
```



- Haga **click** en el botón **OK** para hacer el Join entre estas dos tablas.



- Una vez realice el Join, **abra la tabla de atributos del geodato para que vea los campos unidos a la tabla del geodato.**



- Luego cierre la tabla.

Histogramas

Un histograma nos ayuda a **visualizar** la **distribución** de los datos **numéricos**. Podremos ver los valores **mínimo**, **máximo**, **medidas de tendencia central** y de **dispersión**. Está compuesto de

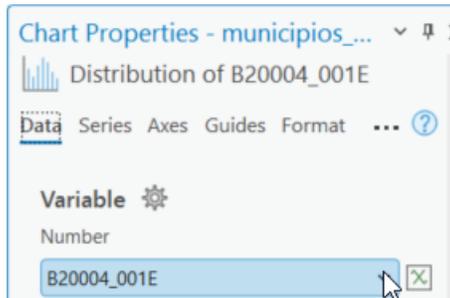
columnas llamadas **bins** (recipientes) donde la altura representa la frecuencia o cantidad de casos dentro de cada bin. Un **bin** marca una *clase* con un espacio definido en una escala numérica: 0 a 10, 10 a 20, etc.

- Para comenzar, haga **right click** en el layer **municipios_2015** y
- Escoja **Create Chart > Histogram**

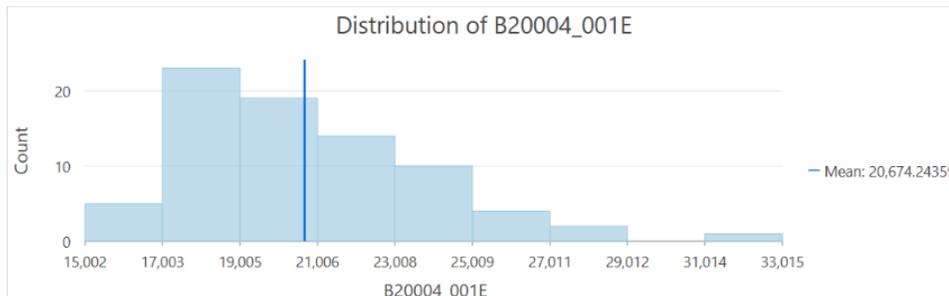


El espacio de la gráfica aparece vacío porque no hemos escogido la serie numérica de datos.

- Diríjase al panel **Chart Properties** y bajo el **tab Data** y en la sección **Variable, Number**
- Escoja la columna **B20004_001E (Mediana de ingresos (\$), personas de 25 años o más (2019-2023))**



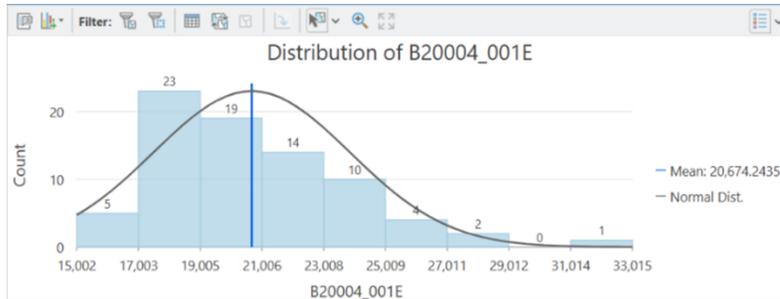
- Verá que la **frecuencia** (count) de los datos está concentrada a la izquierda de la línea azul vertical, la cual representa el promedio (media=\$20,674).



- Haga **check** en la opción **Show Normal distribution**.



Verá gráficamente la distribución de los datos de esta serie comparado con una distribución normal ideal. Una distribución normal nos indicará que los valores tienden a concentrar 65% de sus casos alrededor del promedio (media) y de la mediana. La distribución normal no mostrará por ejemplo, concentraciones de casos por citar un ejemplo geográfico, dentro y alrededor de una zona metropolitana.



Aquí se observa que hay una concentración de casos (municipios) a la izquierda de la media. Al lado derecho aparece una “cola” alargada, cada vez con menos casos, hasta la última, con un caso. Esto muestra cierta concentración de medianas de salarios más altos en algunos municipios.

- Observe los parámetros de esta distribución especialmente los valores en las medidas

Kurtosis y Skewness.

Statistics	
Dataset	
<input checked="" type="checkbox"/> Mean	20,674.2435897436
<input type="checkbox"/> Median	20,064
<input type="checkbox"/> Std. Dev.	3,186.370634909
Rows	78
Count	78
Nulls	0
Min	15,002
Max	33,015
Sum	1,612.591
Skewness	1.0911290457
Kurtosis	4.812054974

- Haga **check** en la opción **Label bins** para ver el número de casos por cada columna de la gráfica.

Data Labels

Label bins

- **Kurtosis** mide la **forma de la distribución de frecuencias/probabilidad**. Según esta forma, sea de campana, campana alargada o campana achatada, nos da un número que representa el grado de dispersión en la distribución de datos numéricos.
- **Skewness** mide la **simetría** o **sesgo** de la distribución respecto a una distribución normal de probabilidad.

Curtosis: Interpretación de valores

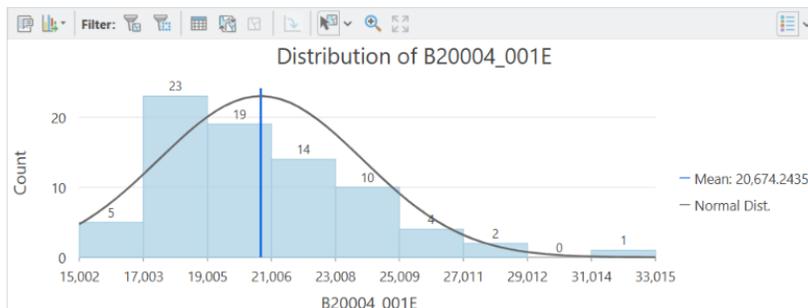
Tipo de distribución	Valor de curtosis	Nombre	Descripción
Normal	3.0	Mesocúrtica	Curtosis "estándar" con colas y picos moderados en la distribución.
Curtosis baja	Menor que 3.0	Platicúrtica	Pico más plano, colas más delgadas (menos valores extremos)
Curtosis alta	Mayor que 3.0	Leptocúrtica	Pico más alto, colas más pesadas (más valores extremos)
Muy leptocúrtica	Mayor que 4.5	Muy leptocúrtica	Hay concentración fuerte alrededor de la mediana y tiene "colas muy pesadas".

Por lo tanto, un valor de 4.8 indica que la distribución está concentrada en valores cercanos a la mediana. Pero veremos más adelante en **Skewness**, que tiene una "cola alargada" o **sesgo** a la **derecha**. Es decir, que hay cierto número de casos con valores muy altos, pero también valores muy bajos. Esto puede indicar una **desigualdad regional**, lo cual coincide con la percepción de que los mayores recursos económicos se concentran alrededor de los municipios de la zona metropolitana de San Juan.

Asimetría (skewness, sesgo)

Tipo de distribución	Valor de skewness	Descripción
Normal	0	Simétrica
Levemente sesgada	+/- 0.5	Asimetría leve
Moderadamente sesgada	+/- 1.0	Asimetría moderada
Fuertemente sesgada	Mayor que 1.0	Hay concentración fuerte alrededor de la mediana y tiene "colas muy alargadas".
<i>Asimetría Positiva</i>	Mayor que 0	Asimetría positiva o sesgada hacia la derecha. La cola derecha es más larga con valores extremos altos a la derecha.
<i>Asimetría Negativa</i>	Menor que 0	La cola izquierda es más larga; está sesgada a la izquierda; hay valores extremos bajos.

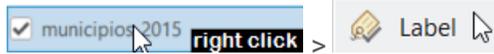
Por lo tanto, un valor **Skewness** de 1.09 (positivo) indica una distribución fuertemente **sesgada** hacia la derecha.



Añadir etiquetas (labels) a los municipios

Veamos esta concentración en el mapa. Primero, vamos a ponerle etiquetas de abreviaturas a los municipios.

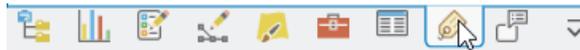
- Haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Label**.



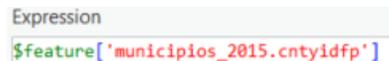
Por defecto ArcGIS Pro puede usar el primer campo de tipo texto para mostrar etiquetas como en este caso:



- Para mostrar las abreviaturas, diríjase al **panel Label Class** a la derecha de la interfaz de ArcGIS Pro.
- Haga **click** en el tab **Label Class**.



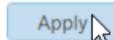
- En el **panel Label Class – municipios_2015 Class 1**, vaya a la sección **Expression**.



- Borre** el contenido dentro de la caja y haga **doble click** en el campo **abrev** para que



- Presione el botón **Apply** para aceptar los cambios.



ArcGIS Pro le mostrará las etiquetas. Escogimos las abreviaturas porque hay municipios con nombres de más de 20 letras y espacios.



Podemos ahora constatar que hay concentración de ingresos altos en y alrededor de la zona metropolitana de San Juan.

- Diríjase a la gráfica de histograma** y haga **click** en el botón para **seleccionar elementos. Select by Rectangle**.



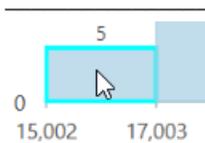
- Haga un cuadro (drag & drop) desde la columna con **10 casos hasta la columna a la derecha con un caso** (count=1).



Notará cómo se concentran los ingresos medianos más altos alrededor de la zona metro de san Juan, excepto el municipio de Arroyo.



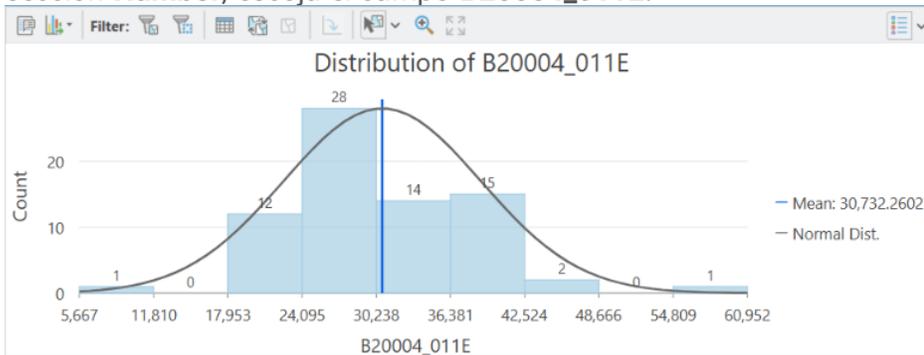
- Haga **click** en la **columna** (bin) a la **extrema izquierda** (5 casos) con mediana salarial entre **\$15,002 y \$17,003**. ¿Cuáles son estos municipios?



- Haga lo mismo con la columna (bin) a la extrema derecha. ¿Cuál es el municipio con mayor mediana salarial? _____

Veamos la próxima serie de datos: la columna **B20004_011E** (mediana salarial, varones 25+ hasta bachillerato)

- En el panel **Chart Properties - municipios_2015**, diríjase al apartado **Variable**, en la sección **Number**, escoja el campo **B20004_011E**.



Como mostramos en una tabla anterior, el valor mínimo es **\$5,667** y el máximo es **\$60,952** (mediana salarial de varones, 25+ hasta bachillerato).

- Haga **click** en el **bin** a la extrema izquierda.
¿Cuál es este municipio? _____
- Repita el proceso en los bins con valores **42,524 a 48,666** y el bin **54,809 a 60,952**.
¿Cuáles son estos municipios? _____
- Vaya a la sección **Statistics** del panel **Chart Properties**. Observe los valores en **Skewness** y de **Kurtosis**.

Statistics	
<input checked="" type="checkbox"/> Mean	Dataset: 30,732.2602739726
<input type="checkbox"/> Median	29,508
<input type="checkbox"/> Std. Dev.	8,166.044595402
Rows	78
Count	73
Nulls	5
Min	5,667
Max	60,952
Sum	2,243,455
Skewness	0.4715161854
Kurtosis	4.8954530448

Skewness = 0.47. Levemente sesgada a la derecha.
Kurtosis = 4.8. Muy leptocúrtica: Hay muchos valores concentrados cerca de la mediana y algunos valores extremos a la derecha de la gráfica.

¿Cuál es el municipio con menor mediana salarial?

¿Le parece real ese valor?

¿Cuál es el municipio que muestra una mediana salarial de \$60,952

 Fíjese que ArcGIS Pro identificó 5 nulos en esta serie.

Pasemos a explorar la columna **B20004_017E (Mediana salarial, mujeres 25+ hasta bachillerato)**

- Diríjase a la sección **Number** del panel **Chart Properties municipios_2015**
- Escoja el campo **B20004_017E**.

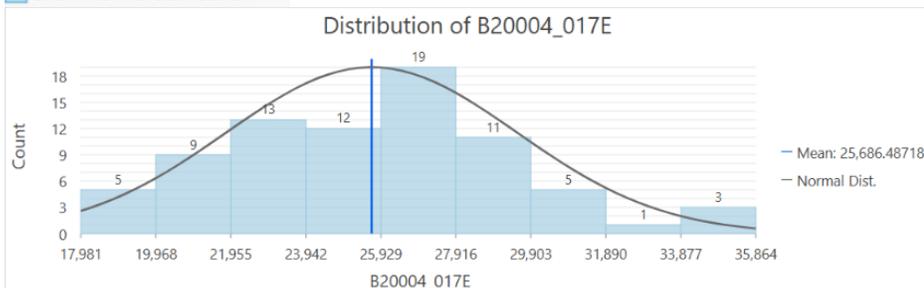
Variable 

Number

B20004_017E

- Verá el histograma.
Aproveche para hacer **check** en la opción **Show Normal Distribution --**

Show Normal distribution



- Veamos los parámetros **Skewness** y **Kurtosis** para ver cómo comparan con una **distribución normal**.
Visualmente parece encajar con una distribución normal.

Statistics	
	Dataset
<input checked="" type="checkbox"/> Mean	25.6864871794872
<input type="checkbox"/> Median	26.010
<input type="checkbox"/> Std. Dev.	3.8572651126393
Rows	78
Count	78
Nulls	0
Min	17,981
Max	35,864
Sum	2,003,546
Skewness	0.2686954269
Kurtosis	2.9586862827

Skewness = 0.26. Menor de 0.5; tiene **muy leve sesgo** positivo.

Kurtosis = 2.95. Se aproxima a una distribución normal con valor 3.0.

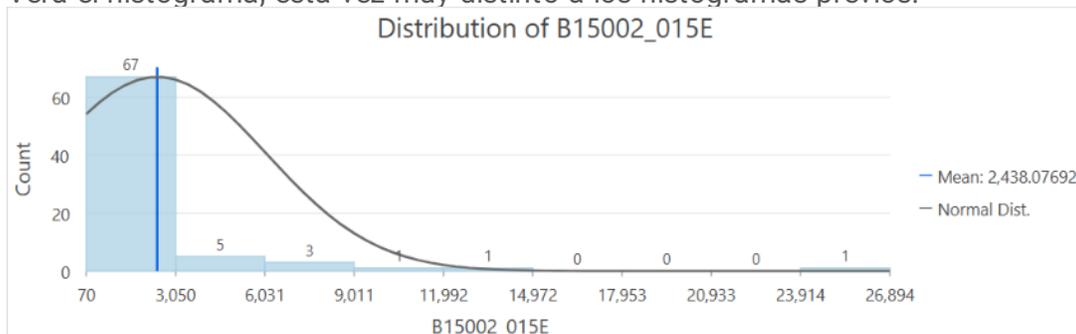
Sin embargo observe que los valores de mediana salarial de las mujeres son más bajos que las medianas salariales de varones.

Veamos ahora las **series de datos** que tienen que ver con los **conteos de población** de 25 años o más con nivel educativo hasta bachillerato. **B15002_015E** (varones) y **B15002_032E** (mujeres).

- En el panel **Chart Properties – municipios_2015** escoja el campo **B15002_015E**.



- Verá el histograma, esta vez muy distinto a los histogramas previos.



En el primer bin, (desde 70 hasta 3,050 varones por municipio) se concentran 67 municipios. Esta distribución es extremadamente irregular.

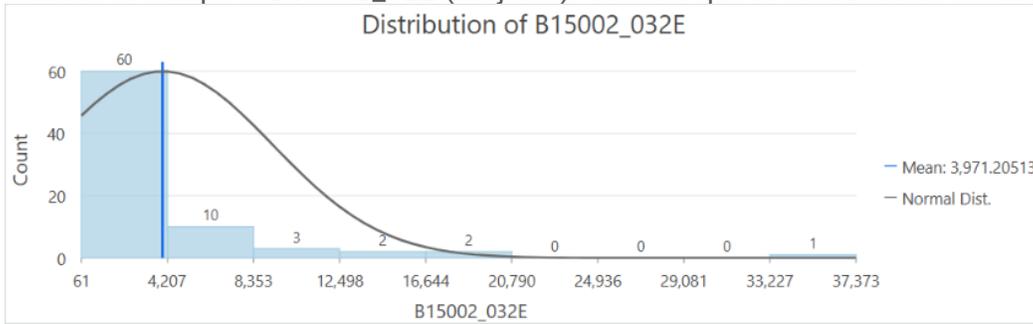
Patrón geográfico: Como es de esperar, la mayoría de este segmento poblacional está concentrada en centros urbanos.

- Seleccione los bins desde **3,050 hasta 26,984**. Notará que estos corresponden con la zona metropolitana de San Juan, incluido Caguas y los municipios distritales de Ponce y Mayagüez. ¿Qué le sugiere este dato?

Note también los valores extremadamente altos en Sesgo (**Skewness**) y **Kurtosis**:

Skewness	4.5634215744
Kurtosis	28.4774304021

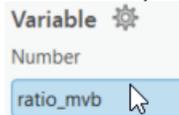
- Cambie el campo a **B15002_32E** (mujeres). Notará que la distribución es similar.



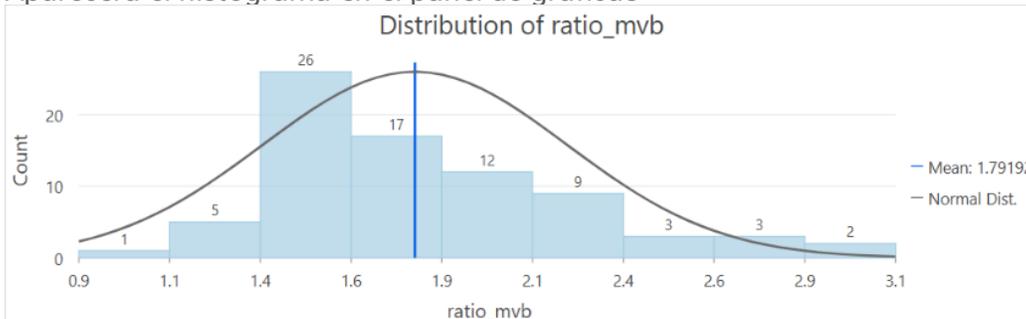
Sin embargo, la cantidad de mujeres en este renglón es mayor que los varones en el mismo segmento 25+ hasta bachillerato. ¿Cuál es esta proporción? Esto se verá en la columna **ratio_mvb** (razón de mujeres vs varones, ambos 25+ hasta bachillerato).

La **columna** o serie **ratio_mvb** se generó en Excel mediante la división del segmento poblacional de mujeres 25+ hasta bachillerato vs varones en el mismo segmento poblacional. Esto nos dará una proporción. Si la proporción fuera igual, los municipios tendrían valores cercanos a 1.0, pero veremos que las proporciones superan 1.0 en todos los municipios menos uno. La proporción es el doble o más en 17 municipios que no son parte del área metropolitana.

- Diríjase al panel **Chart Properties – municipios_2015**. En la sección **Variable – Number** escoja la serie o columna **ratio_mvb** (razón de mujeres vs varones, ambos 25+ hasta bachillerato).



- Aparecerá el histograma en el panel de gráficas

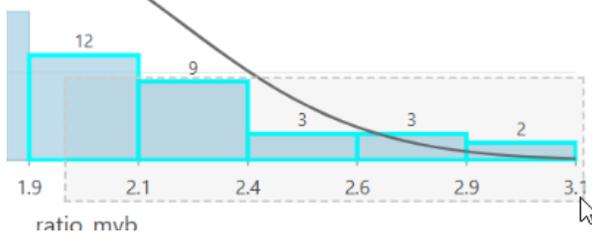


- Coteje los valores de **Skewness** y **Kurtosis**:

Statistics	
Dataset	
<input checked="" type="checkbox"/> Mean	1.7919230769
<input type="checkbox"/> Median	1.685
<input type="checkbox"/> Std. Dev.	0.4178487196
Rows	78
Count	78
Nulls	0
Min	0.87
Max	3.11
Sum	139.77
Skewness	0.8926384005
Kurtosis	3.8469975512

Skewness > 0.5 indica sesgo leve en valores altos
 Kurtosis > 3.0 levemente leptocúrtica. Valores concentrados cerca de la mediana y cola extendida hacia la derecha.

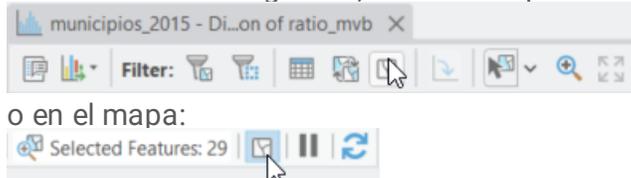
- Seleccione los bins desde 1.9 a 3.1 con el puntero de selección en la gráfica, donde las mujeres superan en este segmento 2:1 hasta 3:1.



- Estos son los municipios seleccionados en el mapa. Ninguno está en el área metropolitana.



- Descarte la selección de filas.
 - Haga **click** en el botón **Clear Selection**. Este botón aparece tanto en el panel de herramientas de la gráfica, como en el panel del mapa.



o en el mapa:

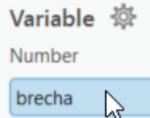


Pasemos a explorar la última serie de datos: **brecha**. Esta es la comparación por división entre las medianas salariales de mujeres / varones dentro del mismo segmento poblacional descrito.

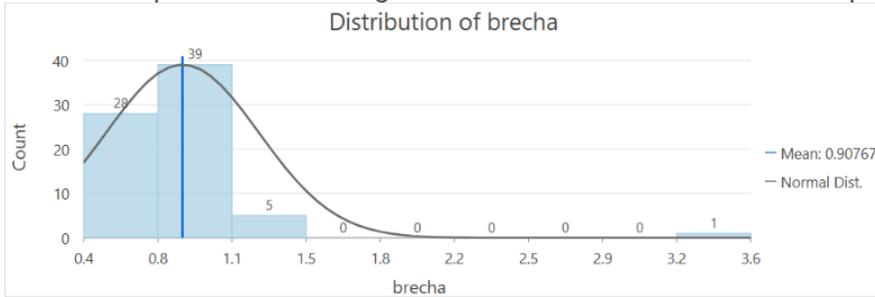
- Active** la **gráfica** si no está activada: **Click** en el tab del panel de la gráfica.



- Diríjase al **panel Chart Properties – municipios_2015**. En la sección **Variable – Number** escoja la serie o columna **brecha**.

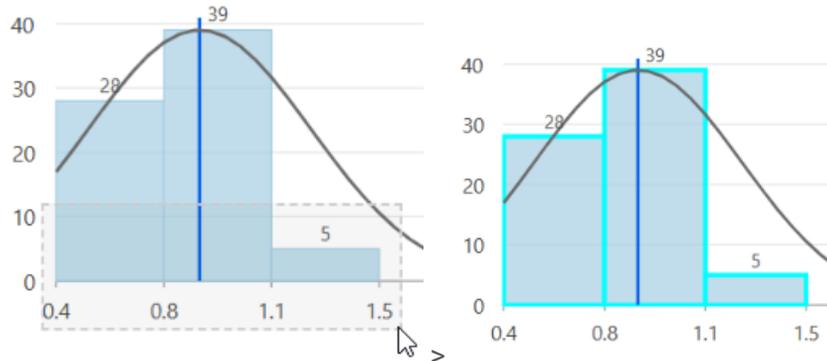


- Entonces aparecerá el histograma con todos las filas de municipios.



Aparece un caso solo en el extremo derecho con valor 3.6. Esto quiere decir que **en ese municipio las mujeres tienen una mediana salarial 3.6 veces mayor** que los varones dentro del mismo segmento poblacional que estamos tratando. Para ese municipio se reportó un valor de \$5,667 como mediana salarial de varones 25+ hasta bachillerato. Quizá pueda ser 15,667 pero ese no fue el valor publicado por el Censo.

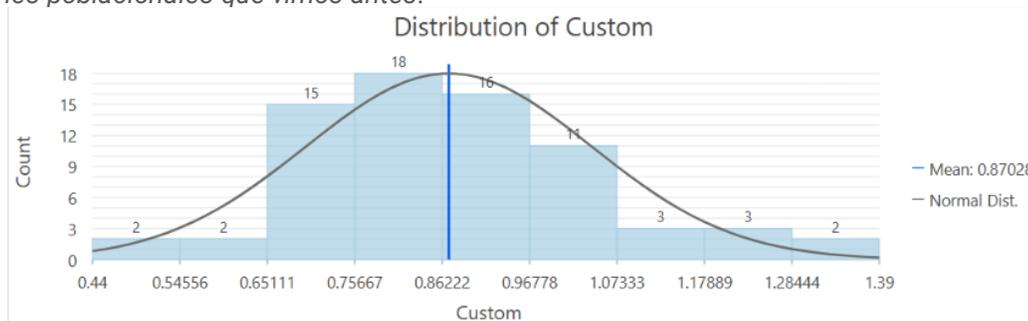
- Podemos no considerar este valor 3.6 y considerarlo anómalo. Seleccione los bins desde 0.44 hasta 1.5.



- Haga **click** en el botón **Filter**:



Fíjese en la gráfica. Ahora estos 72 casos se aproximan a una distribución normal. Una distribución normal indica que los valores están repartidos de forma aleatoria. No muestra concentraciones como en los casos de las series poblacionales que vimos antes.



Esto no quiere decir que no hay brecha salarial. La línea vertical azul indica el promedio 0.86. Es decir, que las mujeres en promedio reciben 24 centavos menos por dólar que los varones. Compare además con el promedio en los EEUU en la figura a continuación.

Median earnings, 2023, pop >= 25, 5yr estimates

United States of America		Puerto Rico		gap pr/usa
Graduate or professional degree		Graduate or professional degree		
Male	\$ 109,133	\$ 50,952	Male	\$ 0.47
Female	\$ 75,842	\$ 37,035	Female	\$ 0.49
gap	\$ 0.69	\$ 0.73	gap	
Bachelors degree		Bachelors degree		
Male	\$ 82,316	\$ 33,023	Male	\$ 0.40
Female	\$ 57,433	\$ 27,095	Female	\$ 0.47
gap	\$ 0.70	\$ 0.82	gap	
Less than High School		Less than High School		
Male	\$ 36,612	\$ 13,627	Male	\$ 0.37
Female	\$ 23,914	\$ 9,659	Female	\$ 0.40
gap	\$ 0.65	\$ 0.71	gap	

En esta tabla el valor promedio es un poco diferente gap de 0.82 hasta bachillerato para Puerto Rico, y una brecha salarial de 0.70 hasta bachillerato. Este valor más alto en Puerto Rico puede ser causado por la [Ley de Igualdad Salarial o Ley 16-2017](#).

Si examinamos los valores de la tabla que hemos estado explorando, 64 (82%) de 78 municipios tienen una brecha negativa (campo *brecha* <1.0), es decir que las mujeres tienen un ingreso mediano menor que los varones, a pesar de que vimos (en campo *ratio_mvb*) que éstas superan hasta más de 3 veces la población de varones en este segmento 25+ hasta bachillerato.

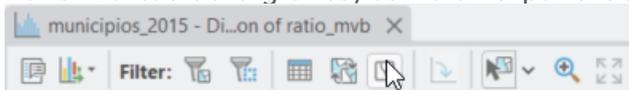
Regresemos al histograma:

- Fíjese en los valores en **Skewness** y **Kurtosis**, especialmente en los municipios seleccionados:

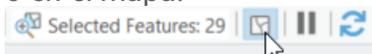
Rows	78	72
Count	73	72
Nulls	5	0
Min	0.44	0.44
Max	3.6	1.39
Sum	66.26	62.66
Skewness	5.7141703721	0.5663142221
Kurtosis	42.9820645774	3.8078096916

Note cómo dentro de la selección al lado derecho de filas, los valores se acercan a una distribución normal. Los valores 0.5 y 3.8 contrastan con 5.7 y 42.9 en la serie con todos los datos.

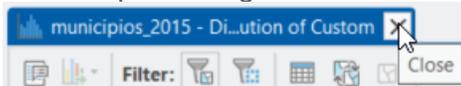
- Descarte la selección de filas.
 - Haga **click** en el botón **Clear Selection**. Este botón aparece tanto en el panel de herramientas de la gráfica, como en el panel del mapa.



o en el mapa:



- Cierre el panel de gráficas:



Preparar el mapa estadístico (coroplético)

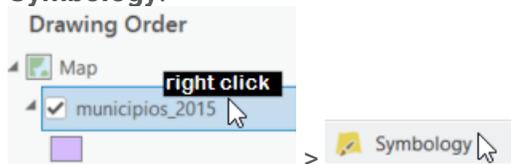
Ya que tenemos una idea más sólida de las distribuciones de los datos de la tabla, haremos un [mapa coroplético](#), el cual **relacionará intensidades de colores con los valores de una de las series de datos** de la tabla externa. La columna **brecha** será la serie de datos que vamos a usar para preparar el mapa estadístico. En esta práctica, haremos distinción para los municipios que no tienen datos.

Como mencionamos antes, los colores, específicamente la intensidad de colores se relaciona con los valores de una serie de datos. Un valor bajo tendrá un color con intensidad (saturación) baja y viceversa.

Exploración sin clasificar datos: Unclassed Colors

Antes de realizar el mapa coroplético podemos “explorar” en el mapa cómo se distribuyen los valores. Para esto sirve el método Unclassed Colors del panel Symbology. Los valores se relacionan directamente a una gama secuencial de un color. Solamente aumentará la intensidad del color (saturación) a medida que los valores en la tabla aumenten.

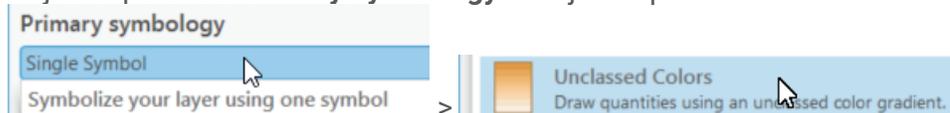
- En el panel **Contents**, haga **right click** en el geodato **municipios_2015** y escoja la opción **Symbology**.



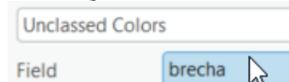
- Aparecerá el panel **Symbology – municipios_2015**. Este tiene 5 tabs con múltiples opciones.



- Bajo el apartado **Primary symbology** escoja la opción **Unclassed Colors**.



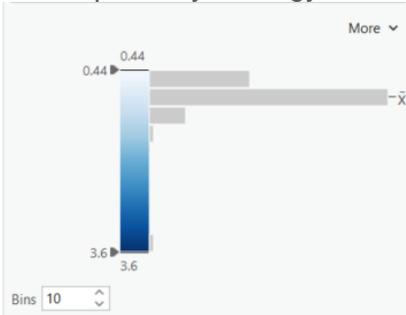
- En el mapa se mostrará la distribución de la primera serie numérica de datos.
 - Vaya a la sección **Field** y escoja el campo **brecha**.



ArcGIS Pro mostrará el mapa el cual no presentará los municipios con “valor” null.

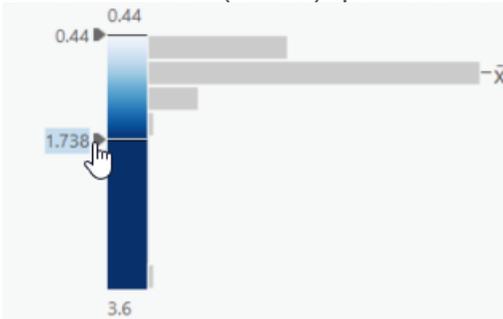


Además en el panel Symbology mostrará abajo una sección con el histograma girado.



Ya vimos esta distribución anteriormente. Tanto en el histograma como en el mapa verá el caso extremo del Municipio de Ceiba. Podemos “deslizar” la flecha que está en el 3.6 y llevarla justo debajo del bin siguiente de un caso.

- Deslice** el límite (flecha) que está en 3.6 hasta el valor cercano a **1.75**



- Verá que el mapa mostrará mayor diferenciación entre municipios, aunque no ignorará el valor extremo 3.6 en Ceiba en azul saturado.



Original:



¿Hay algún patrón geográfico? No se puede notar. Por esto la distribución geográfica (sin contar el caso de 3.6) parece aleatoria.

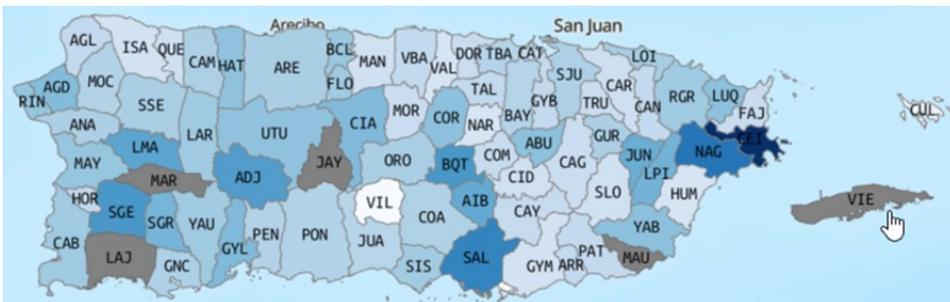
Representar null en Unclassed Colors

Por defecto, el tratamiento que da ArcGIS Pro a las celdas **null** es ignorarlas. En términos del mapa, **ArcGIS Pro no desplegará** estos **elementos** en el **mapa**. Sin embargo, esta aplicación nos da la **opción** de traerlos al mapa representándolos de forma **diferente**, usualmente en tono gris o neutral.

- En la sección del **histograma** (en el panel **Symbology**).
- Haga **click** en el botón **More** y escoja la opción **Show null values**.



- Los 5 municipios sin datos aparecerán en gris de intensidad 50%.



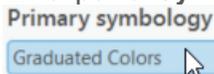
- Además aparecerá una **franja separada** <null> en la **leyenda** en el panel **Contents**



Hasta ahora hemos visto la distribución y lo más que podemos decir es que los **valores** más **altos** aparecen de forma más frecuente fuera del **área metropolitana**. El caso de **Villalba** y la isla municipio de **Culebra** (en azul menos intenso) son **extremos** a la izquierda, es decir, donde los varones tienen medianas salariales mucho mayores que las mujeres.

Por otro lado interesamos mostrar una escala de colores diferentes a partir de un umbral. Este caso **el umbral debe ser 1.0**, cifra que **representa** un valor ideal de **equidad salarial**. No será perfecto, pero podemos hacer una aproximación. Con esto en mente, **cambiaremos primero el método de clasificación** y usar una gradación de colores “Graduated Colors”, así como **cambiar a un esquema de colores divergentes**. La aplicación web [Color Brewer](#) nos provee una explicación sobre los esquemas de color y una [aplicación para una visualización “ideal”](#) de mapas coropléticos. ArcGIS Pro ha adoptado estos esquemas y los podemos usar si hacemos **check** en la opción **Show All** en el renglón **Color Scheme** dentro del **panel Symbology**.

- En el panel **Symbology – municipios-2015** escoja la opción **Graduated Colors**.



- En el renglón **Field** escoja el campo **brecha**.



- Deje la sección **Normalization** en **<none>**. Esto se usa para comparar los valores de esta columna con el porcentaje del total, el logaritmo en base 10, y entre otras columnas numéricas de la tabla.



- En la sección **Method** escoja la opción **Natural Breaks (Jenks)**.



ArcGISPro ofrece varios métodos de clasificación. Para esta práctica, los datos se asemejan a una distribución normal si no consideramos los valores extremos.

<i>Standard Deviation</i>	<i>El método Standard Deviation puede aplicarse también, aunque mostrará clases divididas según la separación de cada caso con respecto a la media.</i>
<i>Geometric Interval</i>	<i>Geometric Interval por otro lado, es más útil para conteos de población o conteos.</i>
<i>Equal Interval</i>	<i>Equal Interval mostrará clases por intervalos regulares como 0 a 10, 10 a 20, etc. Ese tipo de clasificación se presta más para datos de elevación.</i>
<i>Quantile</i>	<i>El método Quantile sirve para mostrar en grupos regulares de casos, por ejemplo, los primeros 10 casos, ... hasta los últimos 10 casos.</i>

Lo que se pretende con este ejemplo es partir de una clasificación que maximice las diferencias entre clases, aunque no sean regulares y luego establecer el valor crítico en 1.0. Por tal razón usamos el método **Natural Breaks**.

- En el renglón **Classes** escriba **5**. No es recomendable usar más de 7 clases.



- En el apartado **Color Scheme** expanda las opciones.

Bajo la sección **Color scheme properties**, haga **check** en las opciones **Show names** y **Show all**



Esto le mostrará los esquemas de colores tipo ColorBrewer.

- En esta larga lista **seleccione** el esquema **Orange-Purple (5 Classes)**. Debe estar más o menos a la mitad de la lista.

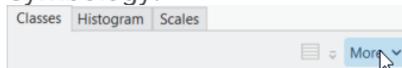


El mapa aparecerá con el esquema de colores

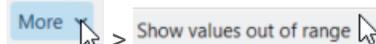


Mostrar los casos null en el mapa

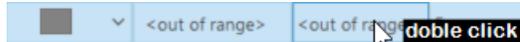
- Para mostrar los **casos sin datos (null)** debe ir al botón **More**, que está en la esquina superior derecha del apartado de clases, Histogram Scales en la parte inferior del panel Symbology.



- Escoja la opción **Show values out of range**.



- En la columna **Label** de esta sección haga **doble click** en la etiqueta **<out of range>**.



- Escriba en su lugar **sin datos**.



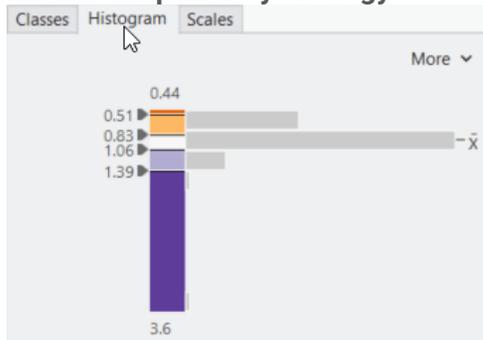
El mapa aparecerá con los municipios sin datos en gris con 50% de saturación.



Establecer un umbral crítico en las clases

Queremos establecer que el valor 1.0 es el valor crítico de esta serie de datos porque representa el valor de “equidad salarial”.

- Para establecer este valor crítico, haga **click** en el **tab Histogram** que está en la parte inferior del **panel Symbology**.



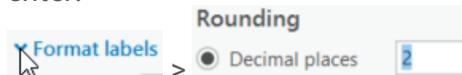
- Haga **doble click** en el valor **1.06** y **escriba 1.0**.
 □ Luego haga **right click** en el valor **1** y **escoja** la opción **Set as critical break**.



- Formatee los valores a dos posiciones decimales. En el panel **Symbology**, haga **click** en el **tab Advanced Symbology Options**



- Expanda el nodo **Format labels**. En la sección **Decimal places**, escriba **2** y presione enter.



- El mapa aparecerá así. Tuvo algunos cambios.



Todo lo que sea **anaranjado y blanco** tiene brecha negativa. Veamos los conteos en las clases:

Symbol	Upper value	Label	Count
	≤ 0.51	0.44 - 0.51	2
	≤ 0.84	0.65 - 0.84	32
	≤ 1	0.85 - 1.00	25
	≤ 1.39	1.01 - 1.39	13
	≤ 3.6	3.60	1
	<out of range>	sin datos	5

Cincuenta y nueve de 78 municipios (75.6%) tienen una brecha salarial negativa.

Como mencionamos anteriormente, la distribución de esta serie se asemeja bastante a una distribución normal. Sin embargo, hay mayor cantidad de casos a la izquierda del promedio y a la izquierda de 1.0 (que es el valor ideal de igualdad salarial). Se destacan valores altos (púrpura) fuera del área metropolitana en municipios de la montaña, la zona central-oeste, donde hay menos oportunidades de empleos remunerados.

Insertar un nuevo panel de mapa

Comparemos el mapa que hemos realizado con la distribución del conteo estimado de población de mujeres 25+ hasta bachillerato. Para esto podemos insertar otro “map panel” sin tener que modificar el mapa que acabamos de hacer. En ArcMap, podíamos abrir otro map frame para organizar el map document o podíamos generar otro archivo mxd.

El hecho de que puedan estar en dos paneles hace posible que los podamos acomodar y comparar visualmente.

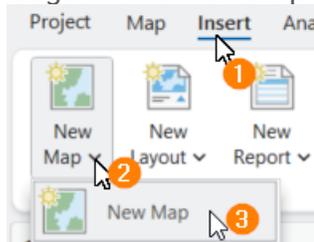
Antes de insertar un nuevo mapa, copie el layer/geodato municipios_2015.

- Haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Copy**.

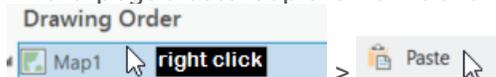


Inserte un nuevo mapa antes de hacer paste.

- Vaya al **menú principal** y haga **click** en el tab **Insert**, luego en el botón drop-down **New Map** y **click** en la opción **New Map**.



- Ahora pegue esta copia en el nuevo mapa (Map1).



- Espere que ArcGIS Pro ubique el layer. Para centralizar (más o menos) el mapa podemos seleccionar el Municipio de Rincón (RIN), la isla Municipio de Culebra (CUL), Isabela (ISA) y Ponce (PON).

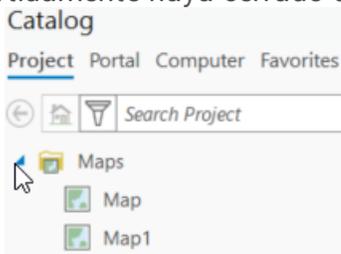
- Siga esta secuencia:



- Además puede hacer **click** en el botón **Explor**
 Hacer **shift+click** y marque una caja zoom como esta:



Para su información, los “maps” se registran en el panel Catalog, en caso de que inadvertidamente haya cerrado uno de los paneles Map o Map1.

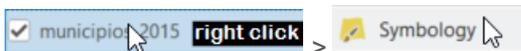


Visualizar otras series de datos

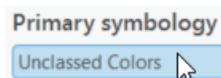
En esta parte vamos a simbolizar otras series de datos que no siguen la curva normal y que tienen altas concentraciones. En otras palabras, muestran un patrón de concentración en una o más zonas. Veremos las series de datos de las columnas B15002_15E y B15002_32E. Estas son los estimados de población varones y mujeres 25+ hasta bachillerato. También veremos la serie de la columna B2004_01E (mediana salarial global).

Primero exploraremos la serie de mediana salarial global **B2004_01E**.

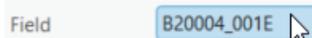
- Haga **right click** encima del layer **municipios_2015** y
- Escoja la opción **Symbology** para abrir el panel **Symbology** para este geodato.



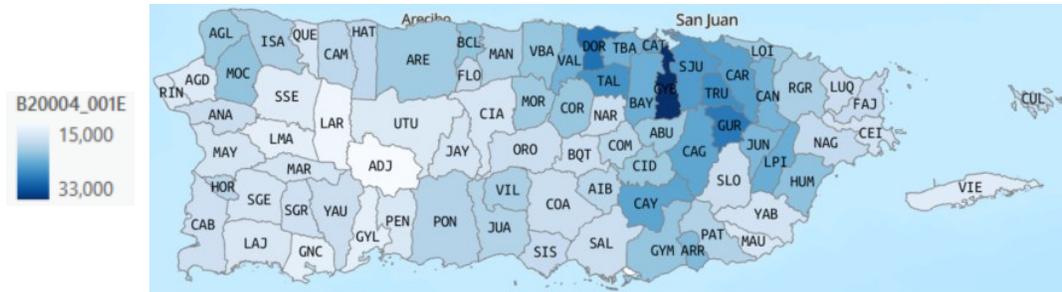
- En el panel **Symbology** – **municipios_2015**, bajo **Primary Symbology**, cambie el método a **Unclassed Colors**.



- En la sección **Field** cambie el campo a **B2004_01E**. (mediana salarial global).



Observe el mapa:

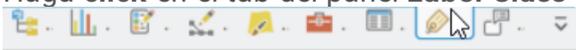


Podrá ver de inmediato que hay una concentración de medianas salariales más altas en el área metropolitana de San Juan, con valores más altos en el Municipio de Guaynabo (GYB), seguido por Dorado (DOR) y Gurabo (GUR). Notará además que hacia el centro y suroeste las medianas salariales son más bajas. No estamos viendo valores exactos por la naturaleza del método Unclassed.

Añadir un halo a las etiquetas

Añadir un halo nos ayudará a distinguir mejor las etiquetas de abreviaturas.

- Asegúrese que el layer **municipios_2015** esté activado. Haga **click** en el tab del panel **Label Class** para ponerle **halo** a las etiquetas.



- Haga **click** en el tab **Symbol**. Luego **expanda** el nodo **Halo** y
 - Cambie el **Halo symbol** a **sólido** color **blanco**.



Podrá ver las etiquetas con fondo o halo blanco. Podemos distinguir las etiquetas en fondos oscuros, así como en fondos claros.



Pasemos a explorar la distribución de la población masculina 25+ años hasta bachillerato.

- Abra el panel **Symbology**.
- Vaya a la sección **Field** y escoja el campo **B15002_015E**. (varones 25+ hasta bachillerato)



- En el apartado **Color Scheme** escoja el esquema **Multipart Color Scheme 1** (azul).



Podrá ver la distribución de datos por municipio en esta serie.



- ¿Qué le presenta esta distribución? ¿Dónde están las concentraciones de población masculina 25+ con bachillerato?
- Repitamos el proceso con la serie de la columna B15002_032E (mujeres) con el mismo esquema de azul.
- Abra el panel **Symbology**.



- Vaya a la sección **Field** y escoja el campo **B15002_015E**. (varones 25+ hasta bachillerato)
- En el apartado **Color Scheme** escoja el esquema **Multipart Color Scheme 1** (azul).



Podrá ver la distribución de datos por municipio en esta serie.

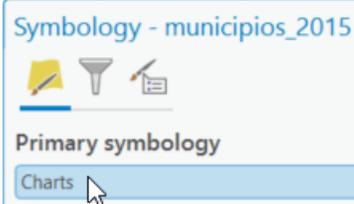


- ¿Ve alguna diferencia en la distribución de población?

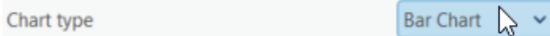
Ver varias series simultáneamente: Charts

¿Y si queremos comparar ambas distribuciones (varones y mujeres) en un mismo mapa? Esto se puede hacer mediante la opción **Charts** bajo el apartado **Primary symbology**. Este método nos ofrece insertar una mini gráfica en cada lugar (municipio). Sin embargo, es necesario escoger un tipo de gráfica que no ocupe demasiado espacio. Se escogerá el uso de barras comparadas porque nos da la opción de asociar la longitud de las líneas con los estimados poblacionales

- Para ver dos o más series por elemento geográfico, debe estar en el panel **Symbology municipios_2015** y cambiar el tipo de simbología a **Charts**.



- En el renglón **Chart type** escoja la opción **Bar Chart**.



- En el apartado **Fields**, escoja **primero** el campo **B15002_015E** (varones) y **luego** escoja el campo **B15002_32E** (mujeres).

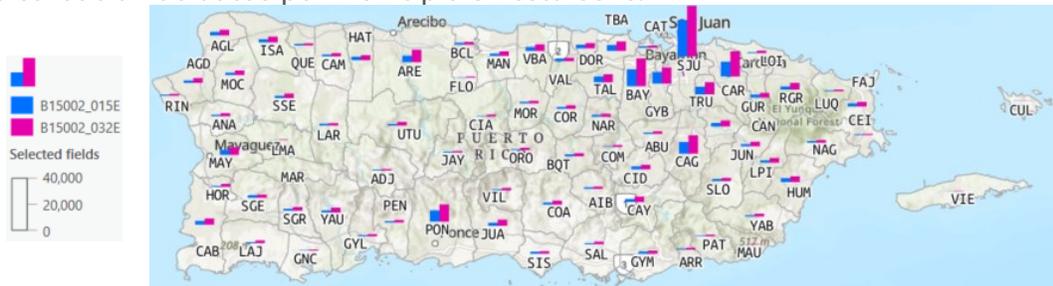
Fields	Symbol	Label
B15002_015E		B15002_015E
B15002_032E		B15002_032E

Para el campo **B15002_15E** escoja el color azul "Cretan Blue".
 Para el campo **B15002_32E** escoja el color rosado oscuro "Peony Pink"

- En la sección **Appearance**, cambie el tamaño máximo de las barras a 32 puntos. Esto se hace para minimizar la salida de las gráficas fuera de las áreas municipales.



Podrá ver la distribución de datos por municipio en esta serie.



¿Puede observar cómo la población femenina supera la masculina en este segmento poblacional en prácticamente la totalidad de los municipios, excepto en la Isla Municipio de Culebra. La desventaja de este mapa es que nos muestra estas comparaciones en términos absolutos.

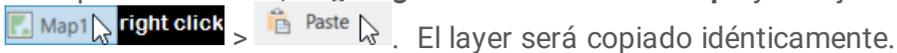
Si añadimos la comparación en términos porcentuales (ratio_mvb), veremos algo bien diferente. San Juan por ejemplo tiene más personas, pero en términos porcentuales el municipios como Hormigueros, Ciales, Orocovis, Maricao y Loíza tiene mayoría porcentual de mujeres en este segmento poblacional.



- Para hacer este mapa compuesto, haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Copy**.



- En el panel **Contents**, haga **right click** en nombre **Map1** y escoja la opción **Paste**.



- Quite las etiquetas de este layer copiado. Haga **right click** en este layer y **deshabilite** las **etiquetas**.



- Pasemos al panel **Symbology municipios_2015**. En la sección **Primary symbology** escoja la opción **Graduated Colors**.

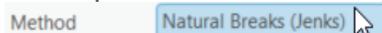
Primary symbology



- En la sección **Field** escoja el campo **ratio_mvb**.



- En el apartado **Method** escoja el método de clasificación **Natural Breaks (Jenks)**.



- En la parte **Classes** debe tener **5** clases.

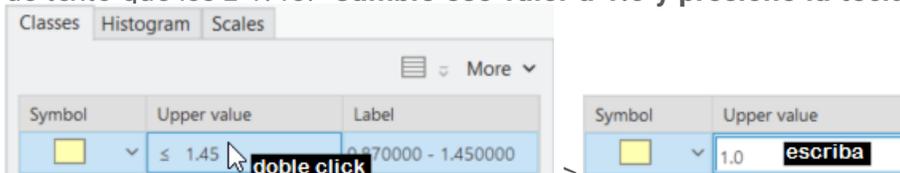


- En **Color Scheme**, busque y escoja el esquema **Yellow-Orange-Red, 4 Clases**



- Haga la distinción del único caso donde la razón es igual o menor a 1.0 (Municipio de Culebra).

- En el apartado tab **Classes**, vaya a la columna **Upper value** haga **double click** en la caja de texto que lee ≤ 1.45 . **Cambie ese valor a 1.0** y presione la tecla **enter**.



- Cambie el color de esta clase a gris para distinguirlo del resto de las clases.

- Haga **right click** en la caja amarilla de símbolo y **escoja el color gris 50%**.



- Seleccione las filas que están debajo de la primera clase sin incluirla.

Symbol	Upper value	Label
	≤ 1	0.870000 - 1.000000
	≤ 1.72	shift+click - 1.720000
	≤ 2.01	shift+click - 2.010000
	≤ 2.42	shift+click - 2.420000
	≤ 3.11	shift+click - 3.110000

- Con estas clases seleccionadas, cambie el esquema a 4 clases.

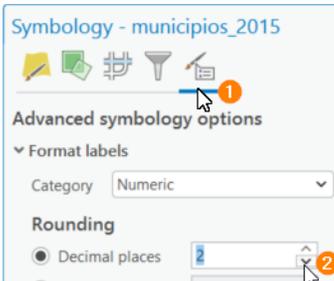
- Escoja el esquema **Yellow-Orange-Red (4 Classes)**.



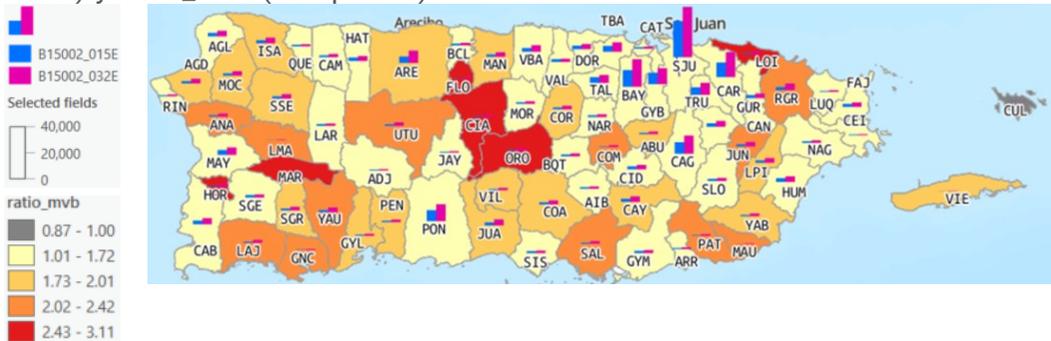
- Reduzca el número de posiciones decimales a 2.

- Haga **click** en el tab **Advanced symbology options**.

- En la sección **Rounding** reduzca a dos lugares decimales.



Podrá ver la distribución de datos por municipio en tres series: **B15002_015E** y **B15002_032E**, (gráficas de barras) y **ratio_mvb** (coroplético).



Con esto terminamos las prácticas de este capítulo. Trabajamos todas las series de datos de la tabla, tanto de forma numérica en gráficas, como en mapas.

- Guarde el proyecto porque lo usaremos más adelante en la práctica final.

- Haga **click** en el botón **Save Project**.



Preguntas

1. ¿Qué mecanismo se usa para parear (join) las tablas?

2. ¿Las tablas pareadas, se guardan automáticamente?

3. ¿Cómo funciona un mapa coroplético?

4. ¿Qué herramienta se usa para ver cómo es la distribución de datos?

5. Mencione al menos tres métodos de clasificación de datos

Ejercicio V: Sistemas de referencia espacial

Introducción

En Puerto Rico, la [Ley 264 de 2002](#), estableció que el **sistema de referencia espacial oficial** del gobierno será el **Sistema Estatal de Coordenadas Planas con proyección Cónica Conforme de Lambert, datum Norteamericano de 1983(2011)** o su versión más reciente y **metros** como **unidades de medida**. Dicha ley ha sido sustituida por la [Ley 184 de 2014](#), la cual sustituye la esta, la [Ley 398 de 2000](#) y añadir algunas enmiendas a la [Ley 235 de 2000](#). La Ley 184 de 2014 establece la Oficina del Agrimensor(a) de Estado, que implementará las normativas relacionadas a aspectos geodésicos, documentación y una plataforma de mantenimiento y divulgación de geodatos digitales de Puerto Rico.

Esto no prohíbe el uso de otros sistemas de referencia, especialmente para la captura de datos GPS, instrumentos que en su mayoría, registran posiciones usando coordenadas geográficas en el datum **World Geodetic Survey de 1984 (WGS84)**. Otro sistema de coordenadas muy común en el gobierno federal de EEUU es el que usa la proyección **Transversal Universal de Mercator (UTM)**, la cual divide el planeta en 60 zonas de 6 grados de espaciamento. Para Estados Unidos “continental”, se usa mucho también la **proyección cónica Albers**, que le da un aspecto recogido, aunque distorsiona un poco las posiciones de los estados nortños.

Tareas

En este ejercicio realizaremos las siguientes tareas:

- Discusión sobre sistemas de referencia geoespacial, proyecciones, datums. Nuevos datums de la NOAA para aplicación en los próximos años.
- Visualización de distintas proyecciones cartográficas
- Cómo afectan las proyecciones cartográficas en los cálculos de área.
- Transformación de coordenadas al vuelo (visual y temporal) y reproyecciones de forma permanente en nuevos geodatos.
- Transformación de coordenadas entre datums NAD83(1986) a EPSG:6566
- Transformación de coordenadas entre datums PR1940 a EPSG:32161 a EPSG:6566.

Proyecciones cartográficas

Las proyecciones cartográficas son necesarias para llevar la forma del planeta (más o menos esférica) a un plano. Esto siempre conlleva algún tipo de **distorsión**, ya sea en: **forma, área, dirección o distancia**. Escoger una proyección depende del propósito del mapa. El mismo debe tener en cuenta que las proyecciones llevan consigo distorsiones que pueden ser contraproducentes si no son bien escogidas.

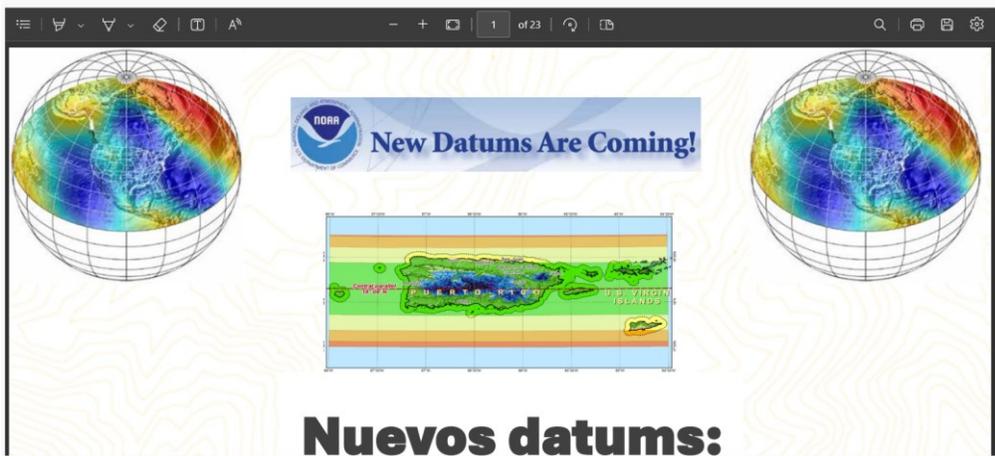
En Puerto Rico, la proyección usada **Cónica Conforme de Lambert** minimiza las distorsiones en un territorio rectangular como el nuestro. El nuevo datum de 1983 corrige ciertas anomalías en

las estaciones de control geodésico que aparecían en el datum local de 1940. El datum **NAD83** (1986) ha tenido **varias revisiones**. Desde 1992 en adelante, se ha incorporado el uso de GPS para corregir las estaciones o benchmarks establecidos por el **National Geodetic Survey**. La última revisión hasta 2025 es NAD83(2011). Este sistema tiene el código internacional EPSG:6566.

Nuevos datums CATRF2022 y NAPGD2022

Para su información, el gobierno federal se encuentra en el proceso de producir nuevos datums para después de 2025. En la página de inicio del portal gis.pr.gov hay dos presentaciones que tratan sobre el tema de los nuevos datums y cómo preparar los geodatos para una transición a los nuevos datums y otra sobre la transformación entre sistemas de coordenadas del del Puerto Rico Datum 1940 a NAD83.

Nuevo datum: Prepararse para la publicación del Datum CATRF2022



Definir un Sistema de Referencia Espacial PR Datum 1940 en ArcGIS Pro



Visualizar distintas proyecciones cartográficas

En esta parte les mostramos cómo puede cambiar el aspecto de un mapa cuando usamos diferentes proyecciones cartográficas. El geodato de ejemplo es de **estados y territorios de los**

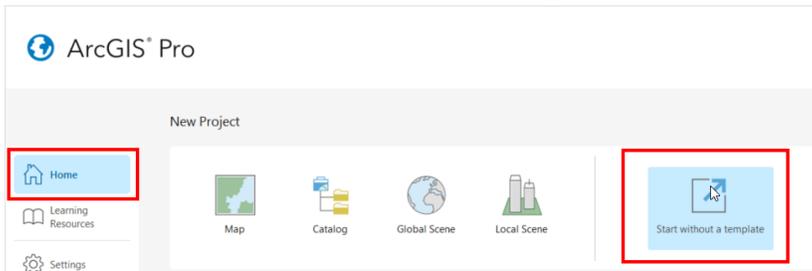
EEUU, publicados por el Censo Federal. El geodato puede descargarse de la página del Censo, https://www2.census.gov/geo/tiger/TIGER2025/STATE/tl_2025_us_state.zip.

Los siguientes ejemplos muestran cómo cambian las formas y áreas de los estados y territorios según la proyección cartográfica. Algunos límites de estados pueden parecer diferentes, como Michigan. Esto se debe a que este layer es de límites legales que no corresponden necesariamente con límites de costas.

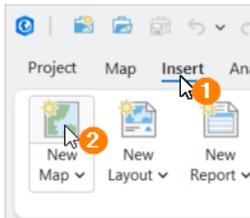
- Para comenzar, abra una sesión de ArcGIS Pro **sin plantilla**.



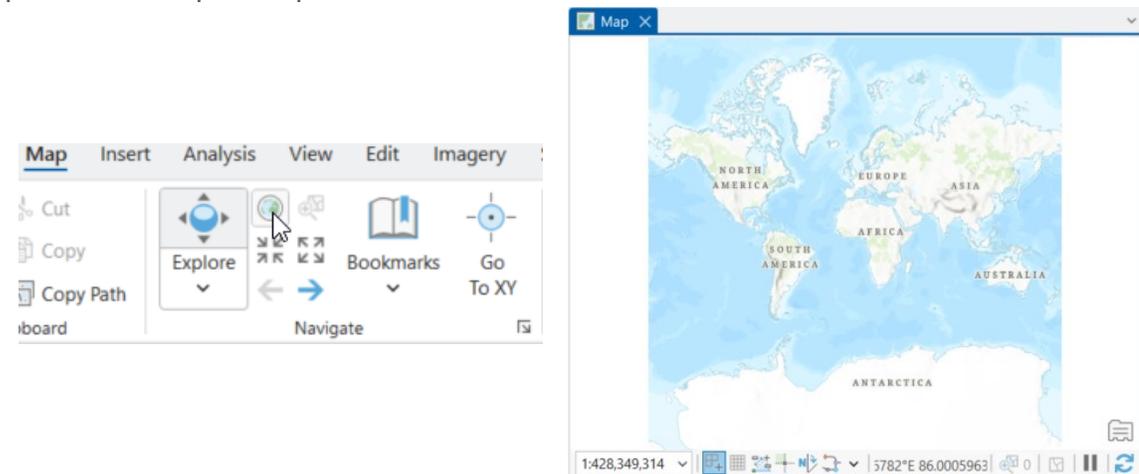
- Click** en el botón **Start without a template**



- Inserte** un nuevo mapa,
- Haga **click** en el tab **Insert** y luego en el botón **New Map**.



- Espere que aparezca el mapa de fondo (basemap) centrado en EEUU en el panel o tab Map.
- Haga **click** en el botón **Full Extent** localizado en el grupo **Navigate** asociado al **tab Map** para ver el mapa completo.

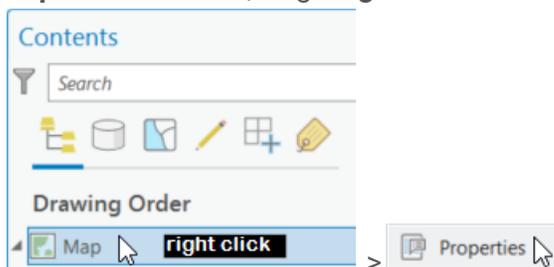


Antes de continuar es importante aclarar. Un **geodato o layer puede tener un sistema de referencia espacial diferente** al **panel map o visor de mapas** que están en el **panel Contents**. Por ejemplo, al inicio de insertar un mapa nuevo, el sistema de coordenadas del mapa (lo que antes se llamaba map frame en ArcMap) será **WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere)**.

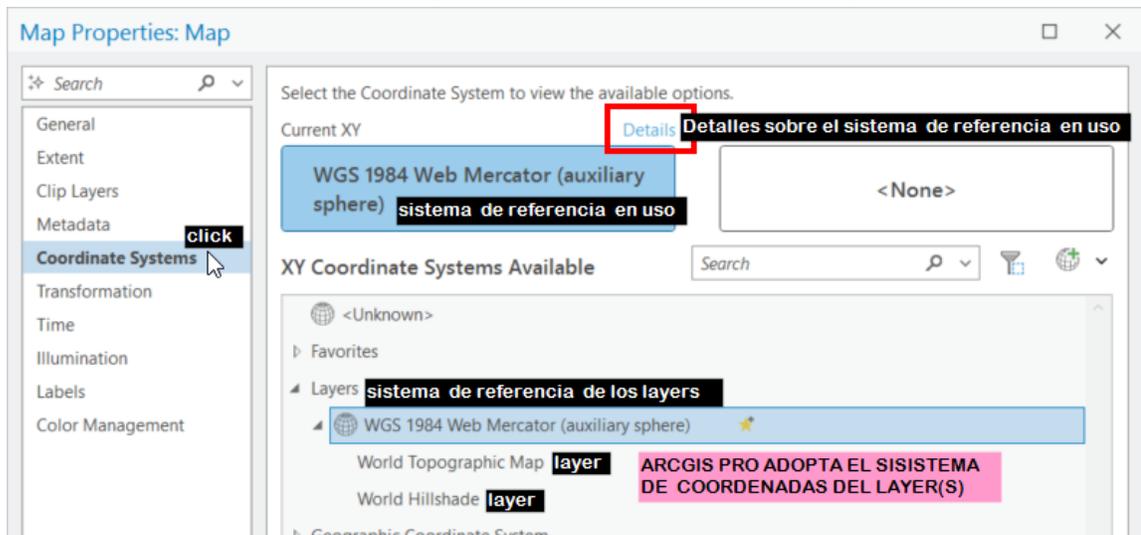
Por otro lado, una vez añadamos el primer geodato al **panel Contents**, el sistema de referencia del mapa cambiará al sistema de referencia del geodato insertado.

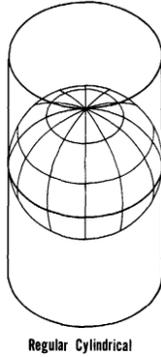
¿**Cuál es el sistema de coordenadas** que estamos utilizando **para el visor de mapas**? ¿**Cuál es la proyección cartográfica**? Vamos a averiguarlo ahora.

- Para saber cuál es el sistema de referencia geoespacial (CRS o SRS) del mapa, diríjase al **panel Contents**, haga **right click** encima de **Map** y escoja la opción **Properties**.



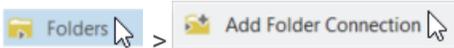
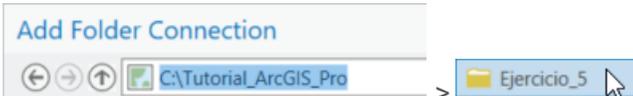
- En la forma **Map Properties**, haga **click** en el tab **Coordinate Systems**.



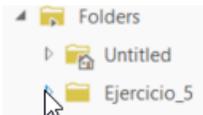


WGS84 Web Mercator es el sistema de coordenadas en uso al momento **en el visor** de mapas o **panel Map**. Este **sistema** como lee el nombre usa la proyección Mercator. Esta es una **proyección cartográfica** que usa el **cilindro** como figura geométrica para “proyectar” la superficie terrestre (esférica) a un plano en dos dimensiones. Fuente: [Snyder \(1987\)](#), p. 6.

Hacer conexión al directorio de datos

- Agregue ahora el geodato de estados y territorios de EEUU. Antes, hagamos **referencia** al **folder** que tiene los datos para las prácticas de este capítulo.
 - Haga **click** en el tab del panel **Catalog**.
- 
- Luego haga **click** en la sección **Folders** y escoja la opción **Add Folder Connection**.
- 
- En la forma **Add Folder Connection** añada el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_5**.
- 
- Haga **click** en el botón **OK** para integrar este folder a la lista de conexiones de directorios.

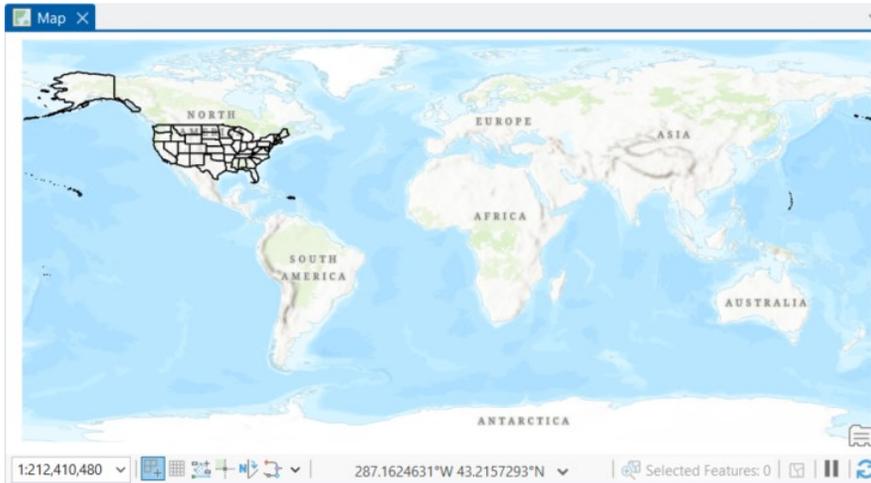
Añadir el primer geodato o layer al visor o map panel

- Aún en el **panel Catalog**, expanda el nodo del folder **Ejercicio_5** y luego
- 
- Expanda el folder **us_states**,
 - Haga **right click** en el archivo **tl_2025_us_state.lyrx** y
 - Escoja la opción **Add To Current Map**.

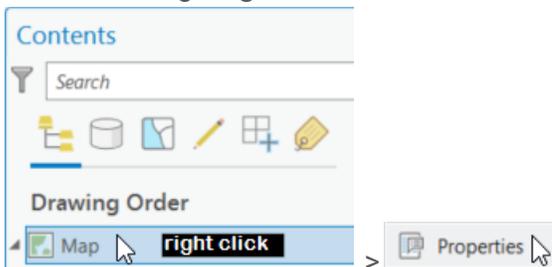


Este archivo **tl_2025_us_state.lyrx** es un **layer file** análogo al layer file de ArcMap. En este se guardan las simbologías, selecciones de datos pero en ArcGIS Pro un **archivo lyrx** puede referirse uno o más layers.

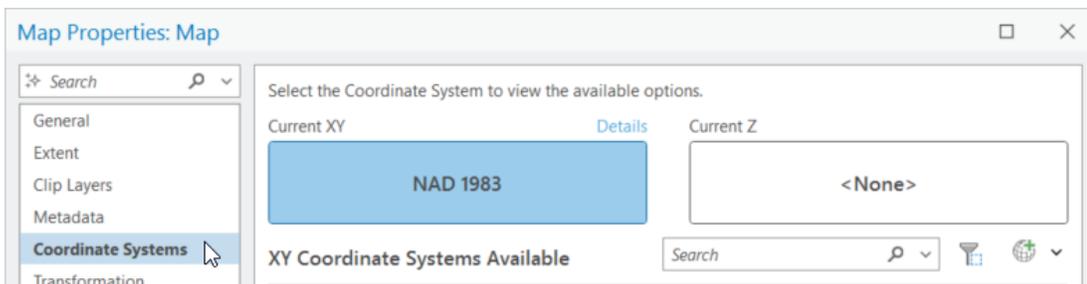
Como se mencionó antes, el **layer file** contiene un puntero o referencia al geodato shapefile **tl_2025_us_states.shp**. Este representa los estados y territorios de EEUU, incluyendo Puerto Rico, Islas Vírgenes y los territorios en el Pacífico.



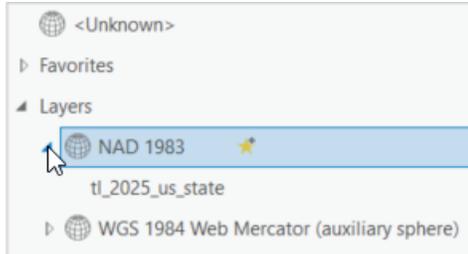
- Para saber si el sistema de referencia geoespacial (CRS o SRS) cambió, diríjase al **panel Contents**, haga **right click** encima de **Map** y escoja la opción **Properties**.



- En la forma **Map Properties: Map**, haga **click** en el **tab Coordinate Systems** y verá al lado derecho **cuál es el sistema de coordenadas**.



- En el apartado **XY Coordinate Systems Available**, *expanda* los nodos **Layers** y **NAD83** para ver el nombre de este layer añadido.

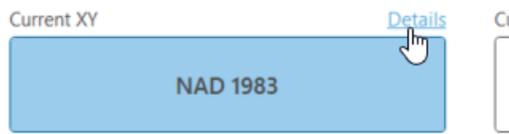


ArcGIS Pro cambió el sistema de referencia al sistema "NAD83". Fíjese que este no menciona cuál es su proyección, porque este sistema de referencia no usa proyección.

Este mapa usa el sistema "NAD83" y no usa un datum vertical Current Z <none> , pero ¿qué significa o cuáles son sus parámetros de NAD83, proyección y otros detalles?

- Para **saber** los **detalles** de este **sistema** de **coordenadas** utilizado actualmente, haga **click** en el enlace **Details**, destacado en azul brillante.

Select the Coordinate System to view the available options.

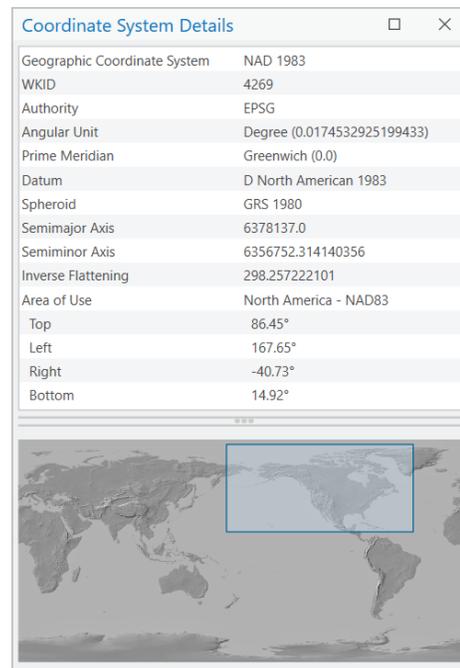


Aparecerá la forma **Coordinate System Details**, que contiene los detalles que distinguen a este sistema: Nombre, Código WKID, Unidades, meridiano central, Datum utilizado y otros.

El código [EPSG](#) es importante para identificar este sistema; en este caso el código es [EPSG:4269](#).

*Observe que la palabra "**Projection**" no aparece. Esto significa que este sistema no utiliza una proyección cartográfica.

*Fíjese además en el mapa que aparece al fondo. La caja azul le indica el ámbito de uso de este sistema de coordenadas EPSG:4269.



Este sistema utiliza **grados** (coordenadas angulares) como **unidades** de distancia, el **datum horizontal** es **North American Datum 1983** y **no** usa **proyección** cartográfica.

- Cierre** la forma **Coordinate Systems Details** para continuar.



- Cambiemos el **sistema de referencia del map panel** a uno que use **proyección cartográfica cónica**.

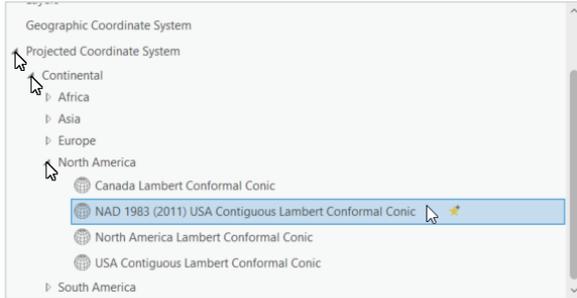
Aún en la forma Map Properties: Map, vaya a la caja **Search** al lado derecho de la etiqueta **XY Coordinate Systems Available**, escriba **lambert conformal conic** y presione

enter.

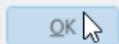
XY Coordinate Systems Available

lambert conformal conic x v

- En el apartado **XY Coordinate Systems Available** observe que solo aparece un nodo disponible para expandir en la sección **Projected Coordinate System**. Expanda este nodo, así como los nodos **Continental** y **North America**.
- Escoja (**click**) el ítem **NAD83(2011) USA Contiguous Lambert Conformal Conic**.



- Haga **click** en el botón **OK** para poder utilizar este sistema de coordenadas.



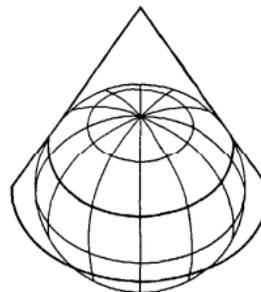
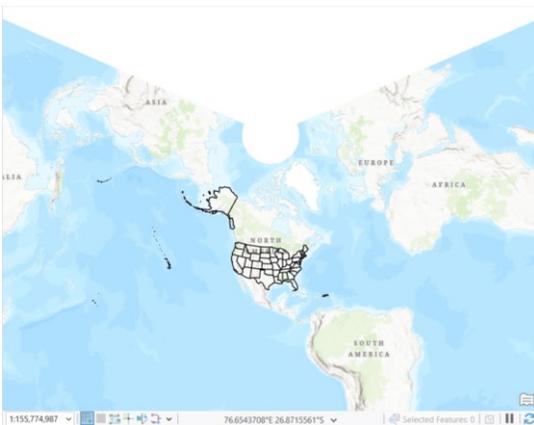
Es importante mencionar que con esta acción estamos aplicando un sistema de coordenadas **al mapa**, pero **no** esto no **cambiará** el **sistema de referencia original del geodato**. Trataremos el tema de *reproyección permanente* más adelante en este capítulo.

El mapa aparecerá con la proyección aplicada a los geodatos. ArcGIS Pro realiza una **reproyección al vuelo**. Esto quiere decir que utiliza los parámetros del sistema de coordenadas propio de cada geodato y las transforma, al nuevo sistema, pero en memoria sin cambiar los geodatos.

- Use el geodato para centralizar el mapa. Vaya al **panel Contents** y haga **right click** en el layer **tl_2025_us_state** y escoja la opción **Zoom To Layer**.



Ahora el mapa aparecerá así. Note cómo cambió la forma del mapa de fondo.



Regular Conic

Fuente: [Snyder \(1987\)](#),

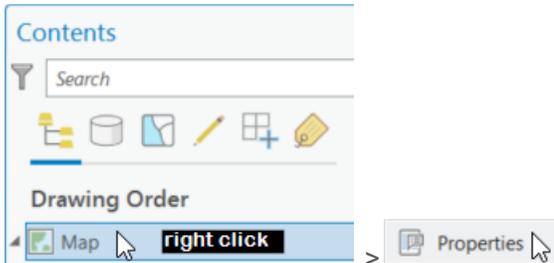
p. 6.

Esta proyección usa la figura de cono para trasladar la superficie de la esfera a un plano. Por tanto, el mapa de fondo ya no se ve "cuadrado". Es como desenrollar el mapa en un cono imaginario y estirarlo en un plano.

Esta proyección tiene el calificativo “**Conformal**” o **conforme**, lo cual significa que prioriza la **preservación** de las **formas**. Otras proyecciones preservan área, otras las distancias, los ángulos o direcciones y otras intentan preservar otros aspectos. Sin embargo, ninguna proyección puede preservar área y forma simultáneamente.

Apliquemos ahora al **panel Map** una proyección que preserva las áreas.

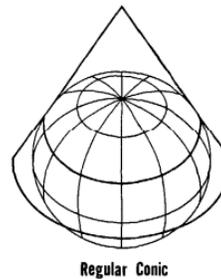
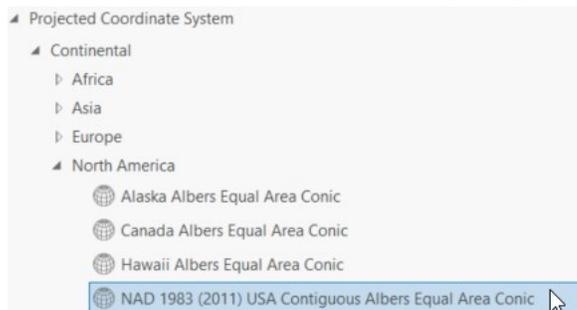
- Diríjase al **panel Contents**, haga **right click** encima de **Map** y escoja la opción **Properties**.



- Cambiemos a un **sistema** de coordenadas **que use proyección cartográfica que preserve áreas**.
 - En la caja **Search** al lado derecho de la etiqueta **XY Coordinate Systems Available**, escriba **equal area** y presione **enter**.



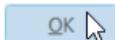
- Expanda los nodos disponibles, **Projected Coordinate System, Continental y North America**.
- Seleccione** el ítem **NAD 1983 (2011) USA Contiguous Albers Equal Area Conic**.



Regular Conic

fuelle: [Snyder \(1987\)](#), p. 6.

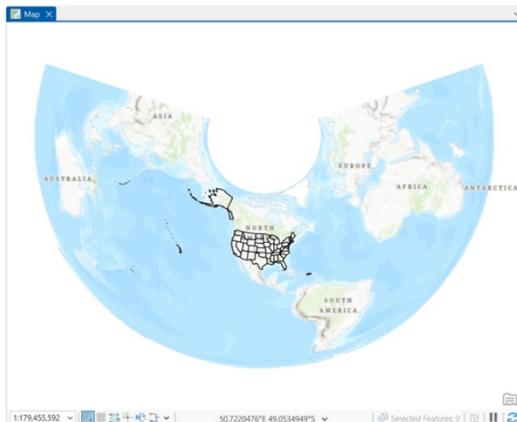
- Haga **click** en el botón **OK** para aplicar esta proyección al mapa.



- Esta vez usemos el mapa de fondo para que vea el alcance de la proyección.
 - Haga **right click** en el layer **World Topographic Map** y escoja **Zoom to Layer**.



El mapa aparecerá proyectado, aplicando la figura de “cono desenrollado” en una superficie plana.



Esta proyección **Albers Equal Area Conic** conserva las áreas.

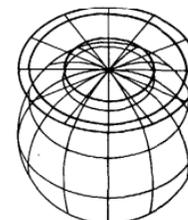
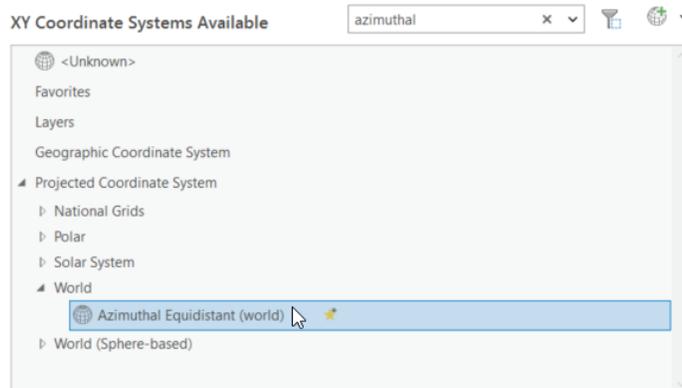
Cambiamos a un **sistema** de coordenadas que use **proyección cartográfica que preserve direcciones y distancias (Acimutal-Equidistante)**.

- En la caja **Search** al lado derecho de la etiqueta **XY Coordinate Systems Available**, escriba **azimuthal** y presione **enter**.



- Expanda los nodos disponibles, **Projected Coordinate System, World**.

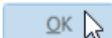
- Seleccione** el ítem **Azimuthal Equidistant (world)**.



Polar Azimuthal (plane)

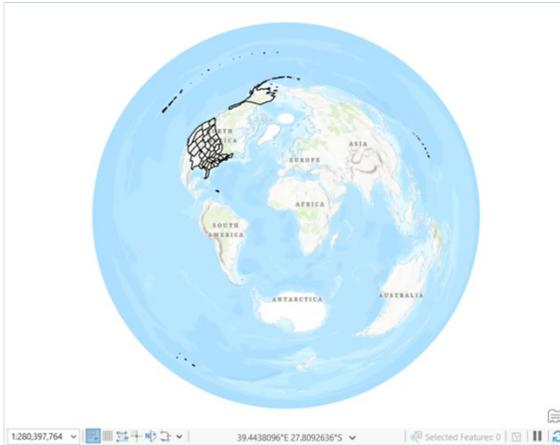
fuelle: [Snyder \(1987\)](#), p. 6.

- Haga **click** en el botón **OK** para aplicar esta proyección al mapa.



- Haga **right click** en el layer **World Topographic Map** y escoja **Zoom to Layer**.





Esta proyección está centrada en el meridiano cero y latitud cero. Preserva las direcciones (azimuts) y las distancias. Note cómo esta proyección separa las islas del Pacífico.

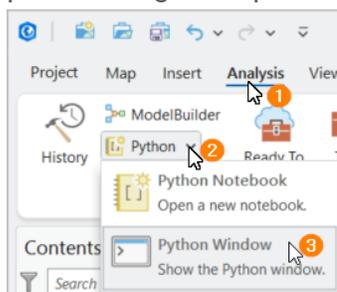
Diferencias de cómputo de área en distintas proyecciones

En esta parte vamos a interactuar con un **script** en el lenguaje **Python**. Se trata de un programa corto que devuelve el **cómputo de área para el estado de Colorado** aplicado a **diferentes sistemas de coordenadas y proyecciones**. Como ya se mencionó, algunas proyecciones preservan áreas y otras direcciones, formas, distancias y direcciones.

El **script** está disponible en un archivo de texto con sufijo **.py**, listo para usar en ArcGIS Pro. **No tiene que escribir código**: solamente buscar el archivo y **aplicarlo** para que le devuelva la lista con los cómputos.

Se puede hacer el mismo trabajo (manual) desde la tabla de atributos del geodato y calcular el área en diferentes columnas para cada sistema de coordenadas. Pero esto puede tomar más tiempo y un script es más rápido para obtener y mostrar los resultados.

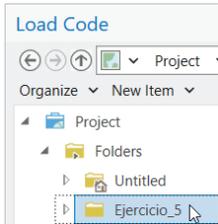
- Para **aplicar** el script, haga **click** en el tab **Analysis**, luego **expanda** el botón **Python** para poder escoger la opción **Python Window**.



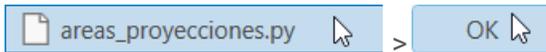
- Haga **right click** en la **parte inferior de esta ventana Python**, en la sección que permite escribir. Escoja la opción **Load Code**.



- En la forma **Load Code**, expanda la sección **Folders** y haga **click** en el directorio **Ejercicio_5**.



- Seleccione (**click**) el archivo **áreas_proyecciones.py** y presione el botón **OK** para llevarlo a la **ventana Python**.



- Podrá ver parte del programa en esta ventana.

```

arcpy.CopyFeatures_management( Colorado_layer , mem_fc)

if sr.factoryCode == 4326:
    # Cálculo geodésico para WGS84
    with arcpy.da.SearchCursor(mem_fc, ["SHAPE@"]) as cursor:
        for row in cursor:
            area_km2 = row[0].getArea("GEODESIC", "SQUAREKILOMETERS")
            resultados.append((name, area_km2, True))
else:
    # Proyectar a la proyección deseada
    projected_fc = f"{mem_fc}_proj"
    arcpy.Project_management(mem_fc, projected_fc, sr)

    # Leer el área del polígono proyectado
    with arcpy.da.SearchCursor(projected_fc, ["SHAPE@AREA"]) as cursor:
        for row in cursor:
            area_km2 = row[0] / 1e6 # Convertir de m² a km²
            resultados.append((name, area_km2, False))

#Ordenar resultados por área ascendente
resultados.sort(key=lambda x: x[1])

# Imprimir resultados ordenados
for name, area_km2, is_geodesic in resultados:
    label = f"{name}".ljust(total_width, '.')
    if is_geodesic:
        print(f"{label}: {area_km2:,.2f} km² (geodésico)")
    else:
        print(f"{label}: {area_km2:,.2f} km²")
  
```

En resumen, el programa **hace una lista** de algunos **sistemas de coordenadas** escogidos.

Para cada sistema de coordenadas hará un **cómputo de área solamente** para el **estado de Colorado**.

Luego de **computar área** para el primer sistema de coordenadas, hará **iteraciones** de **cómputos** para el resto de los sistemas, los convierte en **kilómetros cuadrados** y los **imprime en una lista**.

- Pulse** la tecla **enter dos veces** para **ejecutar** este **script**. Espere que haga los **cómputos** y le devuelva la lista organizada en orden ascendente por **área** en **kilómetros cuadrados**.

```

else:
    print(f"{label}: {area_km2:,.2f} km²")

-----
Área por tipo de proyección para Colorado, EEUU:
-----
Lambert Conformal Conic USA.....: 266,777.14 km²
USA Contiguous Equidistant Conic.....: 268,187.94 km²
Albers Equal Area USA.....: 269,604.54 km²
WGS84 Geográficas.....: 269,604.54 km² (geodésico)
World Cylindrical Equal Area.....: 269,604.62 km²
Azimuthal Equidistant DC.....: 276,479.49 km²
  
```

- Observe cómo aumenta el **área** calculada en cada **proyección**, desde la **Conforme** hasta la **Acimutal Equidistante**. El **cómputo más confiable** como es de esperar corresponde a las **proyecciones (geodésico)** y las **proyecciones Equal Area**.

- Cierre** la **ventana de Python**



- Cierre ArcGIS Pro.** Vamos a **abrir un proyecto nuevo** para discutir el tema de las **transformaciones** entre **datums** para **Puerto Rico**.

Transformaciones entre datums al vuelo

Esta parte del tutorial sigue las prácticas recomendadas por Esri en el blog [Prepare your data for the National Spatial Reference System Modernization of 2022 in the U.S.](#), preparado por Bojan Šavrič.

Vamos a usar geodatos de Puerto Rico para aplicar la traslación de coordenadas entre la primera versión del datum NAD83, el cual se publicó en 1986 y la versión más reciente NAD83(2011) a la fecha de este escrito (octubre, 2025). Para propósitos de acortar los nombres nos referiremos a estos dos datums con sus códigos EPSG. El sistema SPC **NAD83(1986)** tiene el código [EPSG:32161](#) y el **NAD83(2011)** tiene el código [EPSG:6566](#).

Para transformación de coordenadas al vuelo, ArcGIS Pro ofrece transformaciones a modo de atajos “intermedios”. Estas “transformaciones rápidas” presumen que algunos de los datums son equivalentes y así reducir procesamiento y acelerar la visualización. **Estas transformaciones al vuelo no son rigurosas.**

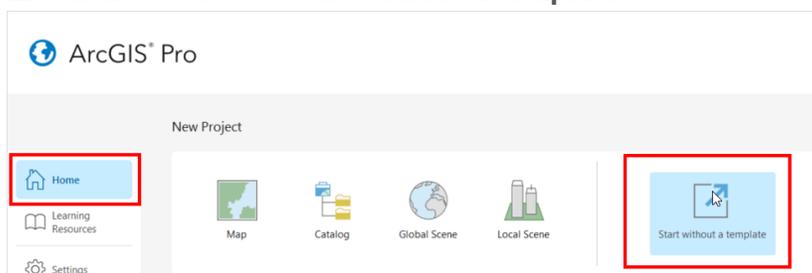
Para **transformaciones rigurosas**, **Esri exhorta** que el usuario aplique **todos los pasos** de transformaciones que existan entre las versiones de datums. Por ejemplo, para **transformar correctamente** geodatos entre el datum **NAD83(1986)** y el datum **NAD83(2011)** se deben **aplicar 5 transformaciones**. Esto lo veremos más adelante, en la parte de reproyectar geodatos de forma permanente.

Por ahora, nos remitimos a la **transformación al vuelo** de manera intermedia **para visualización**.

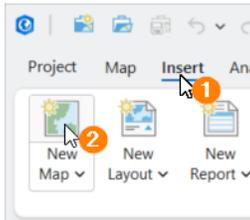
- Para comenzar, abra una sesión de ArcGIS Pro **sin plantilla**.



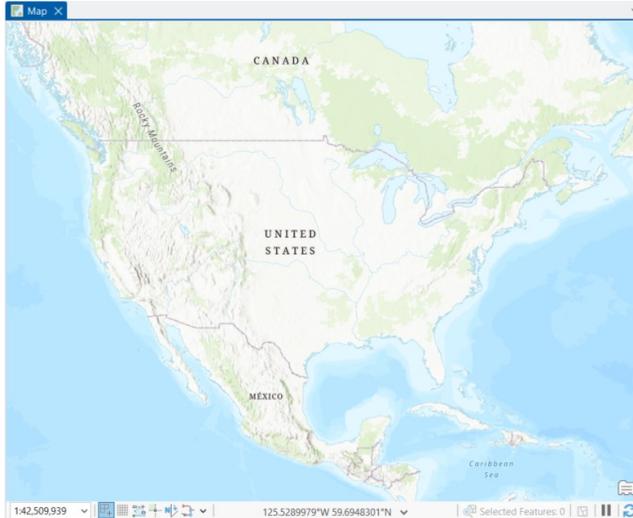
- Click** en el botón **Start without a template**



- Inserte un **nuevo mapa**,
- Haga **click** en el tab **Insert** y luego en el botón **New Map**.



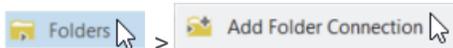
- Espere que aparezca el mapa de fondo centrado en EEUU en el panel o tab Map.



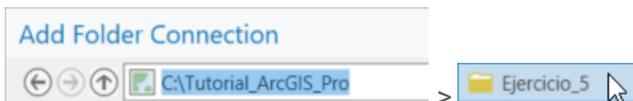
- Remueva los mapas base de fondo.**
- Añada una **referencia** al **folder Ejercicio_5**. Haga **click** en el tab del panel **Catalog**.



- Luego haga **click** en la sección **Folders** y escoja la opción **Add Folder Connection**.



- En la forma **Add Folder Connection** añada el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_5**.

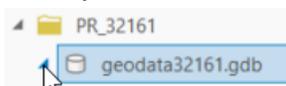


- Haga **click** en el botón **OK** para integrar este folder a la lista de conexiones de directorios.

- Aún en el **panel Catalog**, expanda el nodo del folder **Ejercicio_5** y luego



- Expanda el folder **PR_32161**, y expanda la geodatabase **geodata32161.gdb**.



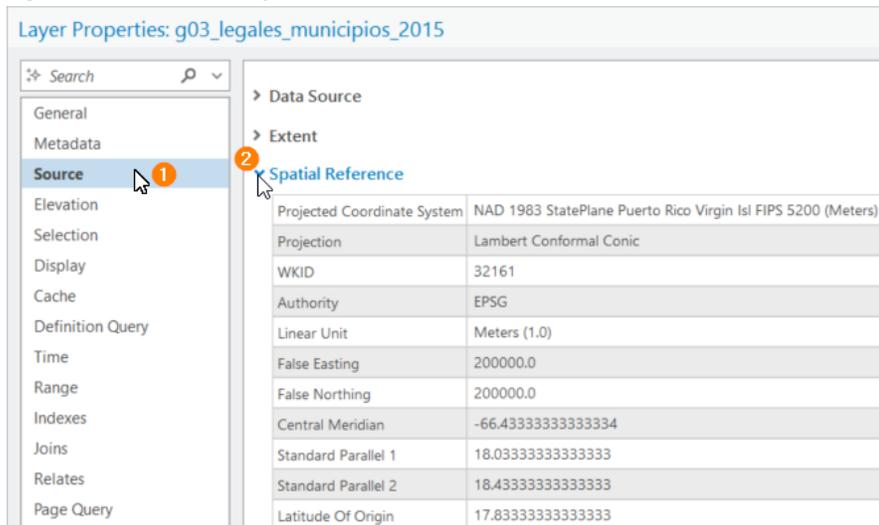
- Haga **right click** en el feature class **g03_legales_municipios_2015** y
- Escoja la opción **Add To Current Map** para que aparezca en el **map Panel**.



- ¿Cuál es el sistema de coordenadas de este geodato? Para saberlo,
- Haga **right click** encima del nombre del geodato y **escoja** la opción **Properties**.



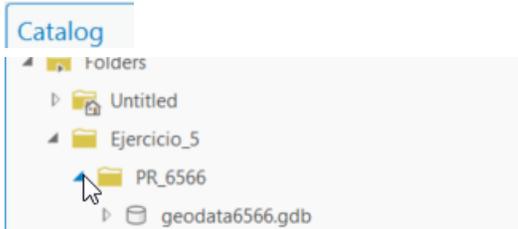
- En la forma **Layer Properties** haga **click** en el tab **Source** y luego **expanda** el nodo **Spatial Reference** para ver los **detalles** del sistema de coordenadas del geodato.



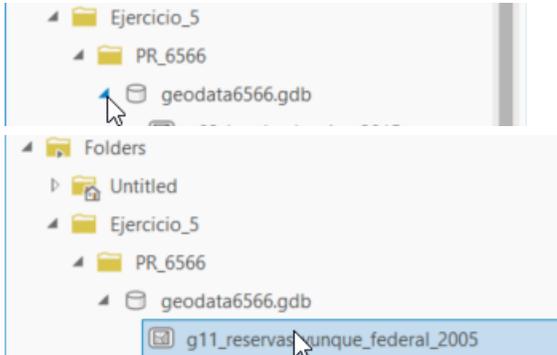
Confirmamos entonces el sistema de referencia de este geodato es **EPSG:32161**. Es el **sistema estatal de coordenadas planas** con **proyección cónica conforme** de **Lambert** con unidad de medida en **metros** y datum **NAD83**. Este “NAD83” es la **primera versión** del datum NAD83, el cual fue **publicado** en **1986**. **Antes** de este datum, **los** materiales cartográficos, mapas en papel y luego los **geodatos utilizaban** el sistema de referencia **Puerto Rico Datum** de **1940**. Veremos este sistema antiguo más adelante en este capítulo.

Vamos a añadir un geodato con otro datum más reciente.

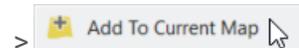
- Vaya al **panel Catalog** y en la parte **Folders expanda** el **folder PR_6566**.



- Expanda** también la geodatabase **geodata6566.gdb** y



- Escoja (**click**) el feature class **g11_reservas_yunque_federal_2005** y escoja la opción **Add To Current Map**.



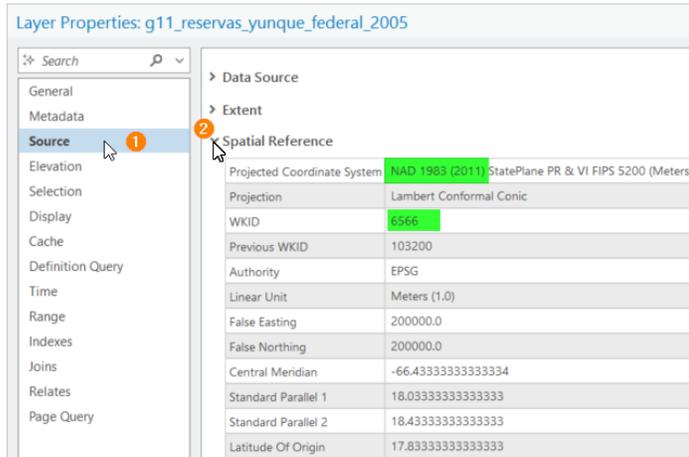
- La mancha verde es el geodato de los límites del [Bosque Nacional El Yunque](#).



- Vamos a ver los **detalles** del **sistema de referencia** de este geodato.
- Haga **right click** encima del nombre del geodato y **escoja** la opción **Properties**.

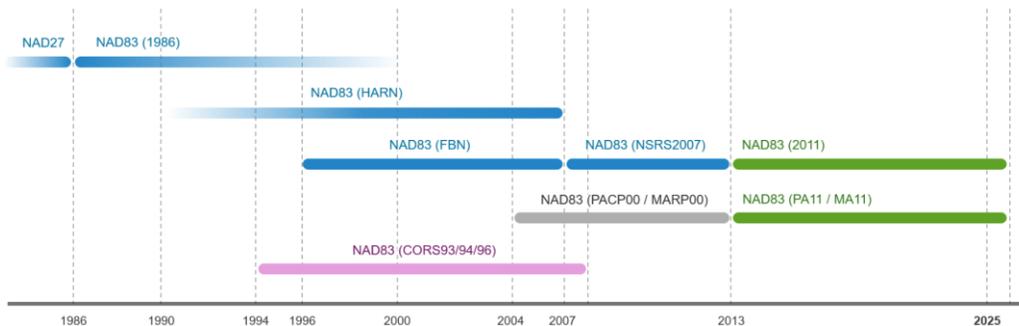


- En la forma **Layer Properties** haga **click** en el tab **Source** y luego **expanda** el nodo **Spatial Reference** para ver los **detalles** del **sistema** de **coordenadas** del **geodato**.



Confirmamos entonces el sistema de referencia de este geodato es **EPSG:6566**, **sistema estatal de coordenadas planas** con **proyección cónica conforme** de **Lambert** con de medida en **metros** y con datum **NAD83**. Este “NAD83” es la **última versión** del datum NAD83 y fue **publicado en 2013**.

La siguiente figura muestra el **desarrollo** y **correcciones** al datum **NAD83** a lo largo de las **últimas décadas del siglo XX** e inicios del **siglo XXI**.

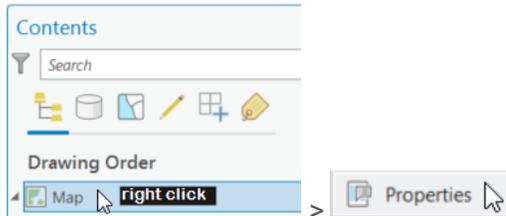


Fuente: [Prepare your data for the NSRS modernization of 2022](#), (Šavrič, 2025)

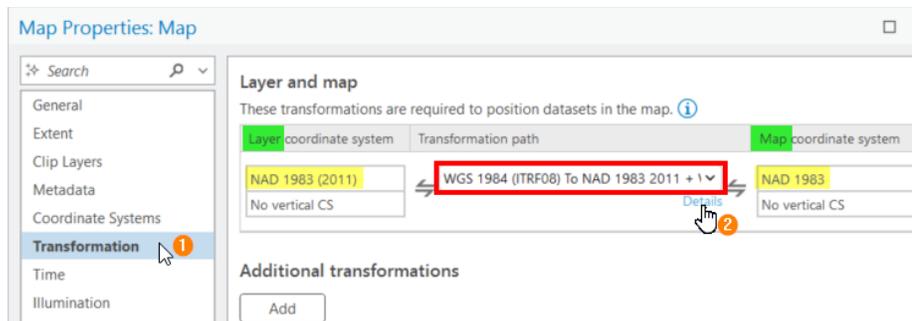
Podemos ver entonces que **NAD83(2011)** es la **última revisión** de NAD83 y todos los geodatos deben usar este datum en preparación al nuevo datum **CATRF 2022** que oficializará el gobierno federal después de 2025.

Regresemos a ArcGIS Pro. Veremos las **transformaciones de coordenadas** que se pueden aplicar para la traslación de coordenadas.

- Vaya al **panel Contents** y haga **right click** en el **nombre** del mapa **“Map”** y escoja la opción **Properties**.



- En la forma **Map Properties**, haga **click** en el tab **Transformation**. Tome un momento para entender esta forma. Al **lado izquierdo** de la sección **Layer and map**, está el **sistema de coordenadas** del geodato/layer. Al centro está el paso de transformación de coordenadas. A la derecha, el sistema de coordenadas del “Map” o visor de mapas.



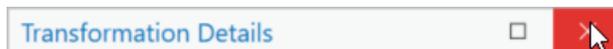
El método o “pasos” de transformación que ArcGIS propone por defecto son:

WGS 1984 (ITRF08) To NAD 1983 2011 + WGS 1984 (ITRF00) To NAD 1983.

- Pulse (**click**) en el **enlace Details** para ver los detalles de esta transformación.
- En la forma **Transformation Details** diríjase **al final de la lista de detalles** y fíjese en la sección **Accuracy**. Esto significa cuál es el grado de **incertidumbre** de esta transformación. Esta transformación tiene una incertidumbre o nivel de error hasta **1 decímetro**, lo cual es aceptable para propósitos de visualización.

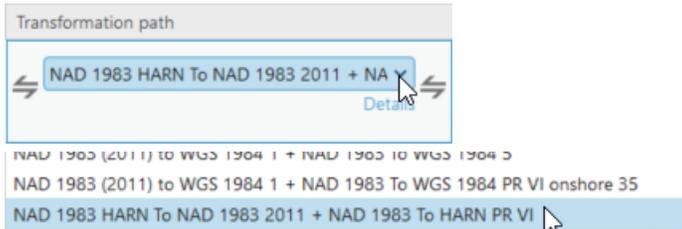


- **Cierre** la forma **Transformation Details**.

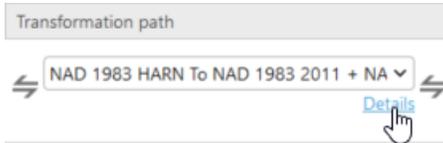


Sin embargo, hay **otras transformaciones** que tienen **menos incertidumbre**. Aunque puede haber excepciones, se deben **escoger transformaciones locales** porque están diseñadas para ajustarse al un país, estado o región, por lo que deben tener **mayor exactitud**.

- En la sección **Transformation path** escoja el **último** ítem de la lista **Transformation Path NAD 1983 HARN To NAD 1983 2011 + NAD 1983 To HARN PR VI**



- Haga **click** en el enlace **Details**.



- En la forma **Transformation Details**, vaya al final de la lista y vea la sección **Accuracy**. La incertidumbre es menor que la anterior: **0.05 metros**, o 5 centímetros.

Area of Use	Caribbean - Puerto Rico and US Virgin Islands - onshore
Top	18.57°
Bottom	17.62°
Left	-67.97°
Right	-64.51°
Accuracy	0.05 Meters

Este es el “atajo” de menor incertidumbre.

- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar esta transformación y cerrar la forma.
- Cierre ArcGIS Pro** sin guardar el proyecto.

Transformación al vuelo entre NAD83 o WGS84 y Puerto Rico Datum 1940

Como se mencionó antes, a mediados del siglo XX el datum oficial era el [Puerto Rico Datum de 1940](#) (p 130 y ss.). Este era un datum local cuya preparación y mantenimiento estuvo a cargo de las agencias geodésicas y cartográficas federales [Coast and Geodetic Survey](#), luego [National Geodetic Survey](#). Este Datum fue sustituido por NAD83, el cual tiene menor grado de error y además es un datum “continental” con origen en el centro de masa del planeta.

El **Datum PR 1940** no es **NAD27** (North American Datum, 1927) aunque Esri lo haya “catalogado” anteriormente dentro del grupo de sistemas de coordenadas estatales de EEUU. PR1940 es un datum local, desvinculado de NAD27 continental (CONUS).

El sistema estatal de coordenadas planas (SPCS en inglés) que utiliza el datum PR 1940 usa el metro como unidad de medida. En otras jurisdicciones de EEUU utilizan [US Survey Foot](#). Por error, los sistemas de referencia tanto en Esri como en otras bases de datos, dejan las unidades

de este sistema en particular **en pies en lugar de metros**. Eso **causará problemas de desfase** cuando se realicen las reproyecciones, tanto al vuelo como las reproyecciones y transformaciones permanentes.

Vamos a visualizar esto más adelante con un archivo shapefile registrado en el SPCS con datum PR1940. Se trata de un archivo hidrográfico extraído del [cuadrángulo topográfico de Cabo Rojo, PR](#).

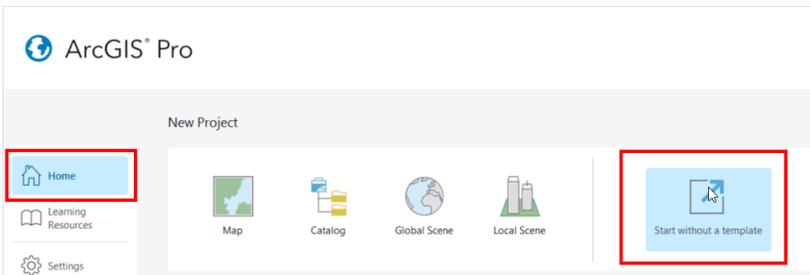
Geodato sin coordenadas

Al traer un geodato sin coordenadas al visor de mapas, ArcGIS Pro mostrará un mensaje al usuario. Si un **geodato no tiene un sistema de coordenadas definido**, ArcGIS Pro **no puede realizar reproyección ni transformación** alguna porque **faltan datos necesarios** para realizarlos.

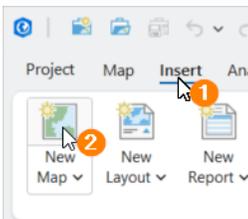
- Para comenzar, abra una sesión de ArcGIS Pro **sin plantilla**.



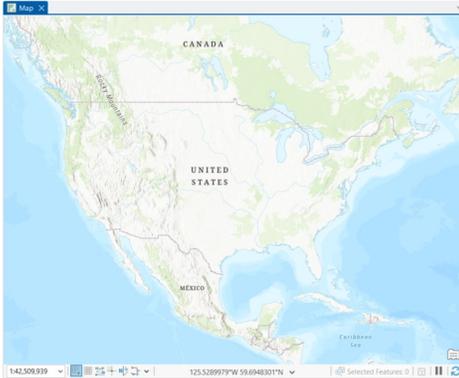
- Click** en el botón **Start without a template**



- Inserte un **nuevo mapa**,
 - Haga **click** en el tab **Insert** y luego en el botón **New Map**.



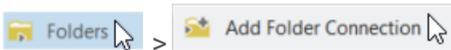
- Espere que aparezca el mapa de fondo centrado en EEUU en el panel o tab Map.



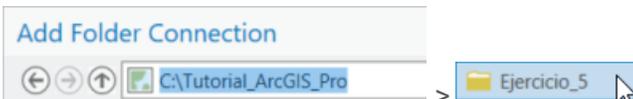
- Añada una **referencia** al folder **Ejercicio_5**. Haga **click** en el tab del panel **Catalog**.



- Luego haga **click** en la sección **Folders** y escoja la opción **Add Folder Connection**.

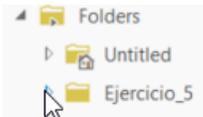


- En la forma **Add Folder Connection** añada el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_5**.



- Haga **click** en el botón **OK** para integrar este folder a la lista de conexiones de directorios.

- Aún en el **panel Catalog**, expanda el nodo del folder **Ejercicio_5** y luego



- Expanda el folder **PRDatum_1940**,



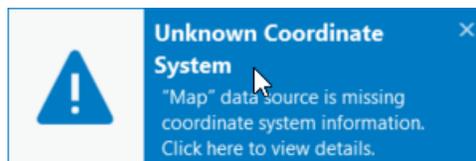
- Haga **right click** en el *shapefile* **01_cb_hyd_Sin_SRE.shp**. y

- Escoja la opción **Add To Current Map**.



para que aparezca en el map Panel o visor de geodatos.

ArcGIS Pro le mostrará un aviso importante. Este geodato no tiene un sistema de referencia espacial.

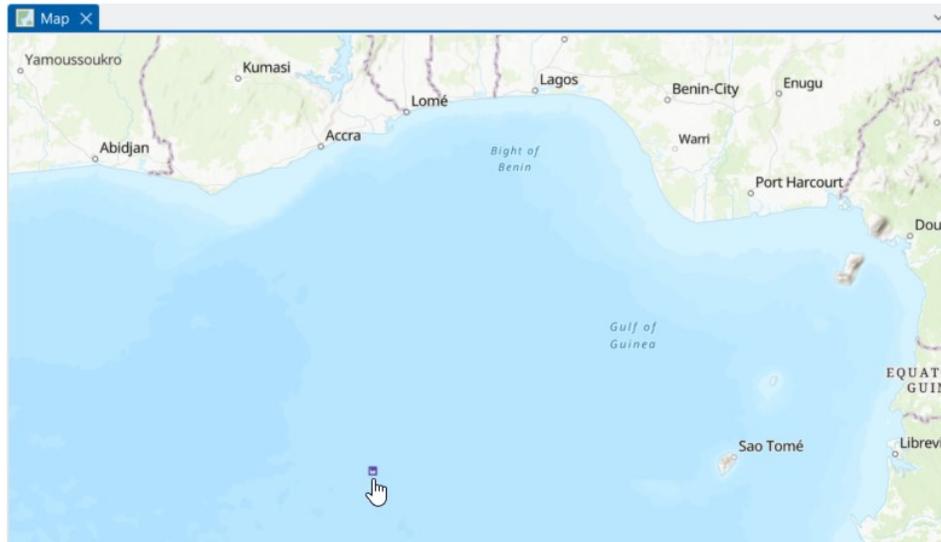


Esto implica lo que mencionamos antes: si el geodato no tiene un sistema de referencia, no podrá hacer las reproyecciones y transformaciones automáticas ni las permanentes.

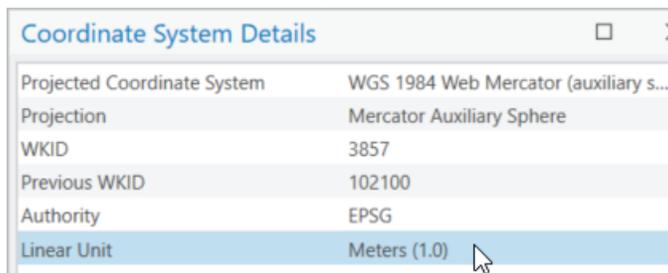
- Haga **right click** en el layer **01_cb_hyd_Sin_SRE** y escoja la opción **Zoom To Layer**.



- ¿Dónde aparece este geodato? **Ruede hacia abajo** la rueda del **mouse** para hacer un **Zoom out** o alejamiento. El mapa aparece en el Océano Atlántico, cerca del Golfo de Guinea (África).



Como el archivo **solo** tiene **coordenadas sin sistema de referencia**, las coordenadas se ubicarán de forma “literal” en el espacio del mapa. Es decir que si el visor tiene las coordenadas en metros, entonces



ArcGIS Pro ubicará el mapa donde alcancen las coordenadas sin sistema.

- Remueva** este geodato de prueba del **panel Contents**.
 - Haga **right click** en el *shapefile* **01_cb_hyd_Sin_SRE.shp**. y
 - Escoja la opción **Remove** para remover este geodato del **map Panel** o visor de geodatos.

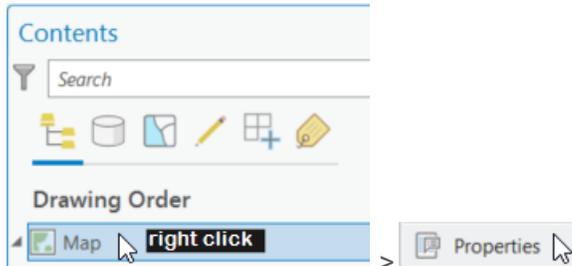


Geodato con sistema de coordenadas, unidades incorrectas

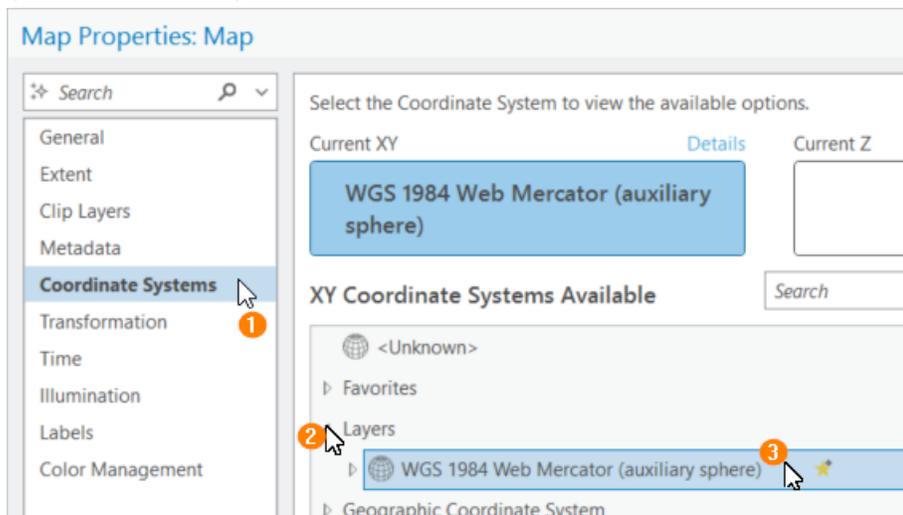
El próximo ejemplo es una copia del geodato, con el sistema de referencia **NAD 1927 State Plane Puerto Rico FIPS 5201** tal como está definido en ArcGIS Pro. Como veremos, el geodato se proyectará en Puerto Rico, pero desfasado por más de 100 metros.

Primero vamos a reestablecer el sistema de referencia espacial original.

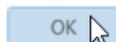
- Vaya al **panel Contents** y haga **right click** en el **nombre** del mapa **“Map”** y escoja la opción **Properties**.



- En la forma **Map Properties** haga **click** en el tab **Coordinate Systems**.
 - Luego **expanda** el nodo **Layers** y haga **click** en el sistema **WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere)**.



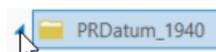
- Haga **click** en el botón **OK** para registrar el cambio de sistema y cerrar esta forma.



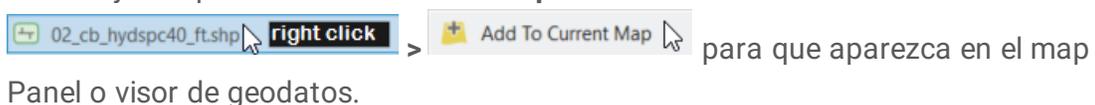
- Diríjase al **panel Catalog** y a la sección **Folders** donde está el directorio **Ejercicio_5**.
 - Expanda el nodo del folder **Ejercicio_5** y luego



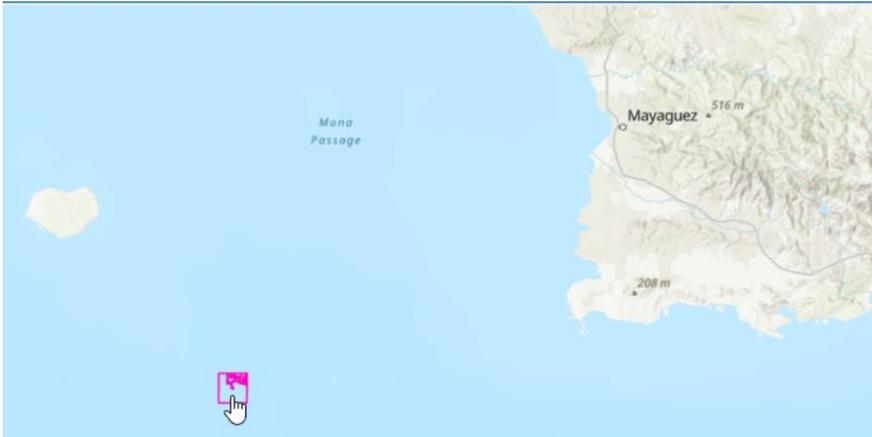
- Expanda el folder **PRDatum_1940**,



- Haga **right click** en el *shapefile* **02_cb_hydspc40_ft.shp**. y
- Escoja la opción **Add To Current Map**.

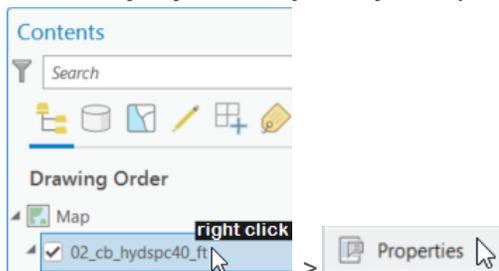


- El geodato nuevamente aparecerá “en agua”, pero al menos en el Mar Caribe.
- Use la rueda del mouse hacia abajo para hacer zoom out

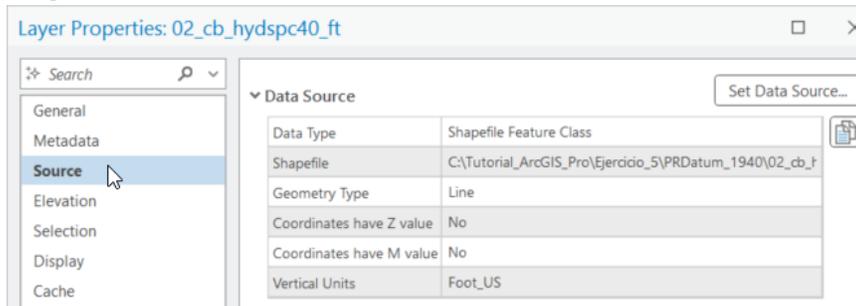


Vamos a las propiedades de este geodato para ver cuáles son sus unidades.

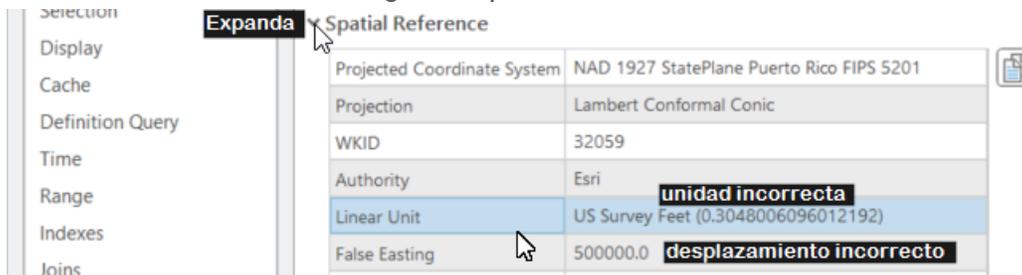
- Vaya al **panel Contents** y haga **right click** en el **nombre** del geodato “02_cb_hydspc40_ft” y escoja la opción **Properties**.



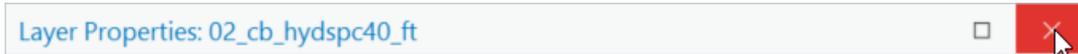
- Haga **click** en el tab **Source**..



- Expanda** el nodo **Spatial Reference** y observe los ítems **Linear Unit** y **False Easting**. Ambos están **incorrectos** según los parámetros establecidos del PR Datum40.



- Cierre la forma **Layer Properties**.



¿Por qué este geodato aparece en el Canal de la Isla de Mona?

A esta versión del geodato se le asignó el sistema de coordenadas NAD 1927 State Plane Puerto Rico FIPS 5201. Sin embargo, recuerde que las **unidades** en este sistema están por defecto **en pies** y **debería ser metros**. Además, el **falso este** o **falsa abscisa** (para evitar coordenadas negativas) es **incorrecta**. Por lo tanto, el geodato aparece fuera de sitio y reducido en tamaño cuando ArcGIS Pro intenta ajustar el geodato al mapa de fondo. No hará ninguna diferencia aplicar una u otra transformación, porque las unidades están incorrectas. Eso también repercute en otros detalles del sistema.

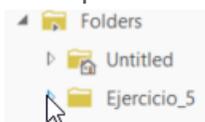
Geodato con sistema de coordenadas correcto, unidades correctas

El próximo ejemplo es una copia del geodato, con el sistema de referencia **NAD 1927 State Plane Puerto Rico FIPS 5201** pero con las unidades correctas, en metros. Como veremos, el geodato se proyectará en Puerto Rico, pero desfasado por más de 100 metros.

- Remueva** este geodato de prueba del **panel Contents**.
 - Haga **right click** en el *shapefile* **02_cb_hydspc40_ft**. y
 - Escoja la opción **Remove** para remover este geodato del map Panel o visor de geodatos.



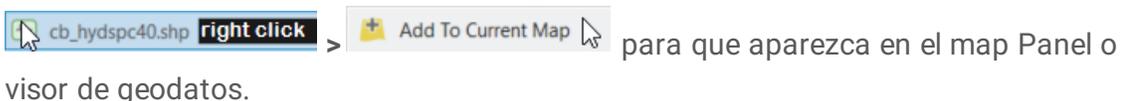
- Diríjase al **panel Catalog** y a la sección **Folders** donde está el directorio **Ejercicio_5**.
 - Expanda el nodo del folder **Ejercicio_5** y luego



- Expanda el folder **PRDatum_1940**,



- Haga **right click** en el *shapefile* **cb_hydspc40.shp**. y
- Escoja la opción **Add To Current Map**.

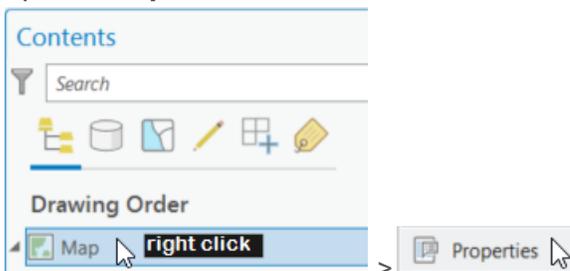


Ahora el geodato aparecerá **casi** en el lugar esperado, pero **desfasado** como 200 metros.

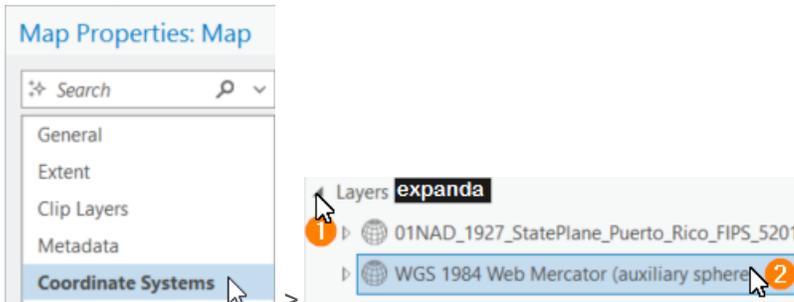


Vamos a aplicar la **transformación de coordenadas al panel Map**.

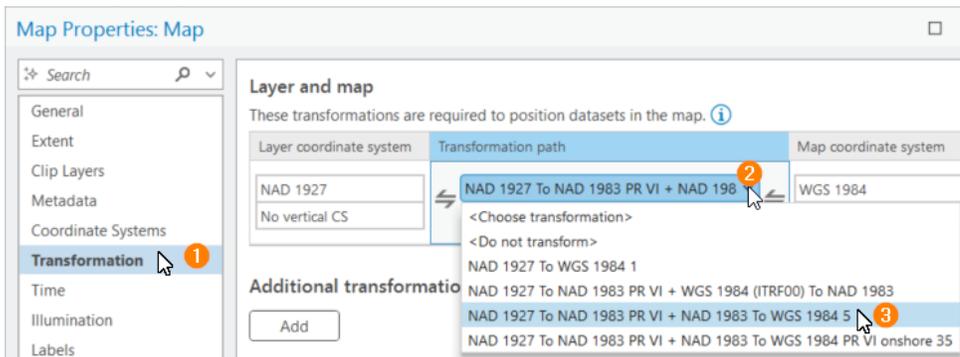
- Vaya al **panel Contents** y haga **right click** en el **nombre** del mapa “**Map**” y escoja la opción **Properties**.



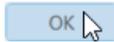
- En la forma **Map Properties** haga **click** en el tab **Coordinate Systems**.
- Expanda** el nodo **Layers** y escoja (**click**) el sistema **WGS 1984 Web Mercator** (auxiliary sphere)



- Transformation**.
- Cambie el método de transformación (Transformation path).
- Escoja el **penúltimo ítem** de la lista: **NAD 1927 To NAD 1983 PR VI + NAD 1983 To WGS 1984 5**.



Haga **click** en el botón **OK** para aceptar el método de transformación y cerrar la forma.



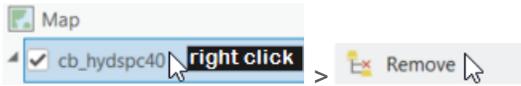
El geodato aparecerá en su lugar con la alineación correcta.



La siguiente es una comparación entre los sistemas de referencia. A la izquierda, el sistema definido en ArcGIS Pro y a la derecha la versión modificada en la unidad de medida y en el "False Easting".

Projected Coordinate System	NAD 1927 StatePlane Puerto Rico FIPS 5201	Projected Coordinate System	NAD 1927 StatePlane Puerto Rico FIPS 5201
Projection	Lambert Conformal Conic	Projection	Lambert Conformal Conic
WKID	32059	Authority	Custom
Authority	Esri		
Linear Unit	US Survey Feet (0.3048006096012192)	Linear Unit	Meters (1.0)
False Easting	500000.0	False Easting	152400.3048006096
False Northing	0.0	False Northing	0.0
Central Meridian	-66.43333333333334	Central Meridian	-66.43333333333334
Standard Parallel 1	18.03333333333333	Standard Parallel 1	18.03333333333333
Standard Parallel 2	18.43333333333333	Standard Parallel 2	18.43333333333333
Latitude Of Origin	17.83333333333333	Latitude Of Origin	17.83333333333333

- Remueva el layer **cb_hydspc40**.
- Haga **right click** en este layer y escoja la opción **Remove**.



Reproyección Permanente

En esta sección vamos a hacer una **transformación de coordenadas desde el datum NAD83(1986) a su última versión o realización: NAD83(2011)**. La uniformidad de sistemas de referencia es importante por ejemplo al momento del análisis de geodatos. De esta manera se reduce la posibilidad de errores de traslación o por diferencias de posición que pueden afectar los resultados.

La **transformación permanente** es la forma correcta de transformar coordenadas entre diferentes datums. Es un paso necesario para preparar los geodatos para el próximo datum: CATRF 2022, como recomienda la agencia federal de geodesia (National Geodetic Survey). Además, para trabajos de geoprociamiento Esri exhorta a los usuarios que todos sus geodatos utilicen el mismo sistema de coordenadas. Esto evitará potenciales errores de desplazamientos, cálculos geométricos incorrectos (área, longitud).

Como hemos mencionado anteriormente, Esri recomienda que para hacer una **transformación correcta**, es necesario aplicar **5 pasos o transformaciones sucesivas**. Cada una debe seguir la secuencia siguiente:

NAD_1983_To_NAD_1983_HARN_50 (WKID::8669)

NAD_1983_HARN_To_HARN_Corrected_NADCON5_3D_PRVI_1 (WKID::9181)

NAD_1983_HARN_Corrected_To_FBN_NADCON5_3D_PRVI_1 (WKID::8867)

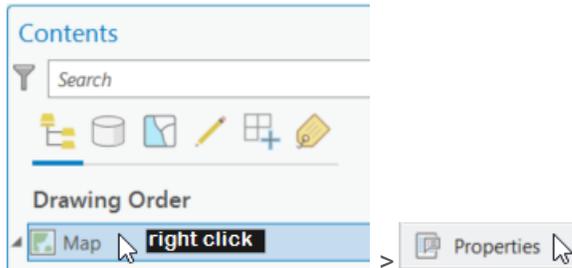
NAD_1983_FBN_To_NSRS2007_NADCON5_3D_PRVI_2 (WKID::8868)

NAD_1983_NSRS2007_To_2011_NADCON5_3D_PRVI_3 (WKID::8673)

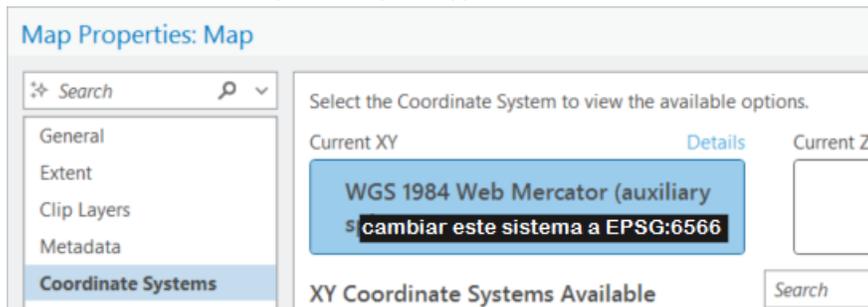
Fuente: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/data-management/prepare-your-data-for-the-nsrs-2022> (Šavrič, 2025).

Con esta información, haremos un ejemplo de práctica. En este ejemplo aplicaremos la transformación múltiple desde un feature class a un nuevo feature class en otra geodatabase existente. Antes, debemos remover la referencia al sistema PR Datum 1940 que aún tiene panel Map.

- Vaya al **panel Contents** y haga **right click** en el **nombre** del mapa **“Map”** y escoja la opción **Properties**.



- En la forma **Map Properties** *debemos cambiar* este sistema al sistema de referencia destino EPSG:6566 (NAD83(2011)).



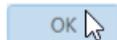
- En la caja de texto **Search** escriba **6566** y presione la tecla **enter**.



- Escoja (**click**) el ítem **NAD 1983 (2011) StatePlane PR & VI FIPS 5200 (Meters)** que está bajo Projected Coordinate Systems > State Plane > NAD 1983 (2011) (Meters)



- Haga **click** en el botón **OK** para cambiar el sistema de coordenadas.



Herramienta **Project** para transformaciones múltiples

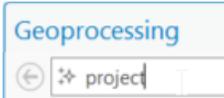
Ya preparamos el panel **Map** para evitar confusiones con el sistema PR 1940. En esta parte vamos a transformar las coordenadas de un feature class con coordenadas en el sistema [EPSG:32161](#) (State Plane Coordinate System con datum NAD83(1986)) al sistema [EPSG:6566](#) SPCS con datum NAD83(2011)). Anteriormente explicamos que para realizar correctamente esta transformación debemos hacerla mediante 5 pasos.

- Haga **click** en el tab **Geoprocessing**

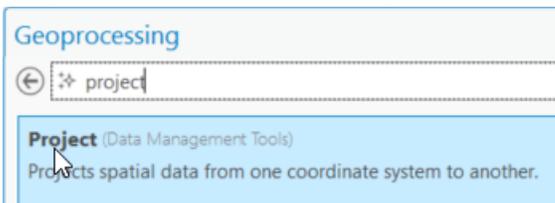


Si no le aparece este tab vaya al "menú principal" es decir el tab Analysis y luego click en el botón Tools.

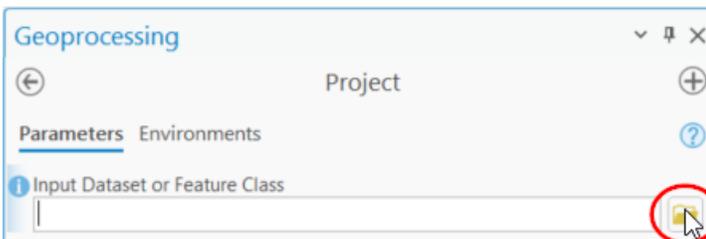
- En este **panel Geoprocessing** escriba **project** en la caja de texto **Search** y presione **enter**.



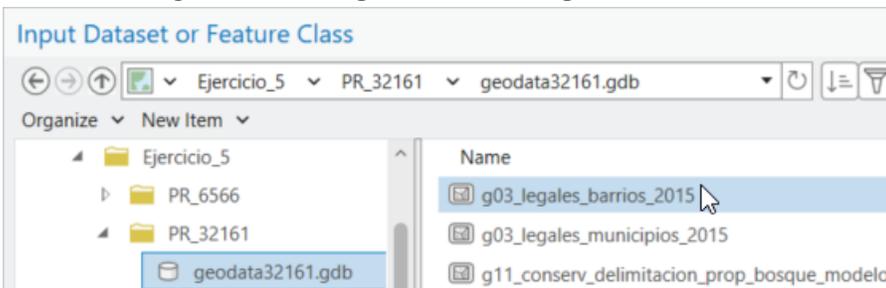
- Haga **click** en la palabra **Project**.



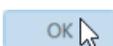
- Haga **click** en el botón **Browse** para traer el geodato con coordenadas en el sistema **EPSG:32161**



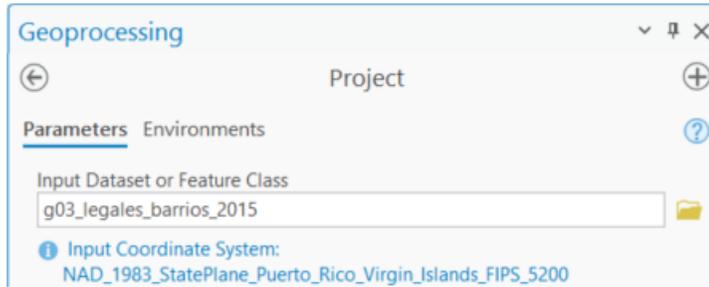
- En la forma **Input Dataset or Feature Class** escoja (**click**) el **feature class g03_legales_barrios_2015** que está localizado en el folder **Ejercicio_5\PR_32161**, dentro de la geodatabase **geodata32161.gdb**.



- Haga **click** en el botón **OK** para traer este geodato a la sección Input Dataset or Feature Class.



- Notará que ArcGIS Pro le informará cuál es el sistema de coordenadas de este feature class.

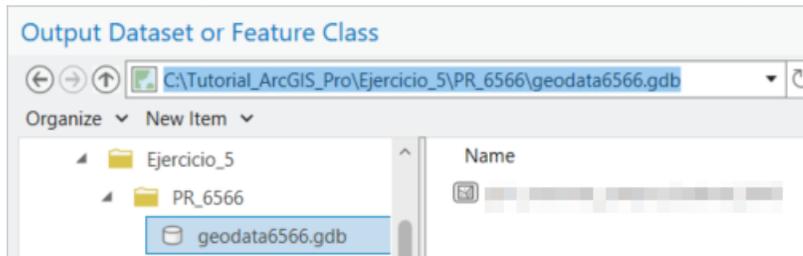


Fíjese además que este primer parámetro acepta tanto un **Dataset** como un **feature class**. **Un Dataset puede tener uno o más feature classes con el mismo sistema de coordenadas.** Por lo tanto, al usar un Dataset tenemos la posibilidad de reproyectar o transformar las coordenadas de múltiples feature classes.

- Prosiga a la sección **Output Dataset of Feature Class** y haga **click** en el botón **Browse** para guardar el nuevo feature class en otra geodatabase.



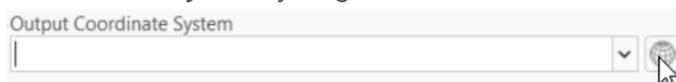
- En la forma **Output Dataset or Feature Class** ubíquese en la geodatabase **geodata6566.gdb**, la cual está **localizada** en el folder **Ejercicio_5\PR_6566**.



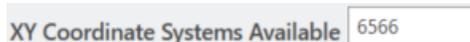
- En la caja de texto **Name** de esta forma **escriba** el nombre del feature class **g03_legales_barrios_2015**



- Haga **click** en el botón **OK** para continuar.
- De regreso a la forma **Project** en el panel **Geoprocessing**, diríjase a la sección **Output Coordinate System** y haga click en el botón **Select Coordinate System**.

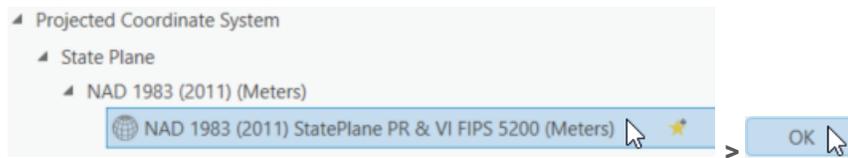


- En la forma **Output Coordinate System** vaya a la caja de texto **Search** y **escriba 6566** y presione **enter**.



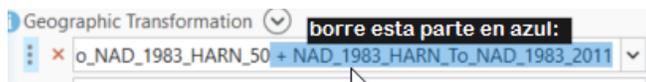
- Escoja (**click**) en el ítem disponible **NAD 1983 (2011) StatePlane PR & VI FIPS 5200 (Meters)** y luego haga **click** en el botón **OK** para registrar este sistema en el formulario

del geoproceso **Project**.

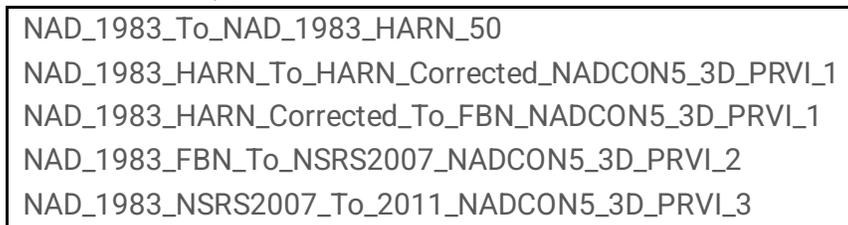


- Pasemos al próximo ítem: **Geographic Transformation**. En este paso debemos ser cuidadosos y hacer copy y paste de las siguientes transformaciones en el siguiente orden. Habíamos mencionado que en este proceso **efectuaremos múltiples (5) transformaciones en una sola corrida**.

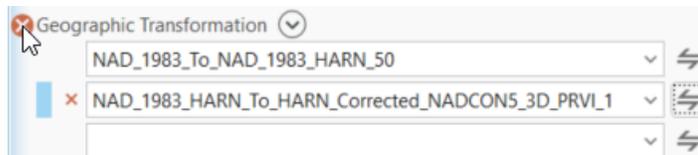
Haga copy y paste en cada una de las cajas de texto en **Geographic Transformation**. En el **primer ítem debe borrar el texto** existente y al momento de pegar el texto copiado **debe borrar** la cadena + **NAD_1983_HARN_To_NAD_1983_2011** que aparece por defecto:



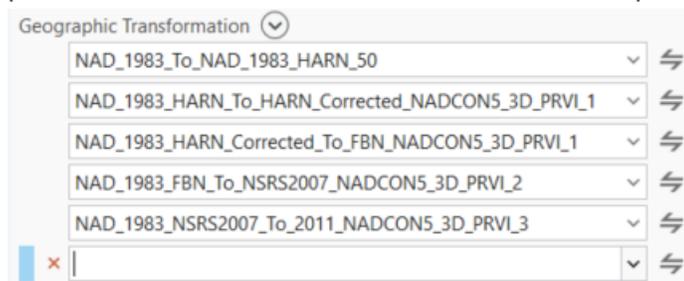
- Luego de insertar** cada cadena de texto (que representa el nombre de la transformación) **presione la tecla tab**.



Mientras no termine de añadir las 5 transformaciones en ese orden le aparecerá una advertencia de error:



- Añada el resto de las transformaciones. Al añadir la última transformación seguido de pulsar la tecla tab, la advertencia de error desaparecerá.



- No haga check** en la sección **Preserve Shape**.

Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar esta transformación.

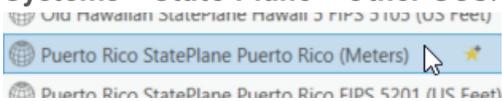


El **resultado** será devuelto en el visor de mapas, panel **Map** y en el panel **Contents**.



Si piensa que este proceso es tedioso y hacer un modelo es la opción, se encontrará con una dificultad. **Model Builder no permite múltiples transformaciones al usar Project**. Tendría que generar una salida diferente para cada transformación, además de un proceso iterativo que guarde el nombre de cada feature class o cada Feature Dataset. Sin embargo, existe la posibilidad de usar la **opción Batch para la herramienta Project**.

ArcGIS Pro 3.6.1 ya incluye el sistema de coordenadas **State Plane**, Datum **PR 1940** con unidades en **metros**. La definición de este sistema está localizada bajo **Projected Coordinate Systems > State Plane > Other GCS**.



Vea los detalles.

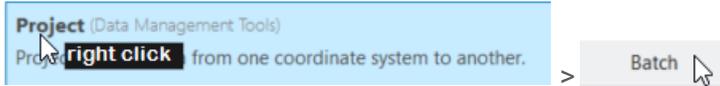
Coordinate System Details	
Projected Coordinate System	Puerto Rico StatePlane Puerto Rico (...)
Projection	Lambert Conformal Conic
WKID	103991
Authority	Esri
Linear Unit	Meters (1.0)
False Easting	152400.3048006096
Datum	D Puerto Rico
Spheroid	Clarke 1866

Por lo tanto, ya no es necesario copiar y editar la vieja definición SPCPR40.

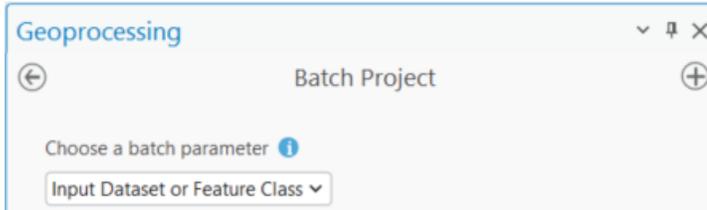
Reproyectar y transformar coordenadas para varios layers con Batch Project

Como mencionamos antes la opción **Batch** del geoproceso **Project** nos permite la reproyección y transformación de coordenadas para múltiples feature classes y datasets. Recuerde que los Datasets pueden tener uno o más feature classes.

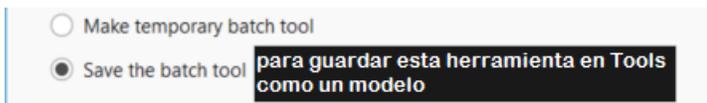
- Ubíquese en el **panel Geoprocessing** y haga **right click** en la herramienta **Project**.
- Luego haga **click** en la opción **Batch**.



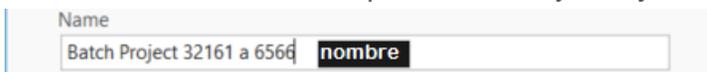
- En la herramienta **Batch Project** mantenga la opción **Input Dataset of Feature Class** en la sección **Choose a batch parameter**.



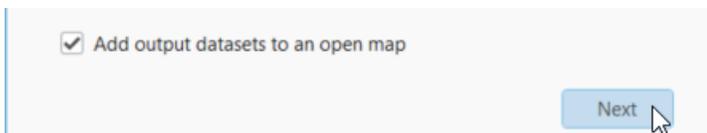
- En la sección siguiente escoja la opción **Save the batch tool** para que se guarde como un modelo en Model Builder.



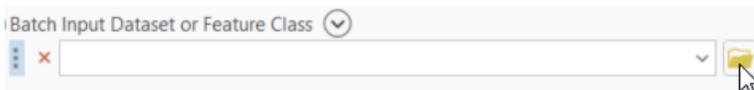
- En la sección Name modifique el nombre y escoja uno más significativo.



- En la sección **Location** puede dejar la opción por defecto, ya que aún no hemos guardado este proyecto.
- Mantenga en **check** la opción **Add output dataset to an open map** y
 - Presione el botón **Next**. Esto le traerá al visor todos los feature classes transformados.



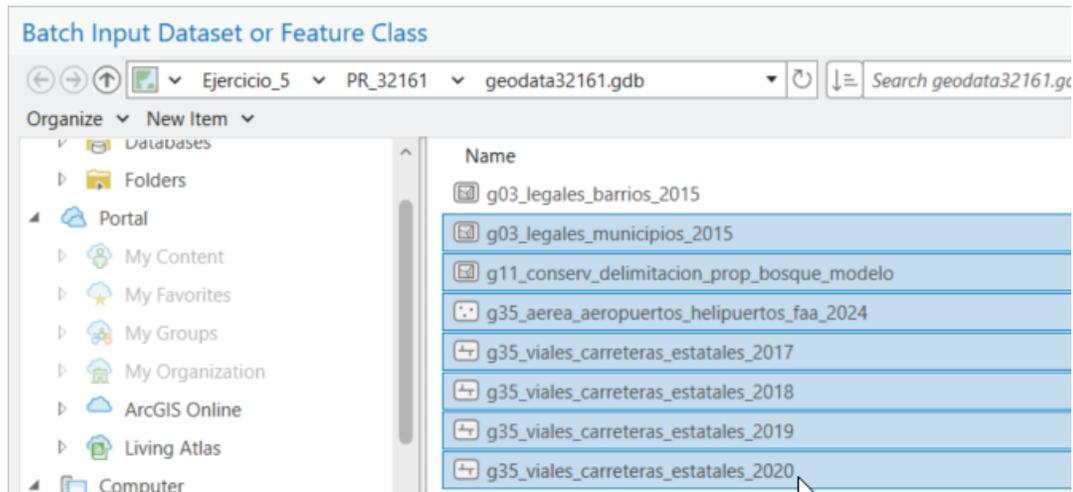
- En la forma **Batch Project** que aparecerá, vaya a la sección **Batch Input Dataset or Feature Class** haga **click** en el botón **Browse**.



- En la forma **Batch Input Dataset or Feature Class** busque la geodatabase **geodata32161.gdb** localizada en el folder **Ejercicio_5\PR_32161** y escoja los feature classes siguientes:

"g03_legales_municipios_2015",
 "g11_conserv_delimitacion_prop_bosque_modelo",
 "g35_aerea_aeropuertos_helipuertos_faa_2024,"
 "g35_viales_carreteras_estatales_2017",
 "g35_viales_carreteras_estatales_2018",

"g35_viales_carreteras_estatales_2019"



No incluya g03_legales_barrios_2015 porque ya se había trabajado antes. Si lo incluye, el proceso le devolverá un mensaje de error.

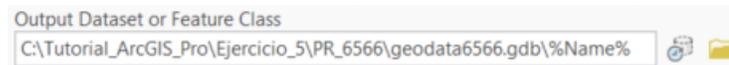
- Presione el botón **OK** para ingresar estos feature classes.



Deberá ver esta lista de feature classes.

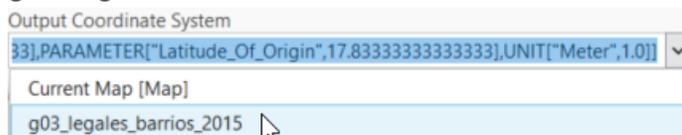


- En la sección **Output Dataset or Feature Class** es importante mantener la **variable %Name%**, pero cambie la geodatabase y su localización. **Escriba C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_5\PR_6566\geodata6566.gdb\%Name%**



%Name% guarda en memoria el **nombre del feature class** que esté **en el proceso de iteración**. De este modo el **nombre del feature class de salida** será el **mismo** que el **feature class de entrada**.

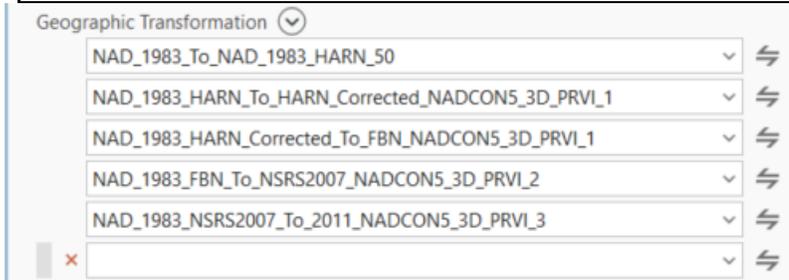
- En el apartado **Output Coordinate System** escoja el layer que está en el visor: **g03_legales_barrios_2015**.



esto hará que se registre el sistema **EPSG:6566** para los feature classes de salida.

- En el apartado Geographic Transformation incluiremos las 5 transformaciones en el orden que fueron insertadas anteriormente:

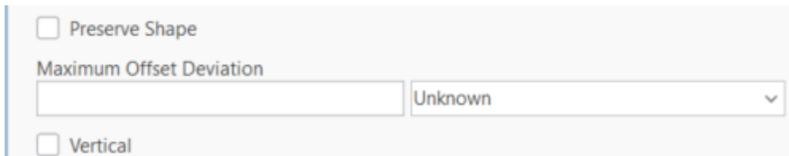
NAD_1983_To_NAD_1983_HARN_50
 NAD_1983_HARN_To_HARN_Corrected_NADCON5_3D_PRVI_1
 NAD_1983_HARN_Corrected_To_FBN_NADCON5_3D_PRVI_1
 NAD_1983_FBN_To_NSRS2007_NADCON5_3D_PRVI_2
 NAD_1983_NSRS2007_To_2011_NADCON5_3D_PRVI_3



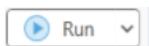
- En el apartado **Input Coordinate System** deberá tener la etiqueta del sistema de entrada: **NAD_1983_StatePlane_Puerto_Rico_Virgin_Islands_FIPS_5200**.



- No** haga **check** en la opción **Preserve Shape**. Esto se usa para casos donde los elementos geográficos tienen pocos vértices. No es el caso aquí.
 - Tampoco es necesario** ingresar números en el apartado **Maximum Offset Deviation**. Este parámetro está ligado a Preserve Shape, para establecer un umbral de densificación de vértices que no es necesario ahora.



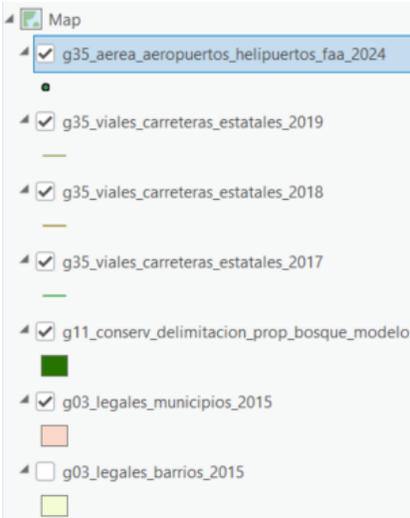
- Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar esta función **Batch** (en ristra) para los feature classes escogidos.



- Espere que termine el proceso iterativo de proyectar/transformar coordenadas para cada geodato escogido.



Los geodatos transformados aparecerán en la lista del panel Contents y en el visor de mapas o panel Map.



Los colores pueden variar.

Transformar geodatos desde el datum PR 1940

En casos necesarios, el proceso para **transformar coordenadas** desde el datum **PR 1940** a un datum más moderno es análogo a lo anteriormente expuesto. Si el geodato en PR_1940 se va a usar en procesos de análisis (geoprocessing) se requerirá su transformación de coordenadas desde PR 1940 (modificado a metros) a NAD3(1986) y luego aplicar las demás transformaciones hasta llegar a la última NAD83(2011).

Antes, asegúrese de usar una **versión modificada** del sistema [EPSG:3991](#). Como se discutió anteriormente la unidad de medida es el **metro**. Se supone que ArcGIS Pro devuelva el **False Easting modificado**. El resto de los parámetros se quedarán iguales.

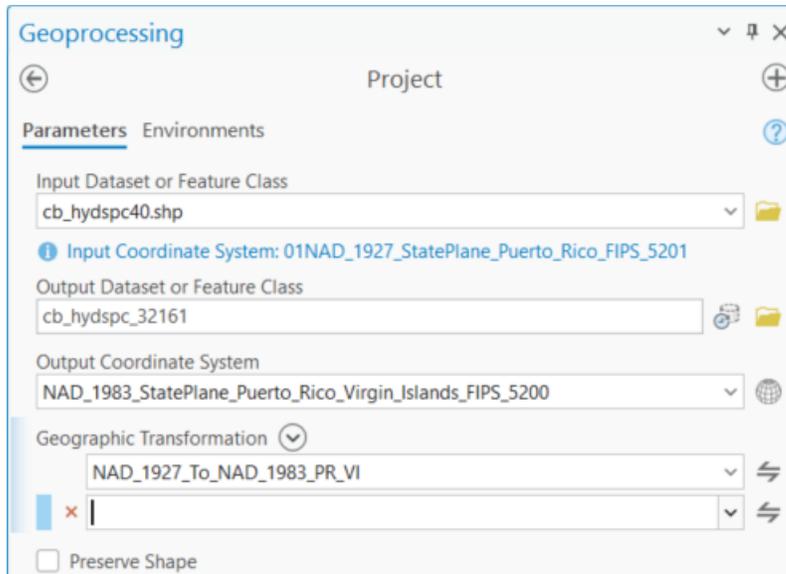
▼ Spatial Reference

Projected Coordinate System	01NAD_1927_StatePlane_Puerto_Rico_FIPS_5201
Projection	Lambert Conformal Conic
Authority	Custom
Linear Unit	Meters (1.0)
False Easting	152400.3048006096
False Northing	0.0

Estos cambios harán que el geodato sea ubicado correctamente.

Como mencionamos antes, en la versión ArcGIS Pro 3.6.1 se incluye la definición correcta del sistema SPCS PR1940.

En este ejemplo, el geodato cb_hydspc40 está registrado en coordenadas del sistema estatal de coordenadas planas para Puerto Rico e Islas Vírgenes (menos Santa Cruz, que tiene su propia zona). La unidad es el metro y su “false Easting” está modificado como mencionamos. Puede usar este geodato cb_hydspc40 como plantilla para otras transformaciones o modificar la definición del sistema 3991.



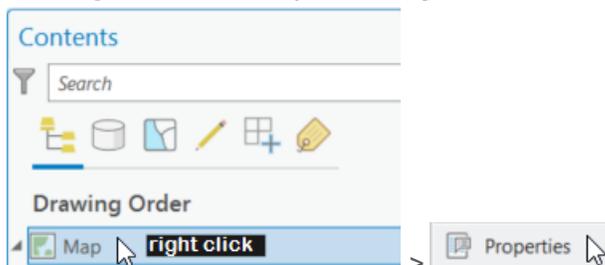
El geodato de salida estará en [EPSG:32161](#). Solo necesitamos un paso para transformar desde PR_1940 al NAD83(86). Si desea transformar al último NAD83 tendrá que aplicar el resto de las transformaciones.

Modificar la definición del sistema PR State Plane 5201 US Feet de ArcGIS

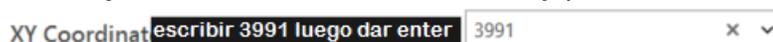
NOTA: Este texto aplica a versiones de ArcGIS Pro **anteriores** a la 3.6.1.

Como hemos discutido antes, este sistema está en el grupo de estados y territorios de EEUU y por error u omisión definieron el sistema EPSG:3991 en US Survey Feet en lugar de usar el metro. Podemos cambiar esta definición si hacemos una copia de la definición y luego modificarla. Primero debemos abrir las propiedades del map panel y buscar el sistema en la lista de sistemas de coordenadas para copiarlo y modificarlo.

- Para **redefinir** este sistema [EPSG:3991](#), diríjase al **panel Contents** y
 - Haga **right click** en el nombre del mapa (**Map** en este caso).
 - Haga **click** en la opción **Properties**.



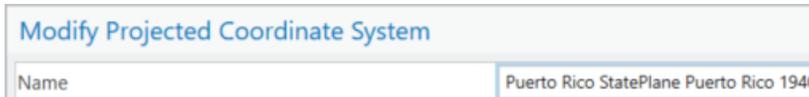
- En la forma **Map Properties** que aparecerá, haga **click** en el tab **Coordinate Systems**
- En la caja de texto **Search** escriba **3991** y presione **enter**.



- Haga **right click** en el ítem que aparece y escoja la opción **Copy and Modify**.
- Luego escoja la opción **Copy and Modify**.



- En la forma **Modify Projected Coordinate System**:
En la sección **Name** modifique el nombre a: **Puerto Rico StatePlane Puerto Rico 1940**



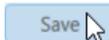
- En la sección **Linear unit** escoja **Meters** en la lista. En la sección **Meters per unit** debe ser **1**.



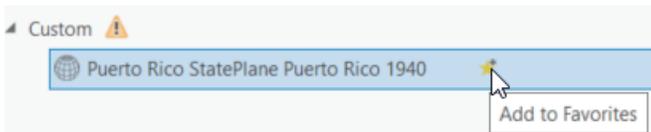
- Al cambiar a metros, la sección **False Easting** cambiará a **152400.3048** y un poco más:



- Es todo lo que hay que cambiar. Presione el botón **Save** para guardarlo.



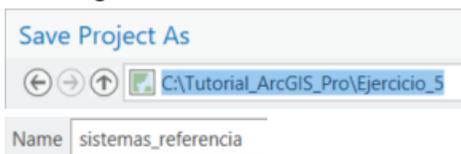
- Aparecerá en la lista de esta manera como un sistema "**Custom**" o **modificado**.
- Haga **click** en la opción **Add to Favorites** para que tenga este sistema a mano en caso de necesitarlo.



- Con esto terminamos este capítulo. Guarde su proyecto para guardar el modelo.
- Haga **click** en el botón **Save** y



- Asígnale el nombre **sistemas_referencia.aprx** dentro del folder **Ejercicio_5**.



- Luego presione el botón **Save** para guardarlo.



Preguntas

1. Menciona dos o más aspectos importantes de la Ley 184 de 2014?

2. ¿Cuáles son los principales tipos de distorsión cuando se usan las proyecciones cartográficas?

3. Mencione otras proyecciones cartográficas comunes

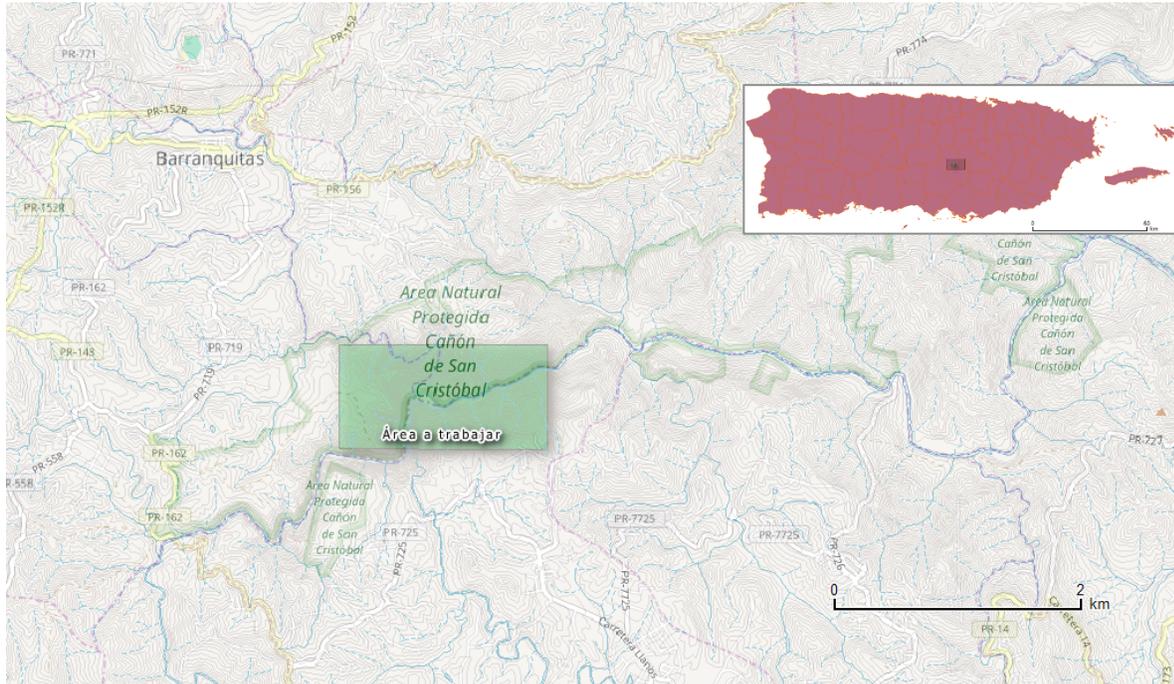
4. ¿Cómo podemos averiguar (en ArcGIS Pro) cuál es el sistema de referencia espacial que usa un layer?

5. ¿En qué situaciones se recomienda re proyectar de forma permanente un layer/feature class/shapefile?

Ejercicio VI: Entrada de datos

Introducción

En este ejercicio haremos entrada de datos usando un extracto del mapa geológico del cuadrángulo de Barranquitas. El extracto de mapa geológico está localizado en el **Cañón de San Cristóbal** en el río Usabón, entre los **municipios de Barranquitas y Aibonito**. El mapa geológico completo está disponible en formato PDF en el Internet, a través del enlace <http://pubs.usgs.gov/imap/0336/plate-1.pdf>.



Fuentes: OpenStreet Maps, US Geological Survey (contornos), Junta de Planificación (municipios, 2015)

Los **mapas geológicos** tienen mucha información: **unidades geológicas, fallas, yacimientos minerales** y símbolos que representan información de interés para análisis geológico. Con este extracto de mapa geológico previamente preparado, se trazarán las **unidades geológicas** en **polígonos** y los **minerales** mediante **puntos**.

La manera más fácil de digitalizar las **unidades geológicas** y otros geodatos en polígonos es mediante el **trazado de líneas**. La digitalización directa usando polígonos puede ser confusa y frustrante al principio. Por tal razón, es mejor trazar las líneas y luego producir polígonos a través de líneas cerradas. Ya veremos esto más adelante.

Qué significa el concepto tolerancia en términos de gestión y análisis de datos geográficos

El concepto importante en la gestión, análisis y entrada de datos geográficos es la **tolerancia** (**nivel de error, incertidumbre, capacidad para distinción**). Discutiremos este tema en este capítulo por las siguientes razones:

- 1) Por ejemplo, los geodatos se producen o derivan regularmente **mediante fuentes de información con diferentes niveles de detalle** o escalas fijas que no podrán ser mejoradas por más que acerquemos (zoom in) al geodato.
- 2) Por otra parte, los **instrumentos** que registran posicionamientos nos dan una **exactitud máxima** que está limitada por su precisión y tampoco podemos mejorarla.
- 3) Como regla general, podemos establecer la **tolerancia** para geodatos como **1/10 de la exactitud del geodato más exacto disponible**. Referencia: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/topologies/topology-in-arcgis.htm>
- 4) En **términos de análisis geográfico** no aplica lo anterior (#3). Al entrecruzar geodatos, el geodato con mayor nivel de error prevalece sobre los demás, aunque los otros tengan mayor exactitud.

Tareas:

- **Generar tres feature classes** desde el panel Catalog:
 - **Bordes de las unidades geológicas**
 - **Polígonos de las unidades geológicas**
 - **Minerales (puntos)**
- Asignar **dominio** o lista de valores para facilitar y validar la entrada de datos.
- Establecer el **ambiente de enganche/tolerancia** (**snapping environment**) para **evitar errores geométricos**
- Digitalizar **bordes de unidades geológicas** usando líneas
- **Derivar polígonos** de las unidades geológicas **mediante líneas**
- **Calcular valores** de otros campos de la tabla de unidades geológicas **en ristra** mediante *Field Calculator*.

Diccionario de datos

En este ejercicio los geodatos de mayor importancia son: las **unidades geológicas** y los **yacimientos**. El geodato de **límites de unidades** sirve para generar los polígonos del geodato de unidades geológicas.

Antes de generar los geodatos, debemos dedicar un tiempo al diseño de sus **estructuras de datos**, es decir cuál será el **tipo de geometría** que vamos a utilizar para registrar las ubicaciones y **cuáles** serán los **campos** necesarios en las **tablas de atributos**.

Geodato	Nombre en la gdb	Tipo de geometría
Bordes de unidades geológicas	limites	Línea
Unidades geológicas	unidades_geologicas	Polígono
Minerales	minerales	Punto

Tablas de atributos

A continuación mostramos los atributos de las tablas de los geodatos.

- **Límites de unidades geológicas:** No es necesario añadir campos. Tendrá los campos que ArcGIS Pro genera por defecto.
- **Unidades geológicas:** Añadiremos los siguientes campos:

Campo	Descripción	Tipo de dato	Extensión	Dominio
geol_codigo	Código ID de la unidad geológica	Texto	10	unidades_geologicas
geol_unidad	Nombre de la unidad geológica	Text	255	No se asignará dominio.
geol_periodo	Periodo geológico	Text	100	No se asignará dominio.

Los campos geol_unidad y geol_periodo se completarán de forma semi automática. Para esto, aplicaremos pequeños programas "coding scripts" para para actualizar sus contenidos. En licencias ArcGIS Pro Standard y Advanced se puede construir reglas de atributos para llenar automáticamente los récords de la tabla. Esta opción no la usaremos, dado a que este tutorial no está por encima de las funcionalidades de una licencia ArcGIS Pro Basic.

- **Minerales:**

Campo	Descripción	Tipo de dato	Extensión	Dominio
Yacimiento	Yacimiento	Texto	100	No se asignará dominio.

Crear nuevo proyecto ArcGIS Pro

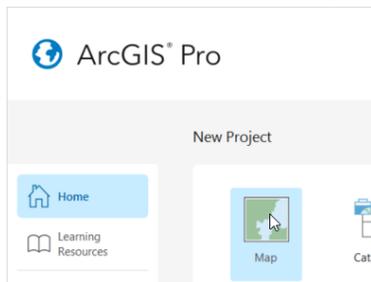
Como se mencionó, estos dominios se definen a nivel de la geodatabase. Comencemos por abrir una nueva sesión de ArcGIS Pro.

- Para comenzar, **abra** una **sesión** de ArcGIS Pro **con un mapa**.



click en el icono.

- Click en el botón **Map**



- En la forma **New Project**, escriba el nombre del proyecto: **geología**.



- En la sección **Location** de esta forma use el botón **Browse** para **localizar e ingresar** el folder **Ejercicio_6**.



- En la forma **New Project Location** busque y seleccione (**click**) el folder **Ejercicio_6**



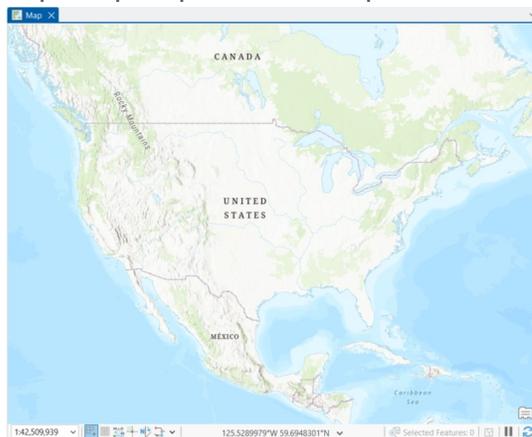
- Mantenga **check** en la opción **Create a folder for this local project**. Esto ayuda a la organización del proyecto y es buena práctica ante la posibilidad de compartir los datos del proyecto.



- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los parámetros y **crear** el **proyecto** dentro del directorio **Ejercicio_6**.



- Espere que aparezca el mapa de fondo centrado en EEUU en el panel o tab Map.

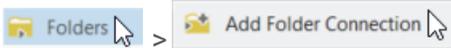


Añadir referencia al folder Ejercicio_6

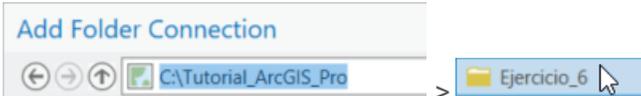
- Añada una **referencia** al **folder Ejercicio_6**. Haga **click** en el tab del panel **Catalog**.



- Luego haga **click** en la sección **Folders** y escoja la opción **Add Folder Connection**.



- En la forma **Add Folder Connection** añada el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_6**.



- Haga **click** en el botón **OK** para integrar este folder a la lista de conexiones de directorios.



Añadir referencia a la geodatabase Exer_6.gdb y convertirla en la geodatabase por defecto

- Haga **right click** en el ítem **Databases** y escoja la opción **Add Database**



- En la forma **Select Existing Geodatabase** localice y seleccione (**click**) la geodatabase **Exer_6.gdb**.



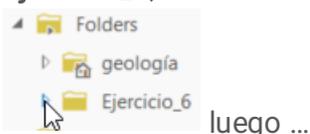
- Cuando aparezca esta geodatabase en la lista **Databases**,
- Haga **right click** en la geodatabase **Exer_6.gdb** y escoja la opción **Make Default**.



Añadir layer file lyrx al panel Map

Un archivo layer (lyrx) es una manera de guardar la referencia a un geodato, simbologías, selecciones y etiquetas. Al integrar un layer file al visor, veremos el geodato con los elementos ya mencionados. Como se trata de una referencia al geodato, éste debe existir y estar disponible en disco o en la red interna, o disponible por Internet.

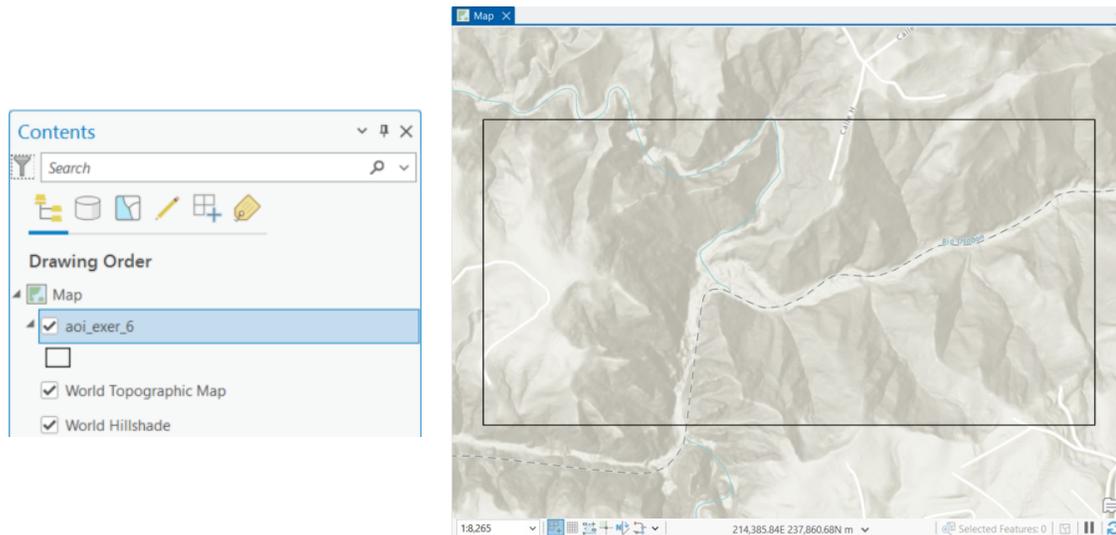
- Aún en el **panel Catalog**, **regrese** al nodo **Folders** y **expanda** el nodo del folder **Ejercicio_6**,



- Haga **right click** en el archivo **aoi_exer_6.lyrx** y escoja la opción **Add To Current Map** para que aparezca en el **map Panel** o visor de geodatos y fijar la extensión territorial.



Como vimos en la parte introductoria de este capítulo, esta área de interés (aoi en inglés) está localizada en un tramo del [Cañón de San Cristóbal](#). En este lugar pasa el río Usabón y es el límite entre los **municipios** de **Barranquitas** y **Aibonito**.



Dominios

Un mecanismo eficaz para **validar los datos** es establecer un **conjunto de valores permitidos para evitar la posibilidad de ingresar errores desde el inicio**. Este es el **propósito de los dominios**. En nuestro caso, en lugar de escribir códigos, el usuario escogerá el valor correspondiente de una lista.

Los dominios se establecen a nivel de la geodatabase. Esto quiere decir que los feature classes dentro de la geodatabase tendrán acceso a uno o más dominios. En esta práctica vamos a definir un dominio que será una lista de 6 códigos de unidades geológicas. La figura siguiente muestra el dominio que vamos a hacer junto con la lista de valores.

Domain Name	Description	Field Ty	Domain Type	Split Policy	Merge P	Code	Description
unidades_geologicas	Unidades geológicas	Text	Coded Value Domain	Duplicate	Default	KIts	KIts
Click here to add a new domain.						Kpr	Kpr
						Kr	Kr
						Krq	Krq
						Qat	Qat
						Qd	Qd

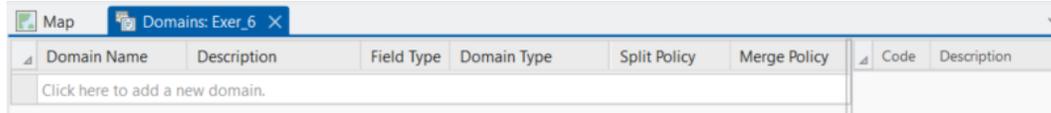
Ejemplo del **dominio "unidades_geologicas"**. A la derecha está la lista de valores

permitidos que serán ingresados en el campo **geol_codigo** del feature class **unidades geológicas**.

- Para generar un dominio haga **right click** en la geodatabase **Exer_6.gdb** y escoja la opción **Domains**.



ArcGIS Pro abrirá en el centro de su interfaz gráfica un **panel de Dominios** donde verá una lista vacía de dominios a la izquierda y a la derecha, otro espacio vacío de códigos y descripciones.



- Para ingresar un **dominio nuevo** haga **click** en el espacio que lee: **Click here to add a new domain**.



- En la caja de texto bajo **Domain Name** escriba **unidades_geologicas**.
 - Bajo **Description** escriba **Unidades geológicas**,
 - Bajo **Field Type** escoja **Text**,
 - Bajo **Domain Type** escoja la opción **Coded Value Domain**,
 - Bajo **Split Policy** escoja **Duplicate**,
 - Bajo **Merge Policy** escoja **Default**



Domain Type: Coded Value Domain: Se refiere a que el dominio está compuesto de **códigos**; no son números que se usan en operaciones matemáticas.

Split Policy: Duplicate hace una copia del valor existente al momento de dividir un elemento o geometría no puntual.

Merge Policy es la contraparte de Split Policy, ya que se refiere a eventos donde se consolidan geometrías.

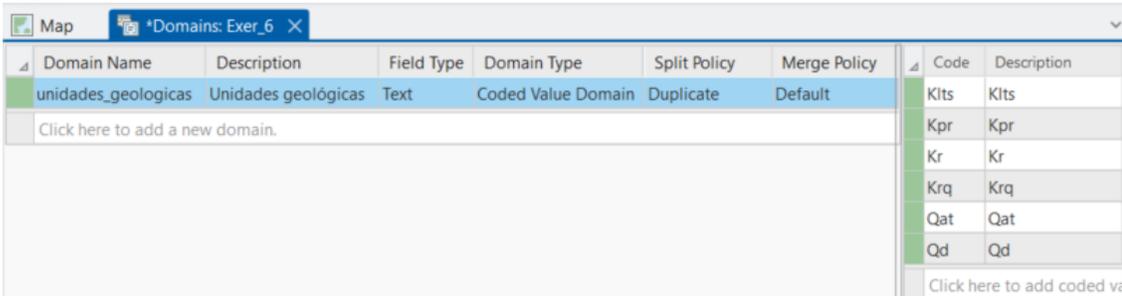
Pasemos a añadir los ítems de la lista del dominio donde añadiremos los códigos. Usualmente se escribe el código y la descripción del código. Sin embargo, si hacemos esto **solo veremos la descripción** en el campo de códigos. Es decir, al momento de escoger de la lista el código, el usuario verá en la lista la descripción y no el código, aunque lo que se guarde sea el código. Ese no fue el diseño propuesto para la tabla de atributos del geodato de unidades geológicas.

Además, **si exportamos** este geodato a otro formato, **perderemos** estas **descripciones**, lo cual pone una dificultad al compartir datos.

- A la derecha del panel **Domains**,
- Haga **click** bajo la columna **Code** y escriba **Klts**.
- Bajo la columna **Description** repita el código **Klts**.

Code	Description
Klts	Klts

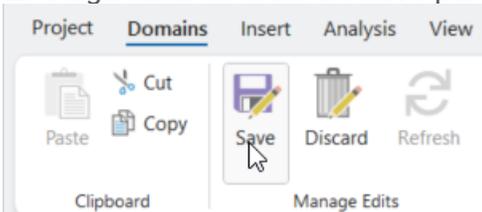
- Repita el proceso** para el resto de los códigos: **Kpr, Kr, Krq, Qat** y **Qd** como se ve en esta lista.



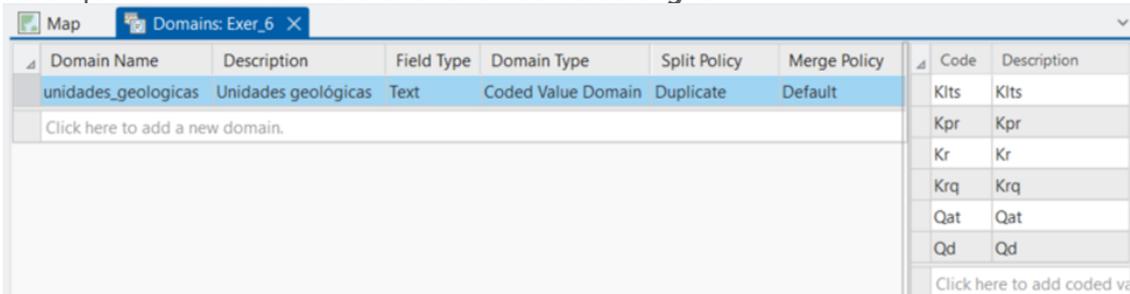
Domain Name	Description	Field Type	Domain Type	Split Policy	Merge Policy
unidades_geologicas	Unidades geológicas	Text	Coded Value Domain	Duplicate	Default

Code	Description
Klts	Klts
Kpr	Kpr
Kr	Kr
Krq	Krq
Qat	Qat
Qd	Qd

- Diríjase al grupo **Manage Edits** del ribbon asociado al tab **Domains**.
- Haga **click** en el botón **Save** para registrar este dominio en la geodatabase.



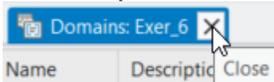
Verá que el dominio **cambiará** el color de **verde** a **gris**.



Domain Name	Description	Field Type	Domain Type	Split Policy	Merge Policy
unidades_geologicas	Unidades geológicas	Text	Coded Value Domain	Duplicate	Default

Code	Description
Klts	Klts
Kpr	Kpr
Kr	Kr
Krq	Krq
Qat	Qat
Qd	Qd

- Cierre el panel **Domains**:



Ya que tenemos idea de los **geodatos** que vamos a **generar, registramos** el **dominio** y **vimos** los **diccionarios** de **datos**, pasemos a la próxima sección para comenzar a generar los feature classes.

Generar feature classes nuevos

Los feature classes serán:

- **límites de unidades geológicas** (líneas), que luego darán paso a las:
- **unidades geológicas** (polígonos) y
- **minerales** (puntos).

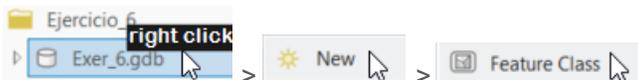
Comenzaremos por el más complicado: **unidades geológicas** porque vamos a **asignarle un dominio**. Luego aplicaremos los **códigos** para usar su contenido para actualizar los demás campos.

En las licencias ArcGIS Pro *Standard* y *Advanced* podemos construir [reglas de atributos](#) para llenar automáticamente las demás columnas y filas de la tabla. Esta opción no la usaremos, dado a que este tutorial está restringido a las capacidades de la licencia Basic.

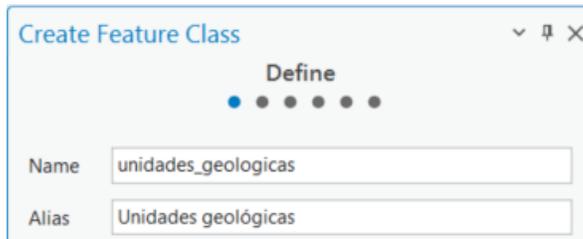
Generar geodato vacío de unidades geológicas

Para generar el geodato de **unidades geológicas**,

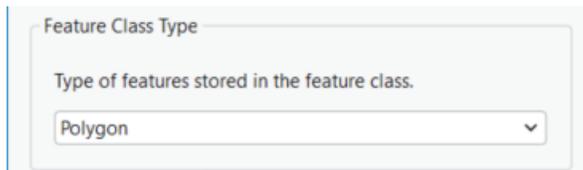
- Haga **right click** en la geodatabase **Exer_6.gdb** y
- escoja la opción **New** y luego **Feature Class**



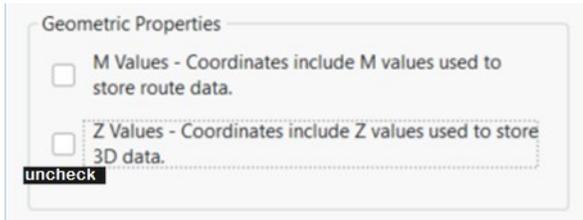
- En el panel **Create Feature Class** que aparecerá,
- Escriba **unidades_geologicas** en la caja de texto **Name**:
- Escriba **Unidades geológicas** en la caja de texto **Alias**



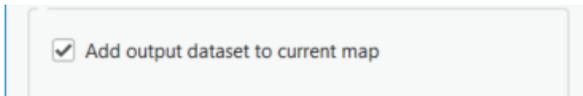
- En la sección **Feature Class Type**, escoja la opción **Polygon** porque las unidades geológicas son principalmente áreas definidas en los mapas geológicos.



- En la sección **Geometric Properties** haga **uncheck** en la opción **Z values**. Aparece check por defecto pero no es necesario para este ejemplo.



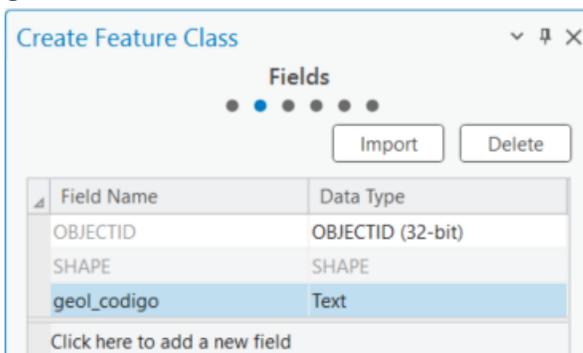
- Mantenga **check** en la opción **Add output dataset to current map** para que se integre a la lista de geodatos del panel **Contents** y en el visor **Map** panel.



- Haga **click** en el botón **Next** para pasar a definir los campos de la tabla del geodato.



- En el panel **Fields** haga **click** bajo **Field Name** y escriba el nombre del nuevo campo **geol_code**.



- En la sección **Field Properties** no es necesario escribir un **Alias**.



- En el apartado **Allow Null Values** escoja la opción **No**. Esto evita que se dejen espacios en blanco.



- En la sección **Default** no vamos a dejar un valor por defecto. Se puede hacer en otros casos donde se sabe cuál es el valor que más se repite.



- En la sección **Domain** escoja el dominio **unidades_geologicas** preparado en la sección anterior.



- En la sección **Length** escriba **10** para fijar la longitud del campo hasta **10 espacios**.

Length	10
--------	----

- Regrese a la sección **Field Name** e ingrese un nuevo campo: **geol_unidad**.

Bajo la columna **Data Type** escoja **Text**

Field Name	Data Type
OBJECTID	OBJECTID (32-bit)
SHAPE	SHAPE
geol_codigo	Text
geol_unidad	Text
Click here to add a new field	

- En la sección **Field Properties**
 - Escoja **No** en el parámetro **Allow Null Values**.
 - En el parámetro **Length** escriba **255**.

Field Properties	
Alias	
Allow Null Values	No
Default	
Domain	
Length	255

- Regrese a la sección **Field Name** e ingrese un nuevo campo: **geol_periodes**.

Bajo la columna **Data Type** escoja **Text**

Field Name	Data Type
OBJECTID	OBJECTID (32-bit)
SHAPE	SHAPE
geol_codigo	Text
geol_unidad	Text
geol_periodes	Text

- En la sección **Field Properties**
 - Escoja **No** en el parámetro **Allow Null Values**.
 - En el parámetro **Length** escriba **100**.

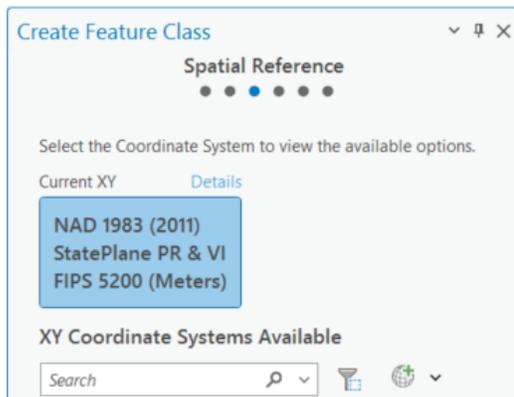
Field Properties	
Alias	
Allow Null Values	No
Default	
Domain	
Length	100

- Haga **click** en el botón **Next** para pasar a definir el **sistema de coordenadas** del geodato.



- En el panel **Spatial Reference** deberá aparecer el sistema **NAD 1983 (2011) StatePlane PR & VI FIPS 5200 (Meters)**. Este es el sistema que vamos a utilizar. Si no aparece este sistema, escriba 6566 en la caja de texto Search y escoja este sistema

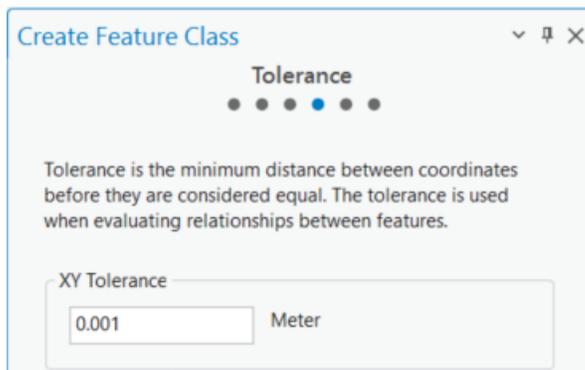
mencionado.



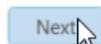
- Haga **click** en el botón **Next** para pasar al panel **Tolerance**.



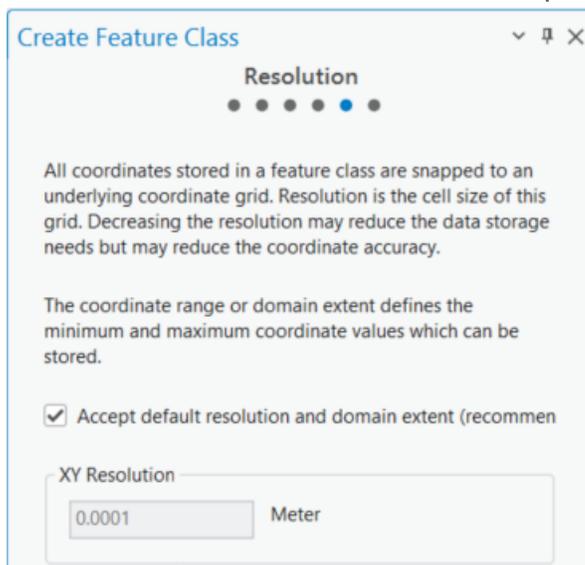
- No es necesario** cambiar la tolerancia.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Resolution**.



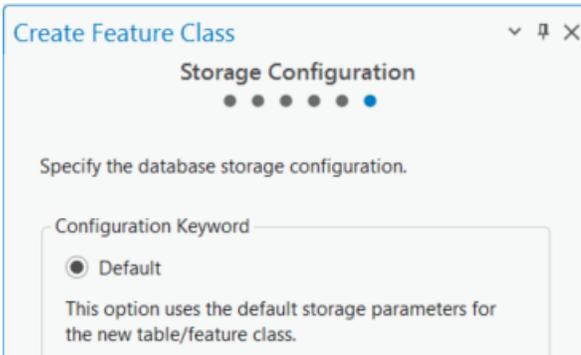
- No es necesario** hacer cambios en este panel **Resolution**.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Storage Configuration**.



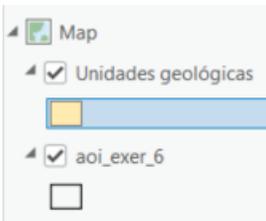
- En este panel no cambiaremos nada



- Haga **click** en el botón **Finish** para terminar de registrar este geodato de **unidades geológicas**.



El geodato aparecerá en la lista de layers en el panel **Contents**.

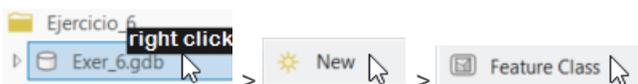


No se ve nada en el visor porque el geodato no tiene contenido aún, ya que no hemos ingresado datos.

Generar geodato de yacimientos minerales

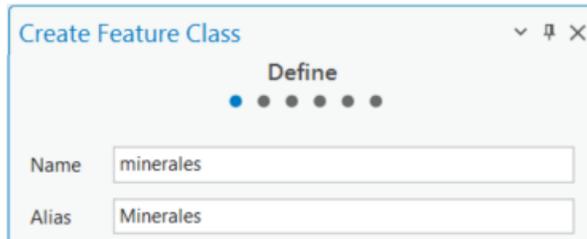
Pasemos a definir el geodato de **yacimientos minerales**.

- Para generar el geodato de **minerales**,
 - Haga **right click** en la geodatabase **Exer_6.gdb** y escoja la opción **New** y luego **Feature Class**

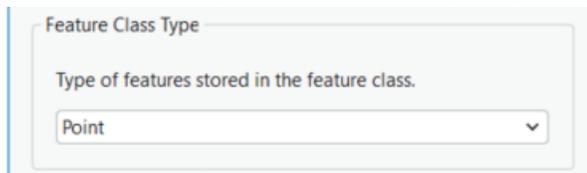


- En el panel **Create Feature Class** que aparecerá,
 - Escriba **minerales** en la caja de texto **Name**:

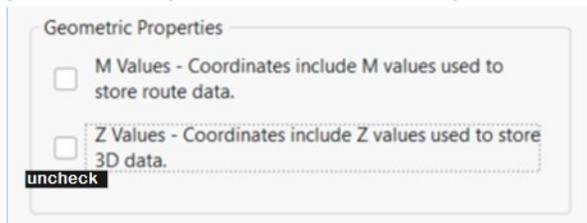
- Escriba **Minerales** en la caja de texto **Alias**



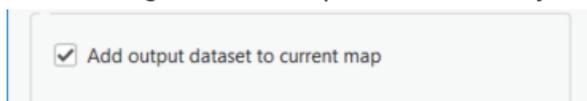
- En la sección **Feature Class Type**, escoja la opción **Point** ya que usualmente son áreas definidas como puntos en los mapas geológicos.



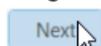
- En la sección **Geometric Properties** haga **unchecked** en la opción **Z values**. Aparece check por defecto pero no es necesario para este ejemplo.



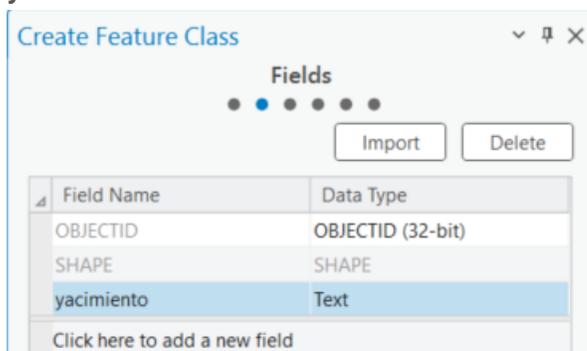
- Mantenga **check** en la opción **Add output dataset to current map** para que se integre a la lista de geodatos del panel **Contents** y en el visor **Map** panel.



- Haga **click** en el botón **Next** para pasar a definir los campos de la tabla del geodato.



- En el panel **Fields** haga **click** bajo **Field Name** y escriba el nombre del nuevo campo **yacimiento**.

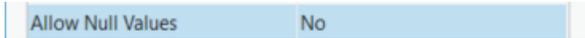


Field Name	Data Type
OBJECTID	OBJECTID (32-bit)
SHAPE	SHAPE
yacimiento	Text

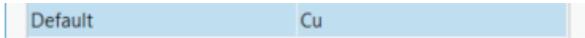
- En la sección **Field Properties** no es necesario escribir un **Alias**.



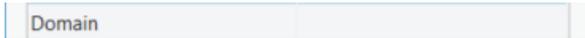
- En el apartado **Allow Null Values** escoja la opción **No**. Esto evita que se dejen espacios en blanco.



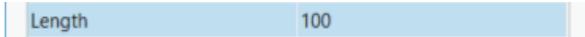
- En la sección **Default** escriba **Cu** como valor por defecto, ya que sabemos de antemano que es el único yacimiento en este lugar.



- En la sección **Domain** déjelo **en blanco**.



- En la sección **Length** escriba **100** para fijar la longitud del campo hasta **100 espacios**.

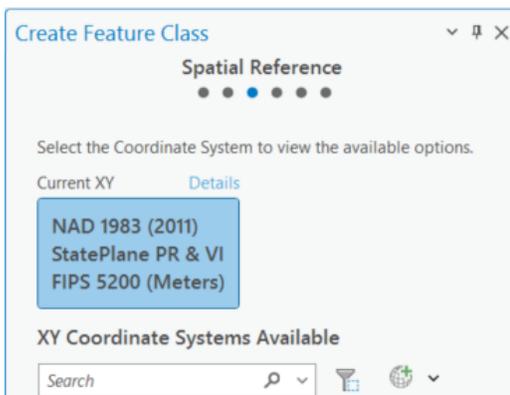


- Haga **click** en el botón **Next** para pasar a definir el **sistema de coordenadas** del geodato.



- En el panel **Spatial Reference** deberá aparecer el sistema **NAD 1983 (2011) StatePlane PR & VI FIPS 5200 (Meters)**. Este es el sistema que vamos a utilizar.

Si no aparece este sistema, escriba **6566** en la caja de texto **Search** y escoja este sistema mencionado.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Tolerance**.



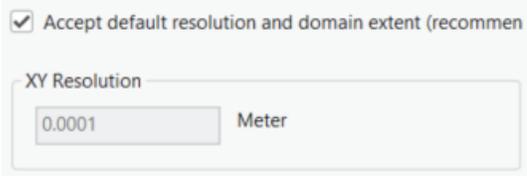
- No es necesario** cambiar la tolerancia.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Resolution**.



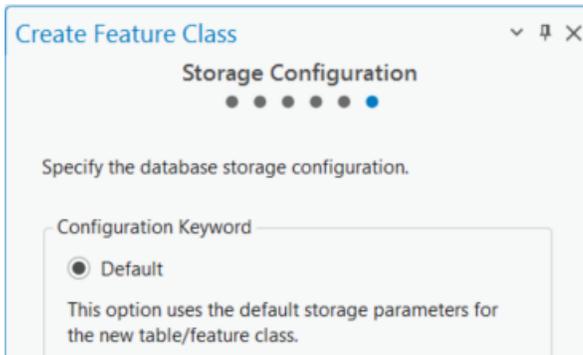
- No es necesario** hacer cambios en este panel.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Storage Configuration**.



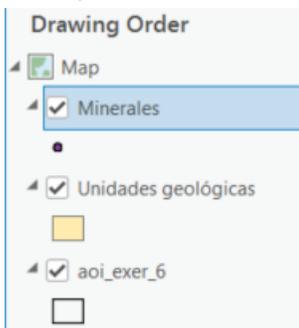
- En este panel no cambiaremos nada



- Haga **click** en el botón **Finish** para terminar de registrar este geodato de **minerales**.



El geodato aparecerá en la lista de layers en el panel **Contents**.



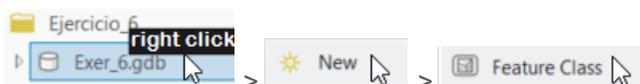
No se verá nada en el visor porque no hemos ingresado datos todavía.

Generar geodato de límites de unidades geológicas

Este será un geodato *“intermedio”* que servirá para generar los polígonos de unidades geológicas más adelante en esta práctica.

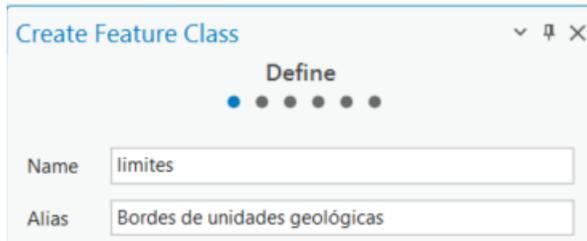
- Para generar el geodato de **límites de unidades geológicas**,
- Haga **right click** en la geodatabase **Exer_6.gdb** y escoja la opción **New** y luego

Feature Class

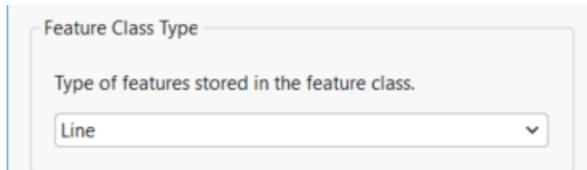


- En el panel **Create Feature Class** que aparecerá,
- Escriba **limites** en la caja de texto **Name**:

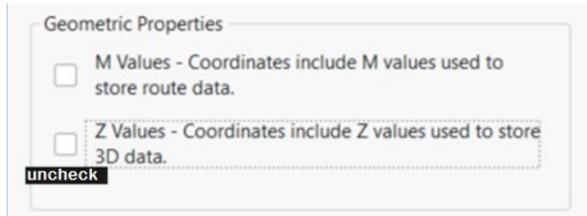
- Escriba **Bordes de unidades geológicas** en la caja de texto **Alias**



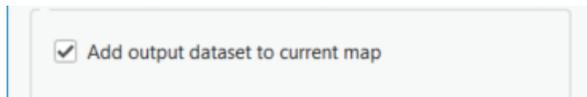
- En la sección **Feature Class Type**, escoja la opción **Line**.



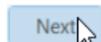
- En la sección **Geometric Properties** haga **uncheck** en la opción **Z values**. Aparece check por defecto pero no es necesario para este ejemplo.



- Mantenga **check** en la opción **Add output dataset to current map** para que se integre a la lista de geodatos del panel **Contents** y en el visor **Map** panel.

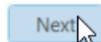


- Haga **click** en el botón **Next** para pasar a definir los campos de la tabla del geodato.



- En el panel **Fields** **NO** hay que definir ningún campo.

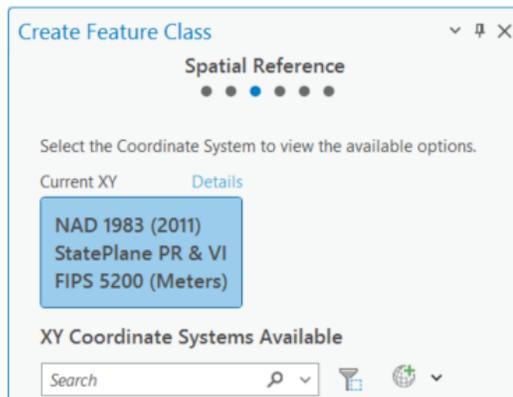
- Haga **click** en el botón **Next** para pasar a definir el **sistema de coordenadas** del geodato.



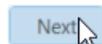
- En el panel **Spatial Reference** deberá aparecer el sistema **NAD 1983 (2011) StatePlane PR & VI FIPS 5200 (Meters)**. Este es el sistema que vamos a utilizar.

Si no aparece este sistema, escriba **6566** en la caja de texto **Search** y escoja este

sistema mencionado.



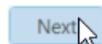
- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Tolerance**.



- No es necesario** cambiar la tolerancia.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Resolution**.



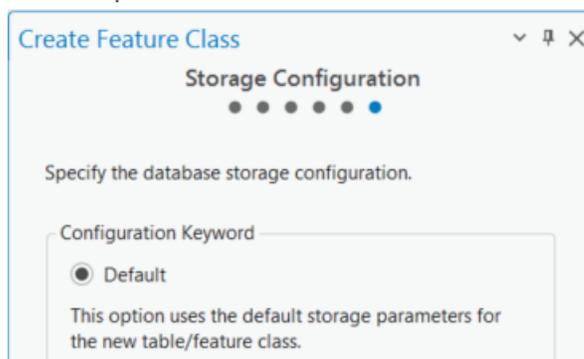
- No es necesario** hacer cambios en este panel.



- Haga **click** en el botón **Next** para que vea el panel **Storage Configuration**.



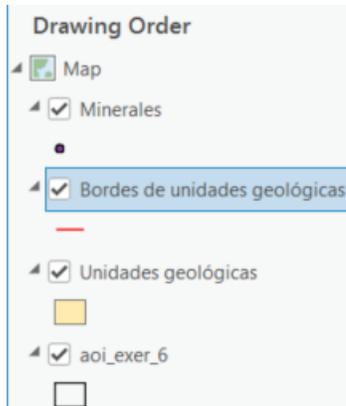
- En este panel no cambiaremos nada



- Haga **click** en el botón **Finish** para terminar de registrar este geodato de **minerales**.



El geodato aparecerá en la lista de layers en el panel **Contents**.



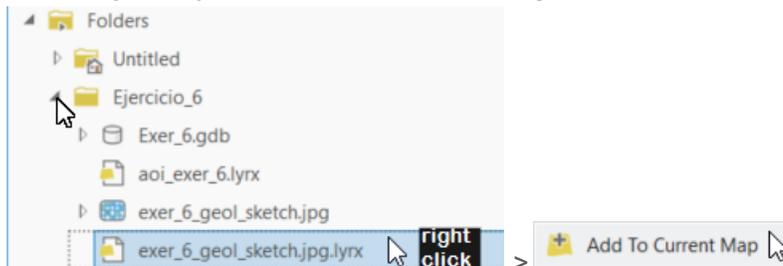
No se verá nada en el visor porque no hemos ingresado datos todavía. Cuando se ingresen todas las líneas, haremos un proceso para generar los polígonos de unidades geológicas a partir de estas líneas.

Mapa de fondo para hacer trazado

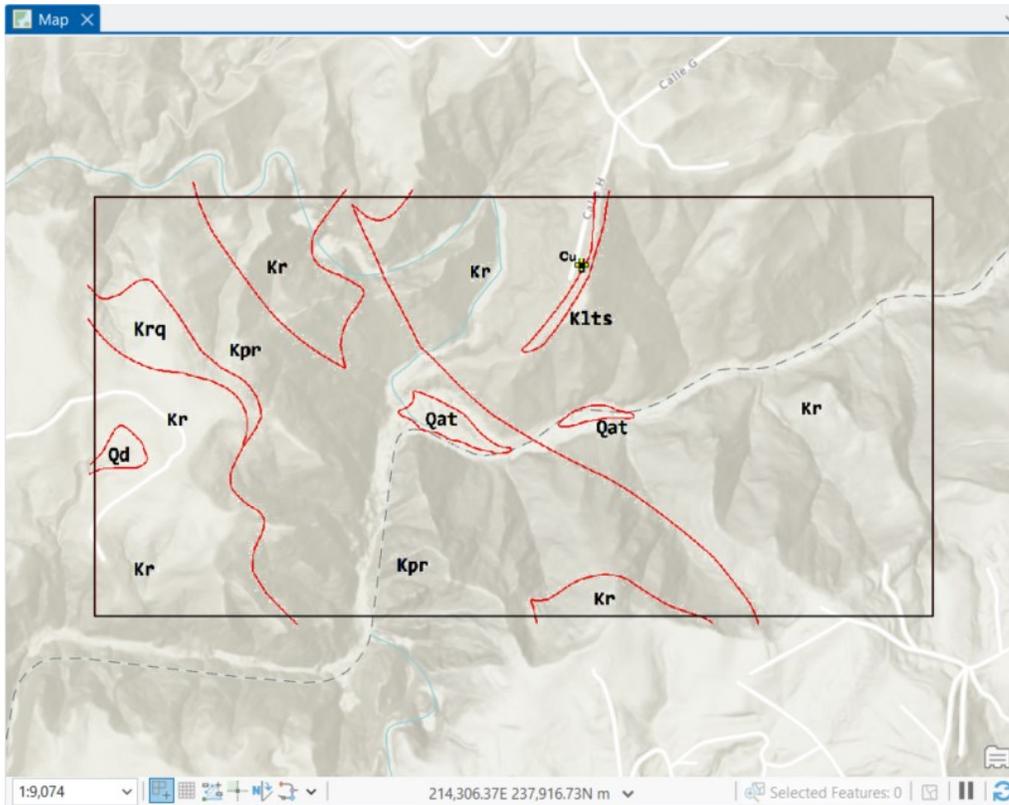
Vamos a añadir al visor un layer file que se refiere a un geodato ráster (imagen jpeg) que contiene los límites de las unidades geológicas. Realizaremos el proceso de vectorizar manualmente (trazar líneas) con este mapa de fondo.

Registraremos de este modo las líneas tal como aparecen este geodato ráster.

- Diríjase al panel **Catalog** y **expanda** el folder **Ejercicio_6**.
- Haga **right click** en el archivo **exer_6_geol_sketch.jpg.lyrx**
- Escoja la opción **Add To Current Map**



- Este **layer file** es un mapa simplificado con los límites de las unidades geológicas y el cuadro que las encierra. Además el fondo blanco (R:255,G:255,B:255) fue modificado para hacerlo transparente.

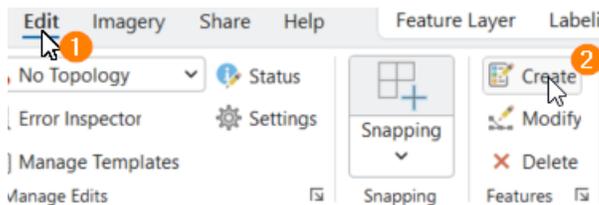


El punto negro-amarillo (Cu) representa un yacimiento de cobre. Puede ver que las áreas marcadas como "Qat" son depósitos aluvión (sedimento) en el río Usabón.

Trazar líneas para generar polígonos después

En esta parte trazaremos líneas nuevas siguiendo el patrón de las **líneas rojas** del geodato ráster, incluido el cuadro negro (aoi). Recomendamos que se tracen tal como están, **sobrepasando la caja negra**. Estas **líneas servirán para generar los polígonos de unidades geológicas** más adelante.

- Para **trazar las líneas del feature class de límites (Bordes de unidades geológicas)**,
- Haga **click** en el tab **Edit** y luego
- Click** en el botón **Create** localizado en el grupo **Features**.



- Antes, vamos a **cambiar el color** de las **líneas** para que contrasten mejor con el fondo rojo oscuro de las líneas del ráster.
- Haga **right click** en el **símbolo de línea** que está bajo del nombre del layer **Bordes de**

unidades geológicas y escoja la opción **Color Properties**.



En la forma **Color Editor**, **Color Editor**

Vaya a la caja **HEX#** copie y pegue este código de color: **03FC03**



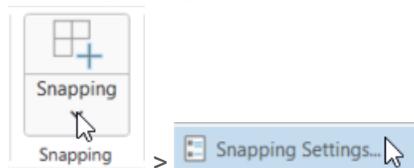
Este es un tono de verde brillante que debe contrastar con el rojo que está presente en las líneas del mapa ráster de fondo.

Snapping

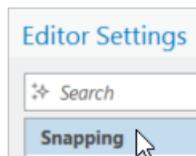
Snapping o enganche es una herramienta muy útil para crear geometrías válidas. Con esta herramienta activada, cada vez que digitalicemos un elemento nuevo, tendremos la opción de que los puntos, extremos, vértices o segmentos de línea puedan **pegarse** o **engancharse a otros vértices existentes**. El enganche se activa además para los elementos que aún no han sido terminados (**sketches**). Un **feature** es un **sketch finalizado** y **registrado** en el **feature class**.

Haga **click** en el **botón drop-down** del grupo **Snapping** del ribbon asociado al tab **Edit**.

Luego haga **click** en la opción **Snapping Settings**.



En la forma **Editor Settings** haga **click** en el tab **Snapping**.



Asegúrese que tenga activada la opción **Snap to Sketch**. *Z Snap* no es importante en estas prácticas. *XY Tolerance* = 10 Píxeles. Mantenga las demás opciones como están.



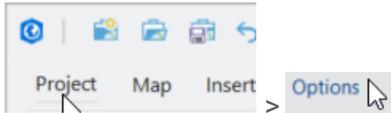
Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

Guardar datos ingresados automáticamente (Automatically save edits)

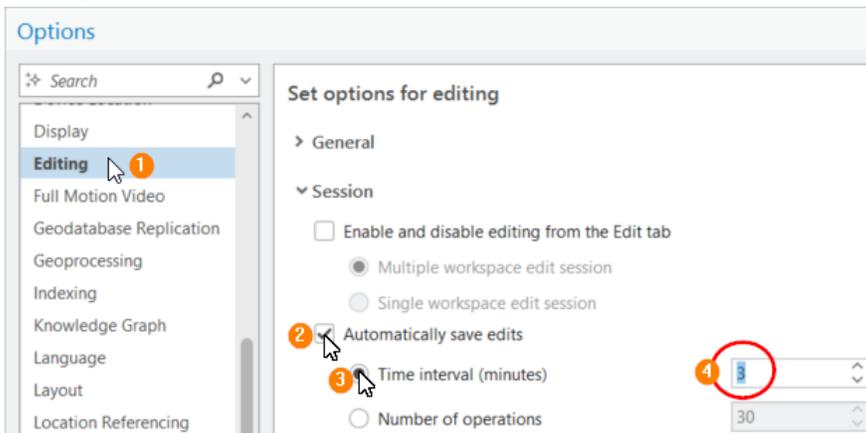
Una opción muy útil es establecer un mecanismo para guardar “casi automáticamente” el trabajo de ingresar figuras (sketches) convertidos en elementos (features).

Podemos **programar** que **ArcGIS Pro** nos **avise** cada cierta **cantidad** de **minutos** o cada cierto **número** de **operaciones** realizadas. De esta manera ArcGIS Pro nos recordará por ejemplo guardar el trabajo (**Save**) cada **3 minutos** después de la última operación de edición.

- Para establecer este "AutoSave"
 - Haga **click** en el tab **Project**, luego
 - Click** en el tab **Options**

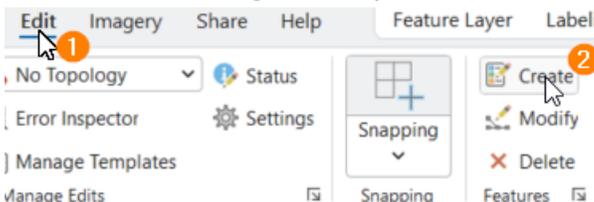


- En la forma **Options**, haga **click** en el tab **Editing**.
 - Haga **check** en la opción **Automatically save edits**.
 - Pulse el radio button **Time Interval** (minutes)
 - Ingrese **3** en la caja de texto para establecer un intervalo de 3 minutos.

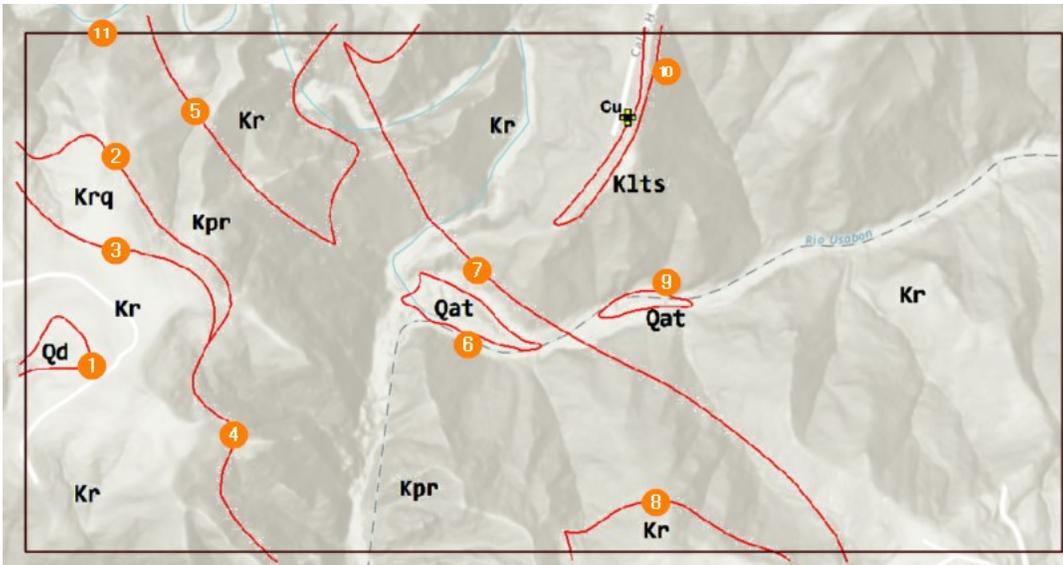


Con esta definición, cada vez que pasen 3 minutos después de la última operación, ArcGIS Pro desplegará una forma para preguntar si quiere guardar su trabajo. **El usuario decide si guarda o no el trabajo.**

- Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar este formulario. Ya que definimos el **color de las líneas**, el ambiente de enganche (**snapping environment**) y este **AutoSave**, regresemos al panel **Create Features**.
- Recuerde: Para regresar al panel **Create Features**.

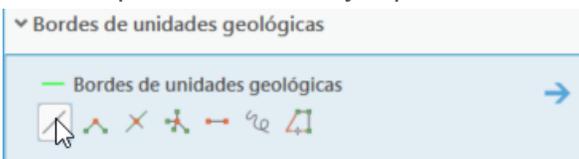


Esta es la secuencia que proponemos para completar la vectorización de líneas:

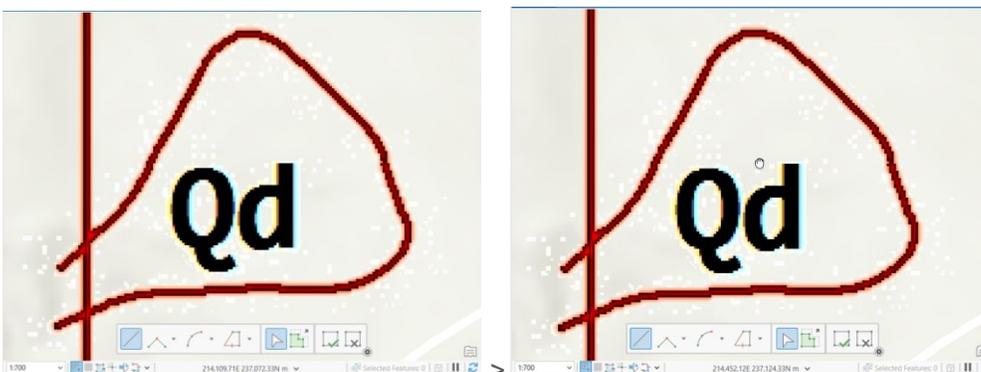


La línea #11 será una sola, dará la vuelta completa y terminará en el mismo lugar donde comience.

- Active el layer Bordes de unidades geológicas** y haga **click** en el botón de **línea**. Esta es la herramienta para crear líneas compuestas de dos o más vértices. No usaremos las demás opciones en este ejemplo.



- Use las **herramientas de navegación** para acercarse al área **Qd** del mapa: *Ruede la rueda del mouse hacia adelante* preferiblemente. Puede **centralizar** esta área si usa la **rueda como botón**. Al presionar la rueda aparece un icono de **mano** (panning) que sirve para arrastrar el mapa.



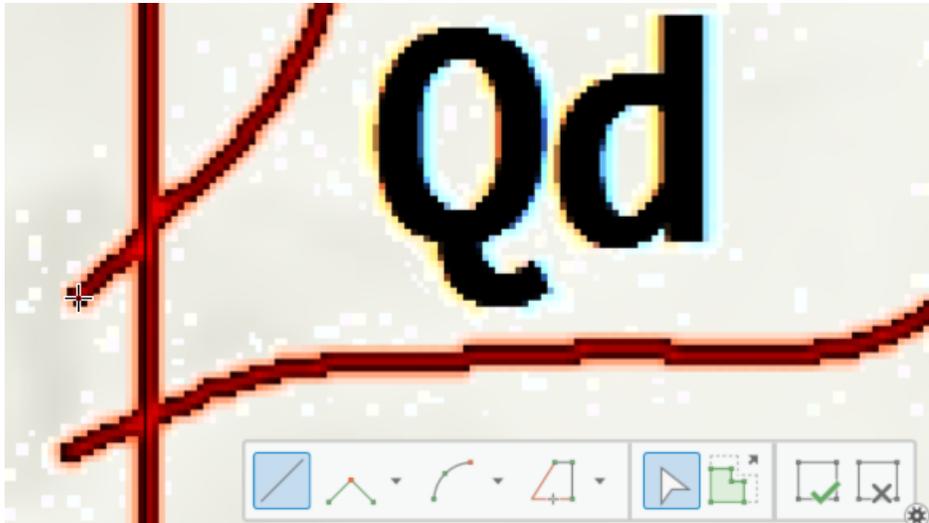
- Note además abajo en el visor la **barra de herramientas para trazar líneas**. La herramienta activa es el botón para generar líneas.



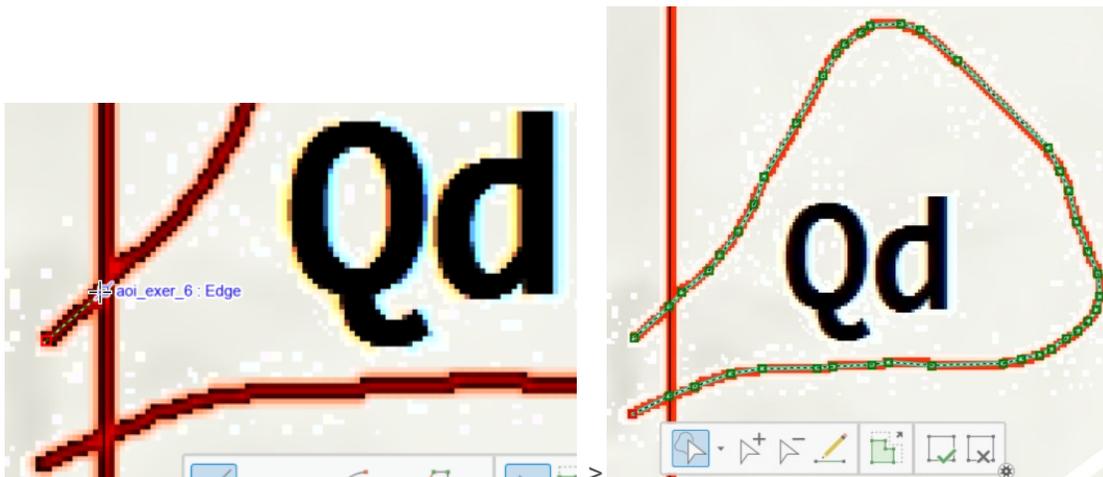
Las demás herramientas son en orden: **Crear líneas rectas, Arcos**, trazado de líneas a

partir de layers vectoriales (**trace**), *escondido bajo trace*: **digitalizar** en **modo continuo (stream)**, **modificar vértices**, **escalar un sketch** (feature no finalizado), **terminar (F2)** y **cancelar (ctr+z)**.

- Comencemos por la punta exterior de esta área. Note además



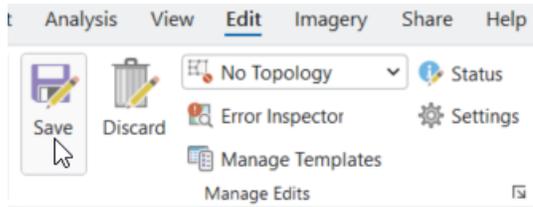
- Continúe hacia la derecha** haciendo **click** para **registrar cada vértice** de la línea **sin salirse** de la misma. Continúe hasta terminar en el otro extremo.



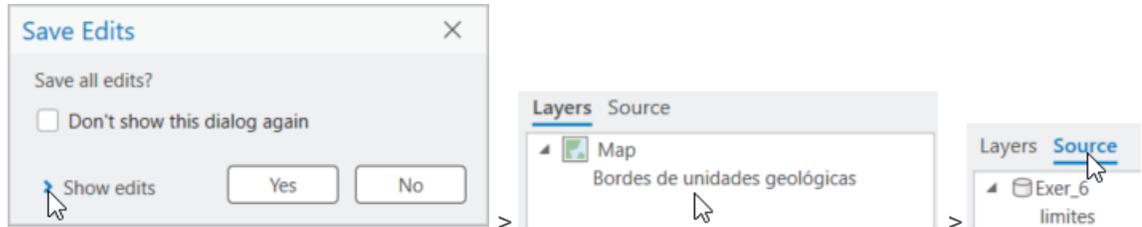
- Haga **click** en el extremo final y presione **F2** o el **botón** con el **checkmark** para **convertir** el **"sketch"** en un elemento **lineal** del **feature class**.



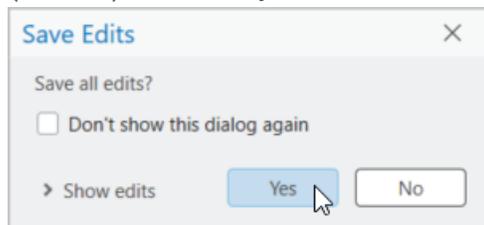
- Haga **click** en el botón **Save**, localizado en el grupo **Manage Edits** del ribbon del tab **Edit**.



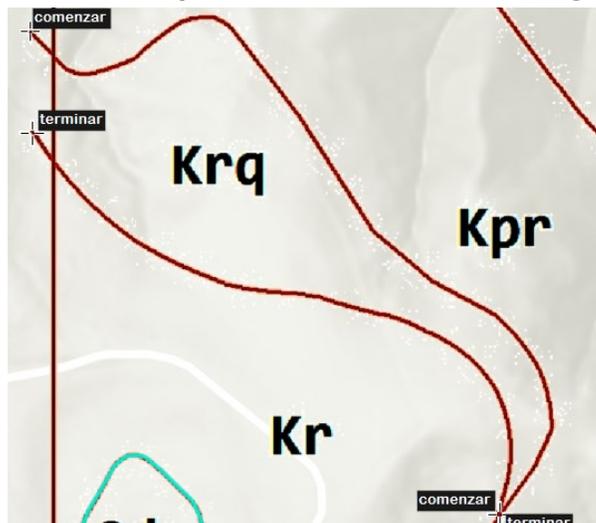
- Aparecerá la forma **Save Edits**. El nodo **Show Edits** muestra cuál ha sido el layer que recibió los cambios.



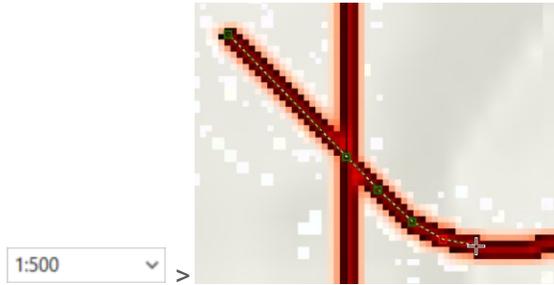
- Haga **click** en el botón **Yes** para convertir el **sketch** en un elemento geométrico (**feature**) de este layer de líneas.



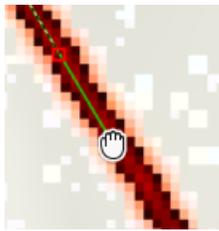
La próxima área **Krq** vamos a hacerla con dos segmentos de esta forma.



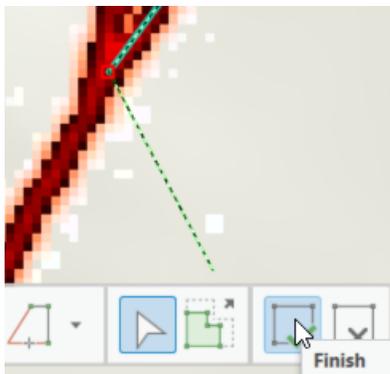
- Acérquese lo suficiente como para ver de cerca cada línea. (como a escala 1:500)



- Use la rueda del mouse como botón central para desplazarse para seguir la línea:



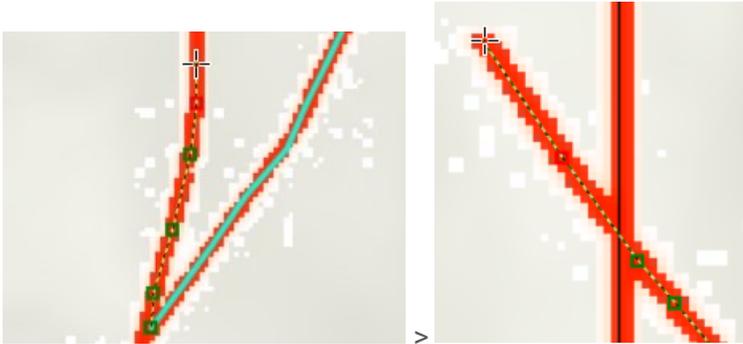
- Al llegar al extremo donde comienza la otra línea haga click en el botón **Finish** para terminar.



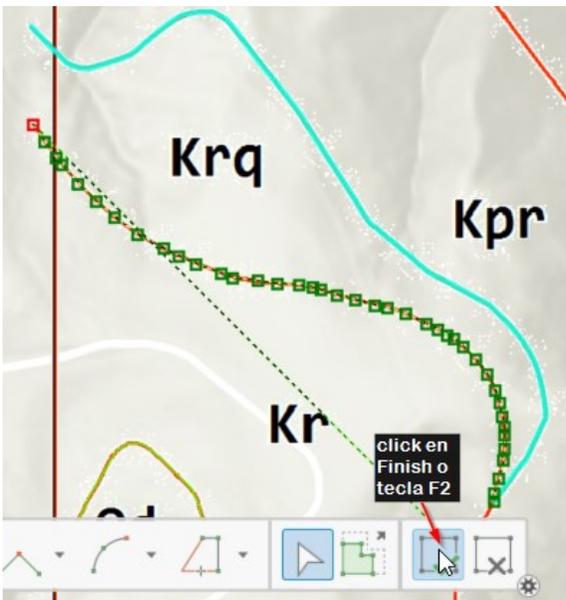
- Hagamos el **próximo segmento**. Comience por el extremo final (**endpoint**) de la línea que acabamos de añadir.



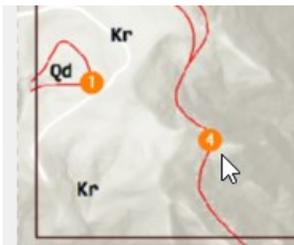
- Continúe añadiendo puntos por encima de la línea hasta el final.



- Cuando llegue al punto final de este segmento haga click en el botón Finish o presione F2.



- Según el plan, el próximo segmento será el #4:



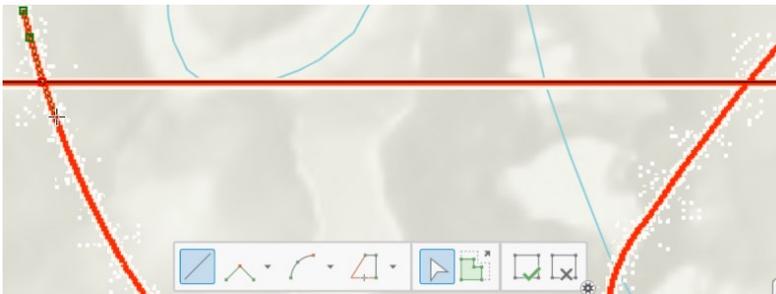
- Ingrese el **primer punto** de este segmento **en la confluencia** entre las dos líneas previamente añadidas. Añada vértices por encima de la línea hacia el sur.



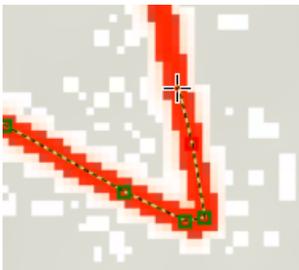
- Haga **click** en el botón **Save** para guardar su trabajo cuando ArcGIS Pro le pregunte guarda su trabajo.
- Continuando con el plan de vectorización, la línea siguiente es la #5:



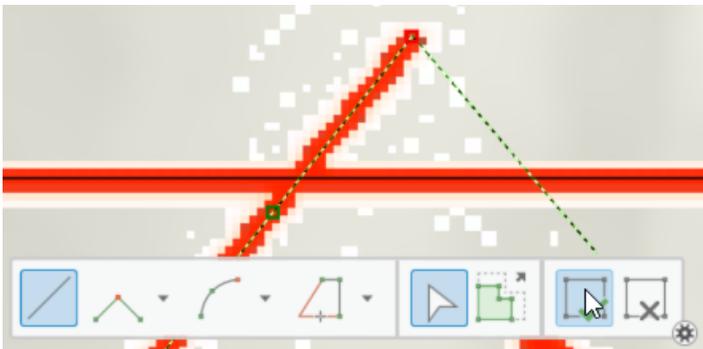
- Comience por el extremo noroeste de este segmento.



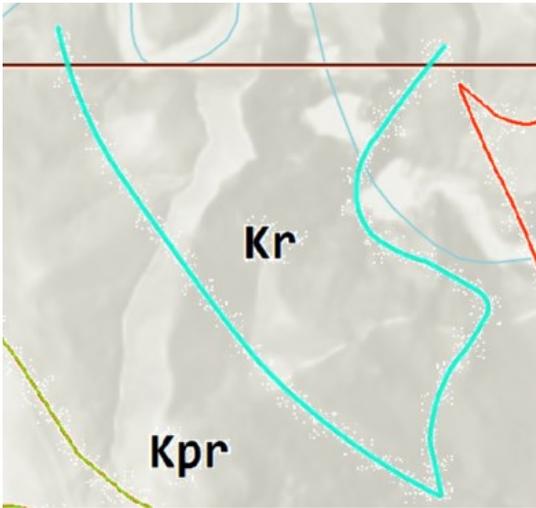
Continúe dando la vuelta por encima de la línea:



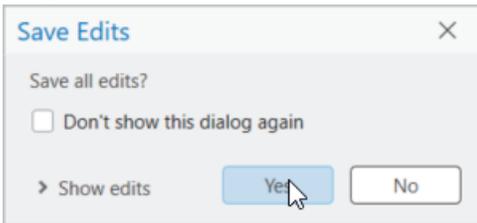
- Cuando llegue al final del segmento concluya con **click** en el botón **Finish** o **F2**.



- Segmento #5 ingresado:



- Haga **click** en el botón **Yes** cuando le aparezca el recordatorio **Save Edits**.



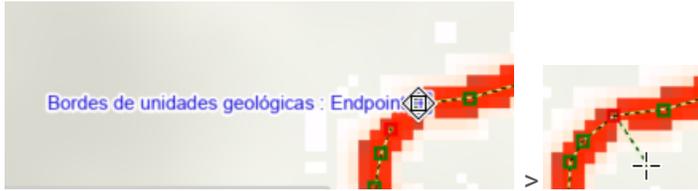
Pasemos a añadir el próximo **segmento #6**. Este es un **segmento cerrado**. Esto **significa** que **debemos juntar el vértice de inicio** (startpoint) **con el vértice final** (endpoint).



- Puede comenzar en cualquier parte, siempre y cuando termine en el mismo punto. Por ejemplo:



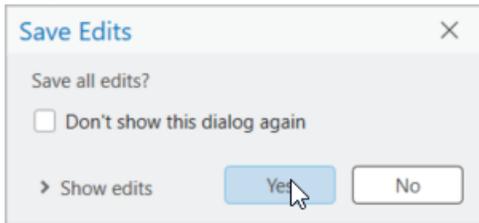
- Asegúrese** que haya añadido el **último vértice encima del primero**. Debe haber un cuadro rojo encima del vértice inicial.



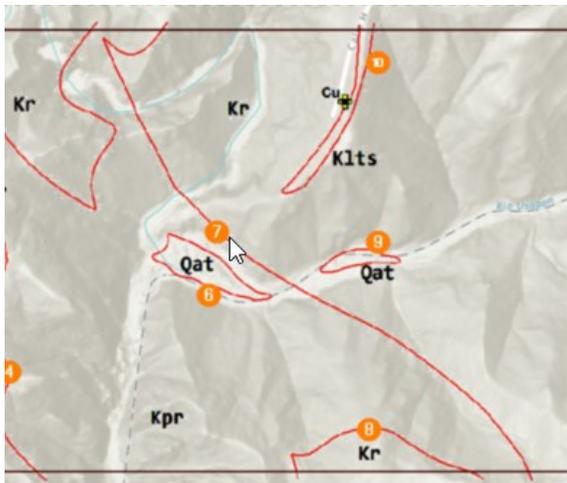
- Una vez haya registrado el **último vértice encima del vértice inicial**, haga **click** en el botón **Finish** o pulse la tecla **F2**.



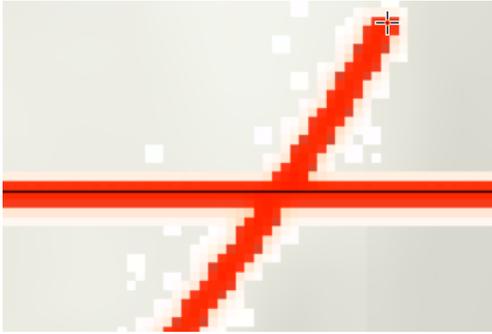
- Haga **click** en el botón **Yes** cuando le aparezca el recordatorio **Save Edits**.



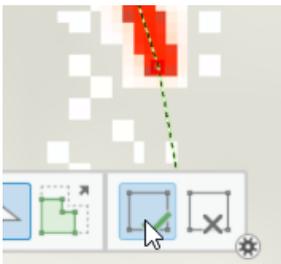
El próximo segmento #7 cruza el cuadro de norte a sur:



- Comience en el extremo norte de este segmento.



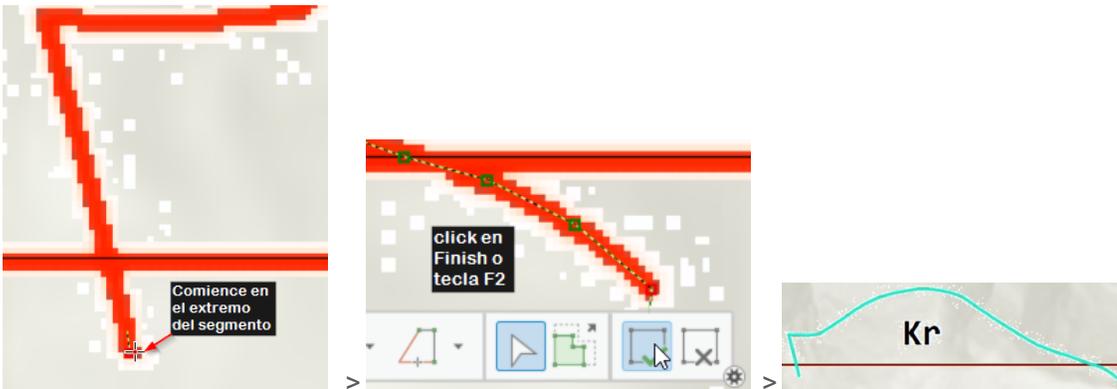
- Cuando llegue al final del segmento registre el **último vértice** y haga **click** en el botón **Finish** o la tecla **F2**.



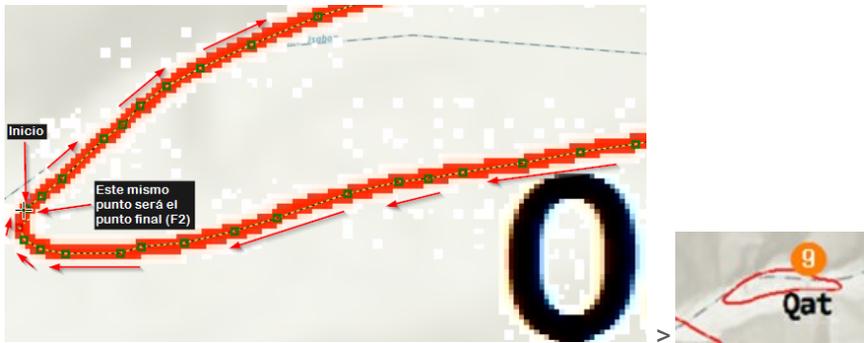
El próximo segmento #8 está en la parte sur de este cuadro (aoi).



- Para iniciar, recuerde comenzar en el **extremo** del segmento. Lo mismo aplica terminar en el extremo final del segmento. Esto para asegurar que se puedan generar los polígonos en otra etapa próxima. Todas las líneas deben formar áreas cerradas.



Pasemos a añadir el próximo **segmento #9 (Qat)**. Este es un **segmento cerrado como el segmento #6**. Esto **significa** que **debemos juntar el vértice de inicio** (startpoint) **con el vértice final** (endpoint).



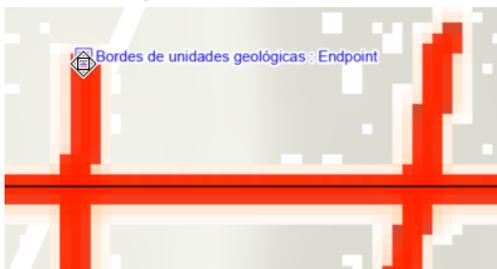
- Cuando termine el último vértice, haga click en el botón **Finish** o pulse la tecla **F2**.



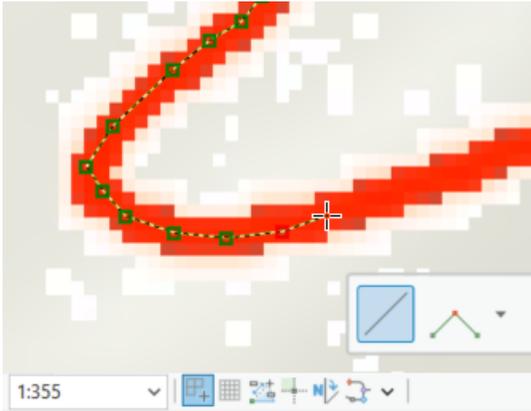
El próximo segmento es el #10 (Klts). Procedamos.



- Comience por el extremo norte-oeste del segmento.



- Mantenga un nivel de acercamiento suficiente para registrar detalles y mantenerse dentro de la línea ráster:



- Añada el **último vértice** de este segmento, y **click** en el botón **Finish** o pulse la tecla **F2**.

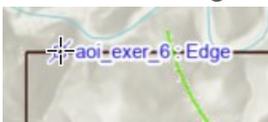


El **último segmento** lo haremos de otra manera. Usaremos los **vértices** del cuadro **aoi_exer_6** para copiar las coordenadas de los vértices de la caja en el último segmento.

- En el panel **Contents**, haga **right click** el layer **aoi_exer_6** y escoja la opción **Zoom to Layer**.



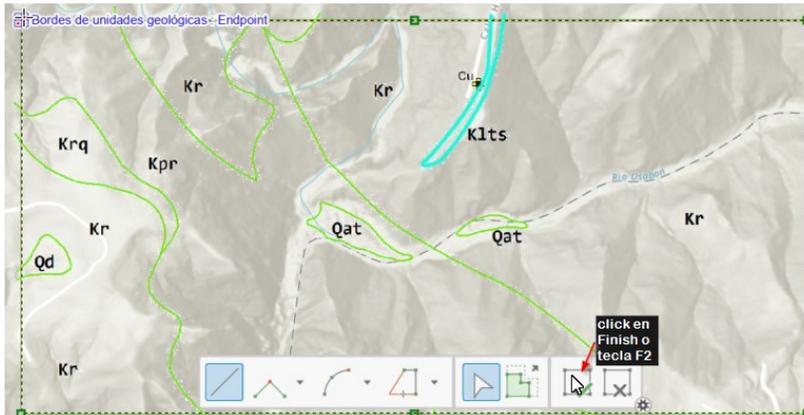
- **Ubique** el **cursor encima** de la **línea negra aoi_exer_6** para que vea la notificación **"aoi_exer_6: Edge"**.



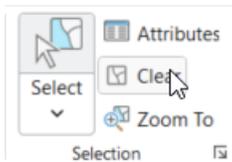
- Haga **right click encima** de este **borde** y escoja la opción **Replace Sketch**.



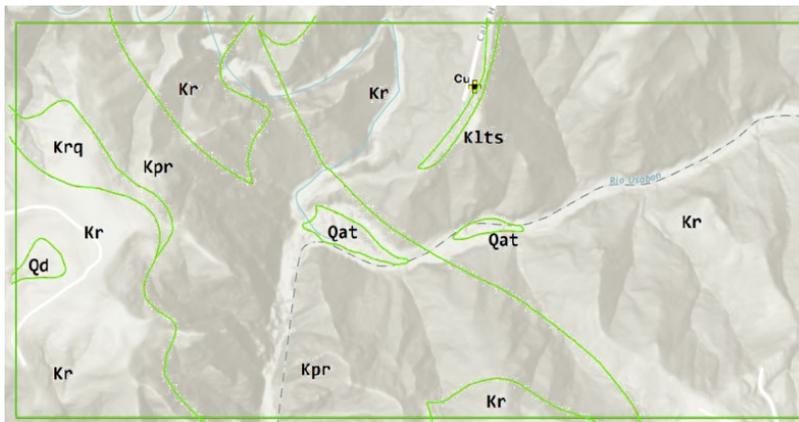
- Verá que ArcGIS Pro ha copiado las coordenadas de los vértices de la caja incluyendo las esquinas, el vértice inicial y el final.



- Haga **click** en el botón **Finish** o pulse la tecla **F2** para terminar este último segmento. Por defecto al terminar cada elemento, este queda seleccionado.
- Haga **click** en el botón **Clear** para limpiar la selección. Esto no borra el elemento (feature).



- Este es el geodato finalizado. Como dijimos antes, este **layer** de **líneas** servirá como **base** para **generar** el geodato o feature class **unidades_geologicas**.



Revisar líneas que deben estar cerradas

Revise que las líneas que deben estar cerradas (las Qat) tengan conectados sus vértices de inicio y final. La licencia Basic de ArcGIS Pro no provee herramientas específicas que le ofrezcan un informe de líneas no conectadas. Para eso están las herramientas topológicas disponibles en las licencias Standard y Advanced. Veamos un ejemplo.

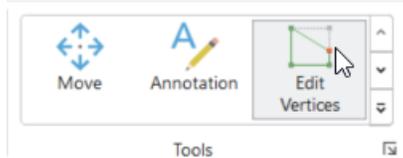
- Hagamos un acercamiento a uno de los bordes Qat. No parece tener problemas.



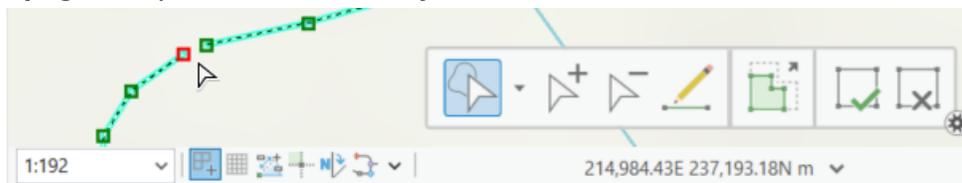
- Seleccione** la línea para inspeccionar los vértices que la componen.



- Haga **click** en el botón **Edit Vertices**.



- Acérquese al lugar donde esté el **vértice rojo**. Este representa el **vértice final**. Si **apagamos** para este caso el **layer ráster** veremos más claro **estos vértices**.



Los **vértices inicio-final no coinciden** aunque estén muy cerca. Si no se corrige esto, no se creará el polígono en esta área.

Solución: escoger uno de los vértices y arrastrarlo encima del otro, ya sea el inicial o el final, pero **tienen** que **coincidir** para **cerrar** la **línea**. Para esto servirá el ambiente de enganche (snapping).

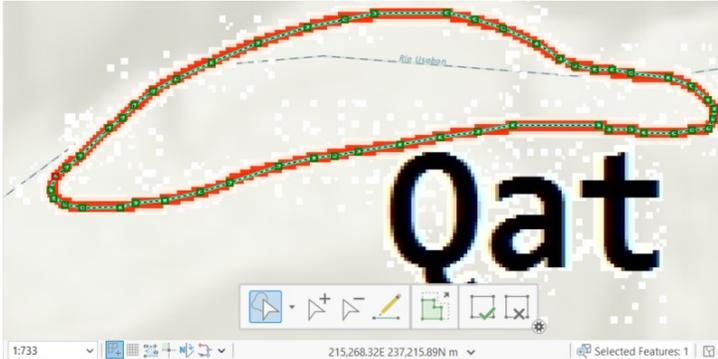
- Asegúrese de que el botón **Snapping** esté activado (**azul**):



- Haga **click** en el **vértice rojo** y **arrástrelo** encima del **vértice inicial**.



- Repita este proceso de revisión para la otra línea Qat.



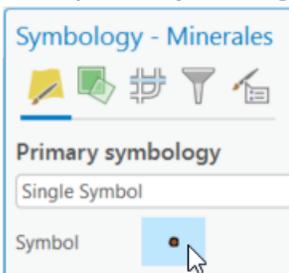
Yacimientos minerales

En esta parte vamos a añadir un punto para representar la localización del yacimiento del metal cobre, representado por su símbolo químico Cu (*cuprum*). Antes usaremos un símbolo para representar este lugar.

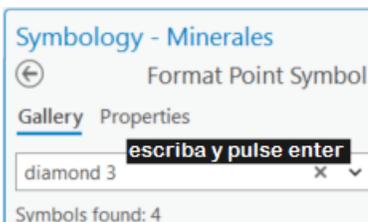
- Haga **right click** en el layer **Minerales** y escoja la opción **Symbology**.



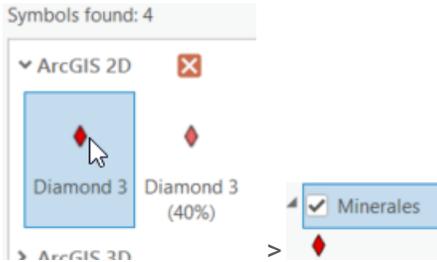
- En el panel **Symbology** haga **click** en el botón **Symbol** para cambiar el símbolo.



- En el tab **Gallery** de este panel,
 - Vaya a la caja de texto **Search** y **escriba diamond 3** seguido de
 - Pulsar** la tecla **enter**.

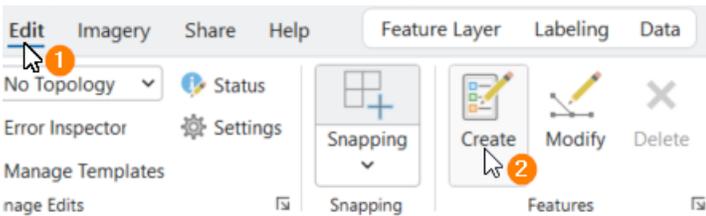


- En la lista de símbolos bajo **ArcGIS 2D** escoja el **primer símbolo** de diamante **Diamond 3**. Verá el resultado en el panel **Contents**



Añadamos este punto en el mapa.

- Haga **click** en el tab **Edit** y luego en el botón **Create**



- Vaya al panel **Create Features** y haga **click** en el layer **Minerales**.



- Escoja (**click**) la plantilla **Point** para añadir el punto en el mapa.



- Localice el símbolo **Cu** en el mapa, **acerque** el visor y **registre (click)** el punto en este lugar.

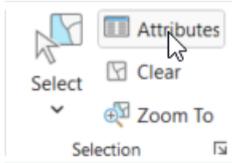


- Una vez añadido este punto verá que está seleccionado, representado por el color **azul** brillante.

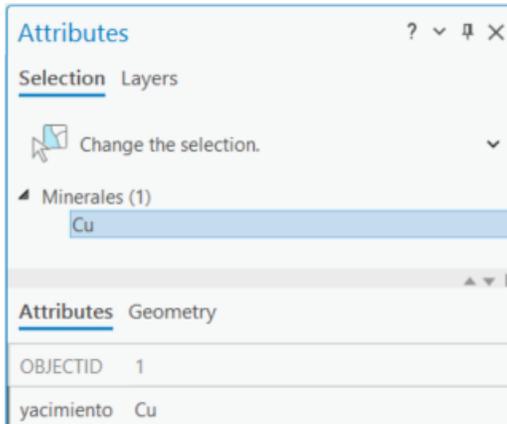


Verifiquemos que este punto tiene el valor **Cu** en el campo yacimiento de su tabla de atributos.

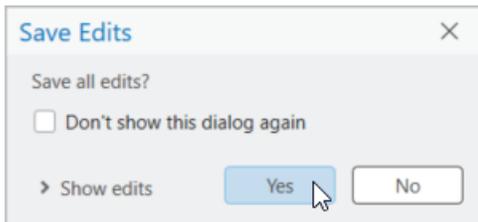
- En este tab **Edit**, vaya al grupo **Selection** y haga **click** en el botón **Attributes**.



- Deberá tener el valor Cu en el campo yacimiento. De lo contrario, puede escribir Cu en la caja de texto al lado derecho del campo yacimiento.



- Recuerde hacer **click** en el botón **Yes** cuando aparezca la forma **Save Edits**.



Unidades geológicas

A continuación mostraremos el procedimiento para generar los polígonos que se registrarán como features en el geodato de unidades geológicas. Hay varios métodos. El primero se realiza con licencias tipo *Basic* de ArcGIS Pro. Este licenciamiento no tiene varias de las herramientas para entrada de datos que tienen las licencias tipo *Standard* y *Advanced*. El primer método es generar las líneas, (ya lo hicimos) e interactivamente las unimos para generar polígonos. El segundo método conlleva el uso de la herramienta Feature to Polygon, la cual solo está disponible en licencias *Standard* y *Advanced*.

ArcGIS Desktop Basic: Generar el feature class de unidades geológicas a partir de las líneas trazadas en otro geodato

En esta parte del ejercicio aprovecharemos las líneas trazadas en el feature class de **límites de unidades geológicas** para **generar** los **polígonos** que corresponden a las **unidades geológicas**.

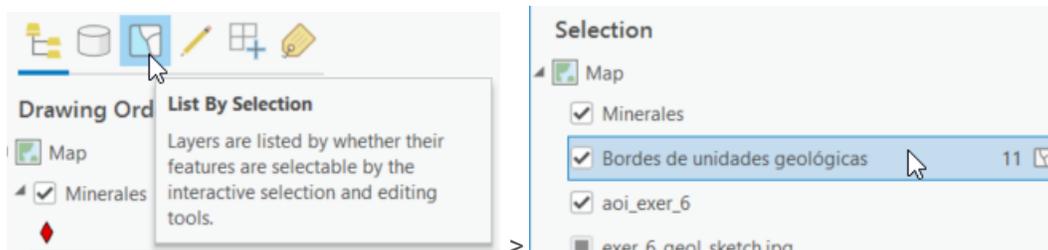
Primero será necesario seleccionar todas las líneas del feature class de límites de unidades geológicas y **agregarlas** (*merge*) en un solo récord. Esto dará base a crear los polígonos. Hay otras manera de usar líneas y convertirlas a polígonos en “ambiente de edición” ([Construct Polygons](#)) pero requiere Licencia de ArcGIS Desktop Standard o Advanced. El método que mostramos aquí es bastante simple y funciona en estos casos.

Primero será necesario seleccionar todas las líneas del layer Líneas.

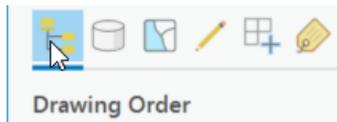
- Vaya al panel **Contents** y haga **right click encima del nombre del layer Bordes de unidades geológicas** y escoja **Selection** y luego la opción **Select All**



- Haga **click** en el tab **List by Selection** para que pueda constatar la **selección de 11 elementos** del feature class **Bordes de unidades geológicas**.

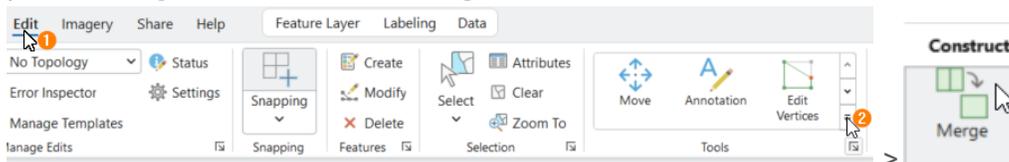


- Haga **click** en el tab **List by Drawing Order** para **regresar** donde estábamos.



- El próximo paso es **consolidar todas las líneas en una**. Esto se hará con la herramienta de edición **Merge**.

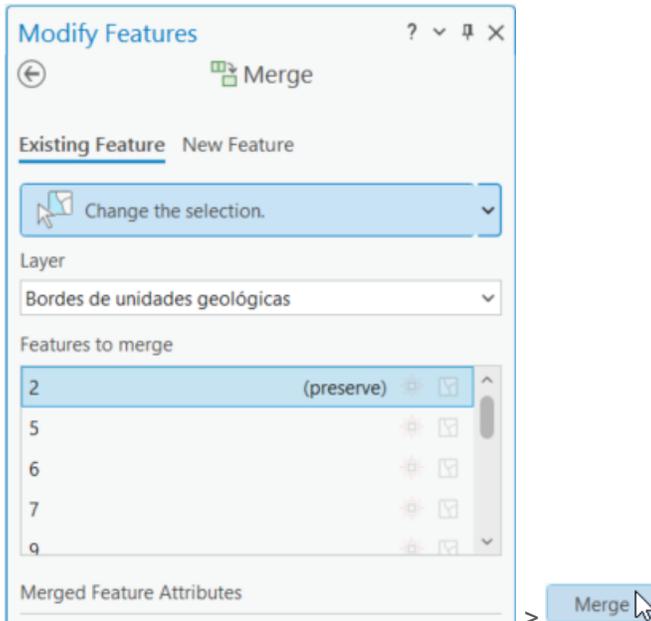
Haga **click** en el tab **Edit**, vaya al **grupo Tools** y haga **click** en el **botón drop-down** para poder escoger la herramienta **Merge**.



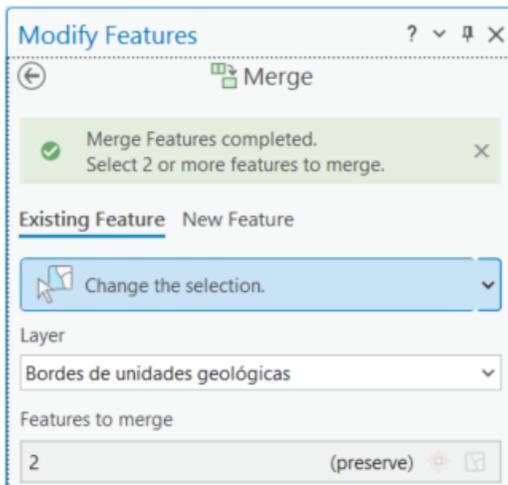
En el panel **Modify Features** que aparecerá a la derecha de la interfaz de ArcGIS Pro, deberá estar en el tab **Existing Feature**. Este panel le informará los elementos seleccionados y cuál elemento va a escoger para retener los atributos.

- En este ejemplo no importa cuál es el elemento para escoger y por tanto, se puede dejar como está. Puede usar el primer récord.
- Solo necesitará hacer **click** en el botón **Merge** para realizar la consolidación de

líneas.

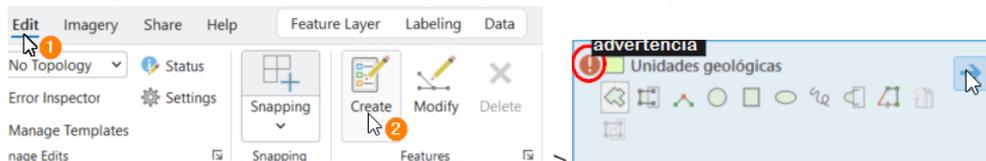


- En el panel **Modify Features** aparecerá un aviso de la **operación realizada**. Todas las líneas están **consolidadas** en una, aunque no podemos notar la diferencia.



Ahora, para la parte de generar los polígonos en el layer de unidades geológicas:

- Primero, haga **click** en el tab **Edit** y luego en el botón **Create** vaya al panel **Create Features** y haga **click** en la plantilla **Unidades geológicas**



Fíjese que aparecerá un icono rojo de advertencia en la esquina superior izquierda de esta plantilla. Esto quiere decir que no hay un valor por defecto al momento de ingresar nuevos elementos.

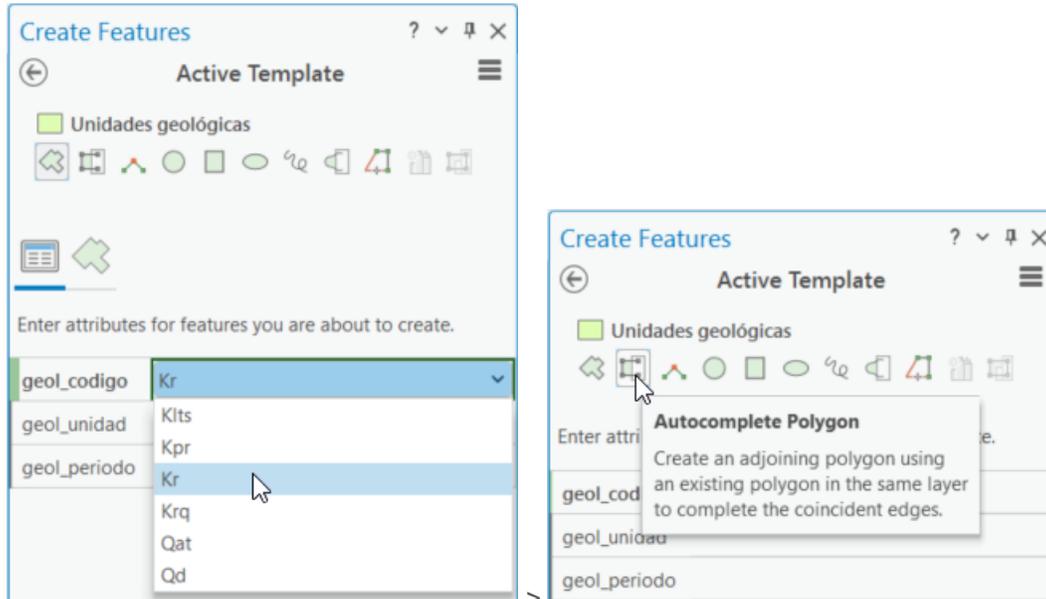
- Para evitar que salga esta advertencia, haga **click** en el botón de **flecha** → azul para

abrir el **panel de plantilla (template)**.



El código que más se repite en este geodato de unidades geológicas es **Kr**.

- En la lista de valores, **escoja** el código **Kr** como **valor por defecto**. **Luego tenemos** que **cambiar** el **resto** de las **unidades** que no sean Kr.
- Haga **click** en el botón **Autocomplete Polygon** para utilizar este método para crear nuevos polígonos.



- Ubique** el **cursor encima** de cualquiera de las **líneas** digitalizadas. Por conveniencia, escogí esta esquina pero puede usar otra.



- Haga **right click encima** de esa **línea** y **escoja Replace Sketch**



Notará que se registran todos los vértices del layer **Bordes de unidades geológicas**. No se preocupe de cómo se ve el resultado preliminar.



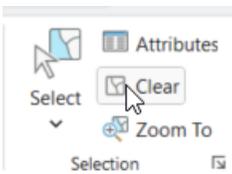
- Haga **click** en el botón **Finish** o presione **F2** para generar los polígonos.



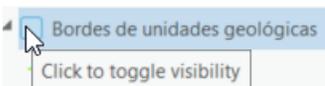
Si todo estuvo bien durante el proceso de añadir líneas, deberá ver lo siguiente en su visor de mapas.



- Presione el botón **Clear** del grupo **Selection** para limpiar la selección.



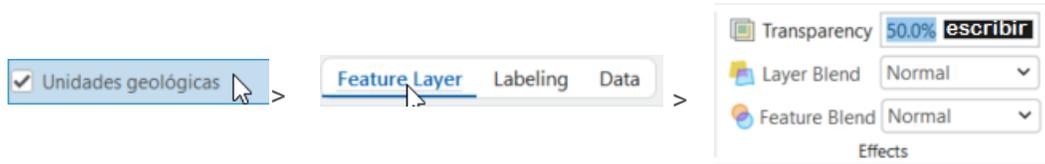
- Apague** el layer de **Bordes de unidades geológicas**, haciendo **uncheck** en el cuadro al lado del nombre



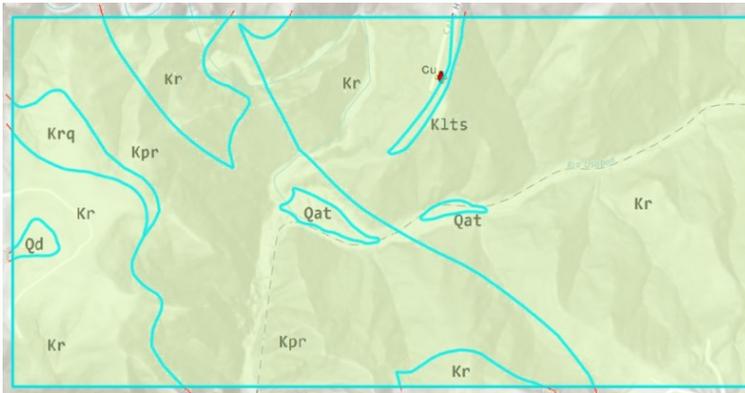
Layer traslúcido: Transparency

El propósito de esta sección es que este layer de unidades geológicas sea traslúcido para poder ver la imagen de fondo que muestra los códigos de cada unidad geológica presente en este extracto del mapa geológico.

- Seleccione el layer **Unidades geológicas** para activar el menú de contexto.
- Haga **click** en el **tab Feature Layer**.
- En la caja de texto **Transparency** escriba **50.0%**



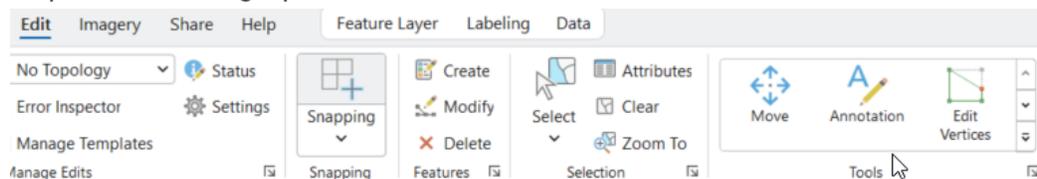
Podrá **ver las etiquetas que están en el layer ráster** (aoi_exer_6_geol_sketch.jpg) bajo los polígonos. Las necesitamos como guía para ingresar los códigos id de las unidades.



Si tiene una licencia Basic, pase a la sección [Ingresar códigos de cada polígono del layer unidades geológica](#).

ArcGIS Desktop Standard/Advanced: Generar el layer de unidades geológicas a partir de las líneas trazadas en otro layer

Para los que tengan licencia **Standard o Advanced**, podrán tomar ventaja de las herramientas disponibles en el grupo **Tools** del **tab Edit**.



Con las líneas que trazamos como fuente, vamos a **construir** los **polígonos** en el feature class de polígonos "**unidades geológicas**". Si ya realizó el proceso anterior de la licencia Basic, no tiene que realizarlo nuevamente. Si no lo realizó entonces procedamos. Si tiene una licencia Basic, pase a la sección [Calcular valores en otras columnas con Field Calculator](#).

Topología

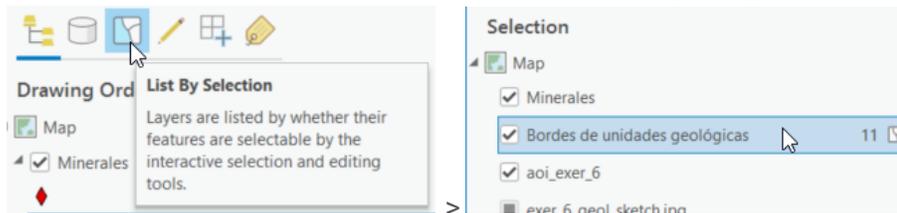
Este tema sirve para hacer otro tutorial, ya que las opciones de validación geométrica son muy variadas y complicarían más este tutorial introductorio. Existen dos tipos de herramientas de

topología: [Map Topology](#) y [Geodatabase Topology](#). Ambas funcionalidades [solo están disponibles para licencias Standard y Advanced](#). **Map Topology** es la versión más **simple** y trabaja de manera **temporal**, tiene una **configuración mínima**, **no tiene reglas** específicas, solo trabaja con **geodatos en el visor** y **no genera un informe de áreas con problemas potenciales** (dirty areas). Por su parte, **Geodatabase Topology** es **más compleja** y **permanente** dentro de un **feature dataset** de la **geodatabase**, permite **aplicar reglas** definidas (más de 20) y genera un **informe de áreas con problemas potenciales** (dirty areas). Para efectos de este tutorial, no entraremos en estos detalles.

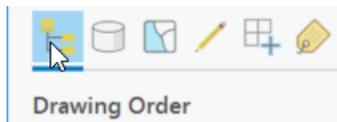
- Vaya al panel **Contents** y haga **right click** encima del nombre del layer **Bordes de unidades geológicas** y escoja **Selection** y luego la opción **Select All**



- Haga **click** en el tab **List by Selection** para que pueda constatar la **selección de 11 elementos** del feature class **Bordes de unidades geológicas**.

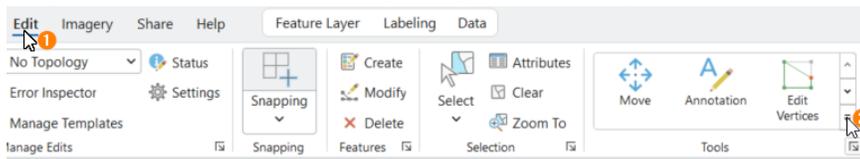


- Haga **click** en el tab **List by Drawing Order** para **regresar** donde estábamos.



El próximo paso es “*planarizar*” todas las líneas. **Planarizar** significa que donde haya solape de líneas, ArcGIS Pro va a dividir las líneas cruzadas en segmentos. No es estrictamente necesario antes de *poligonizar*, pero es un paso recomendado.

- Haga **click** en el tab **Edit**, vaya al **grupo Tools** y



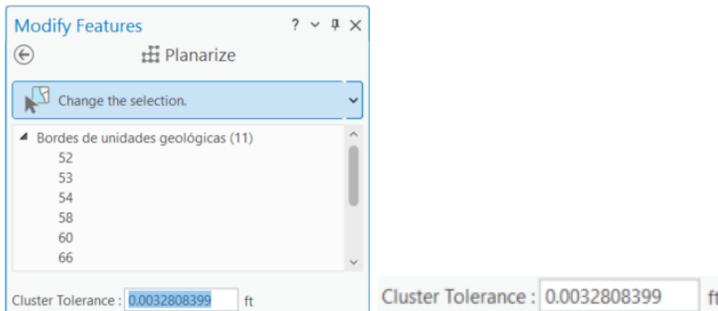
- Haga **click** en el **botón drop-down** para poder escoger la herramienta **Planarize**.



Planarize lines: Divide o ‘nodifica’ en los elementos lineales seleccionados donde haya intersecciones. Además, removerá segmentos de línea sobreimpuestos, basado en el parámetro de tolerancia establecido.

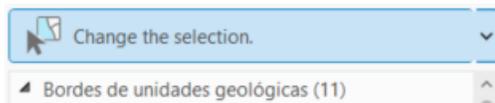
Planarize se refiere a **poner** todos los **elementos**, en este caso, **líneas**, **en el mismo plano bidimensional**. De este modo, las líneas que se crucen deben estar interrumpidas por un nodo (modificar) o vértice, según sea el caso.

- Aparecerá el panel **Modify Features Planarize**. En la caja de texto **Cluster Tolerance**, podrá escribir la tolerancia (XY o Cluster tolerance, es lo mismo).
*En este caso, el geodato parte de un mapa compilado a **escala 1:20,000**. Con una **precisión de medio milímetro** en el mapa en papel, podríamos tener una tolerancia hasta de **10 metros**. Pero este valor es muy alto. El 10 significa el grado de **incertidumbre del mapa original**; incertidumbre que se traslada al geodato digital.*

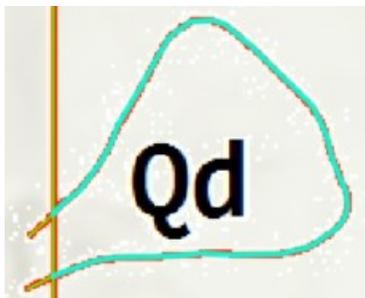
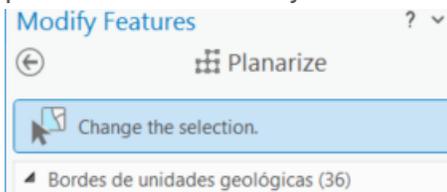


Para efectos de este ejemplo, dejaremos el parámetro de **tolerancia** como está, en **0.0032808399** pies (más o menos un milímetro).

Fíjese además que tenemos 11 líneas de inicio. Luego de efectuar Planarize, el número de líneas será varias veces mayor.



- Haga **click** en el botón **Planarize** para efectuar esta operación.
- Una vez termine el proceso, podrá ver que si selecciona los segmentos de línea, están partidos en donde haya intersecciones:



etcétera.

El próximo paso es construir los polígonos (áreas) a partir de estas líneas usando la herramienta **Construct Polygons**.

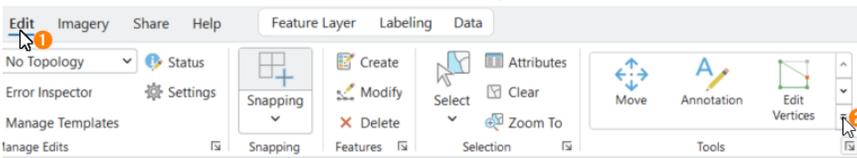


Antes deberá **seleccionar** otra vez, **todas las líneas** del feature class **Bordes de unidades geológicas**.

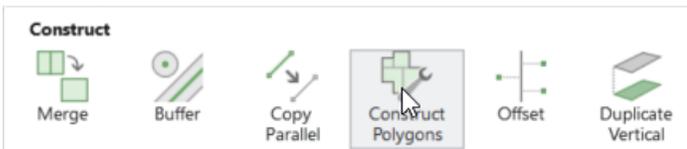
- Haga **right click encima** del **nombre** del layer **Líneas** y escoja **Selection | Select All**
- Vaya al panel **Contents** y haga **right click encima** del **nombre** del layer **Bordes de unidades geológicas** y escoja **Selection** y luego la opción **Select All**



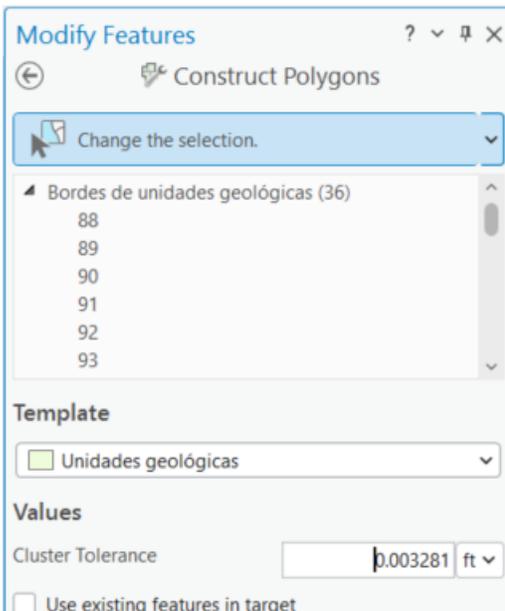
- Haga **click** en el tab **Edit**, vaya al **grupo Tools** y



- Haga **click** en el **botón drop-down** para poder escoger la herramienta **Planarize**.



- En el panel **Modify Features Construct Polygons** que aparecerá, note que en lugar de 11 líneas, ahora hay **36**.



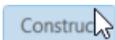
- Asegúrese de que el **Template** activado sea **Unidades geológicas**.



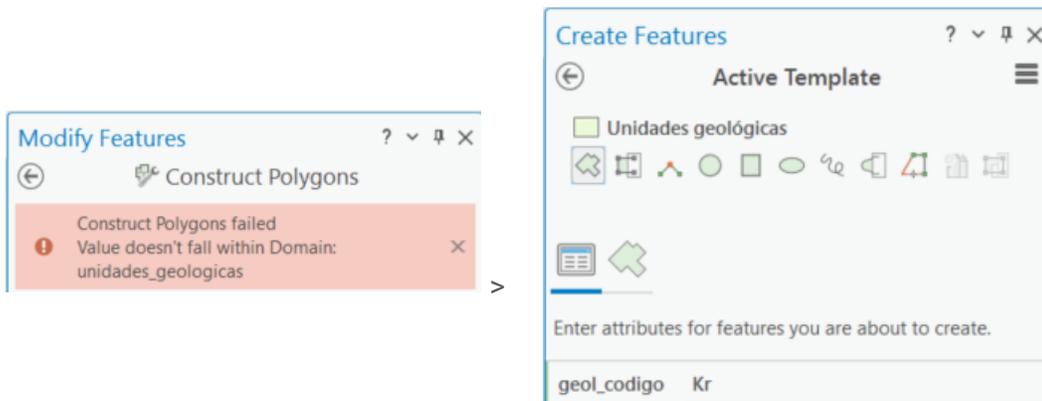
- En la sección **Values**, deje el umbral de tolerancia como está en **0.003281** pies (ft) que es equivalente a 1 mm.



- Deje las opciones como aparecen en esta forma y haga **click** en el botón **Construct**.



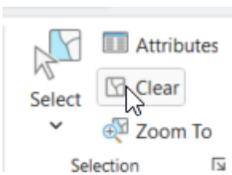
Si le aparece un mensaje de error, asegúrese que la plantilla **Create Features Active template** tenga un código **Kr** como se realizó en la sección anterior.



Se supone que aparezcan las líneas seleccionadas, así como también los nuevos polígonos contruidos:



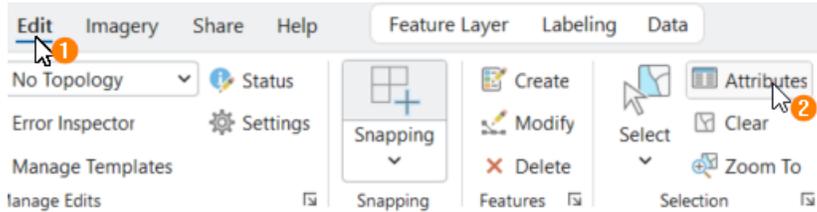
- Presione el botón **Clear** del grupo **Selection** para limpiar la selección.



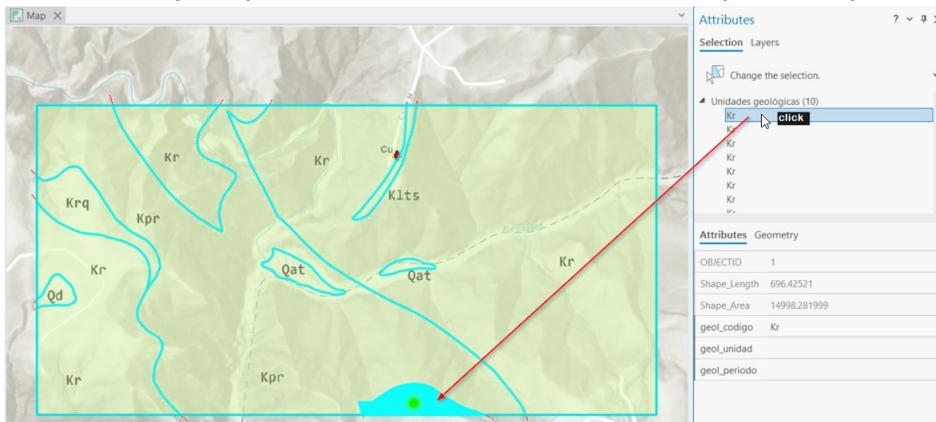
Ingresar códigos en cada polígono del layer unidades geológicas

Una vez tenemos los polígonos formados, todos tendrán el mismo código **Kr** porque ese es el valor que se otorgó por defecto para evitar mensajes de error.

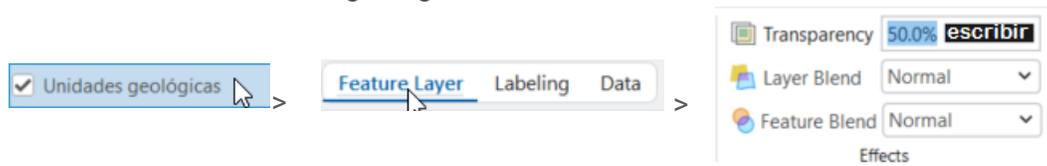
- Ahora ingresaremos los códigos correctos.
- Haga **click** en el tab **Edit** y luego vaya al grupo **Selection**.
- Haga **click** en el botón **Attributes** para que pueda abrir la tabla de atributos:



- A mano derecha de la interfaz de ArcGIS Pro, podrá ver que hay **10 récords** en la tabla de atributos y los puede seleccionar interactivamente para comprobarlos.



- Remítase a la sección de transparencia anterior para asignar transparencia de 50% al feature class de unidades geológicas.



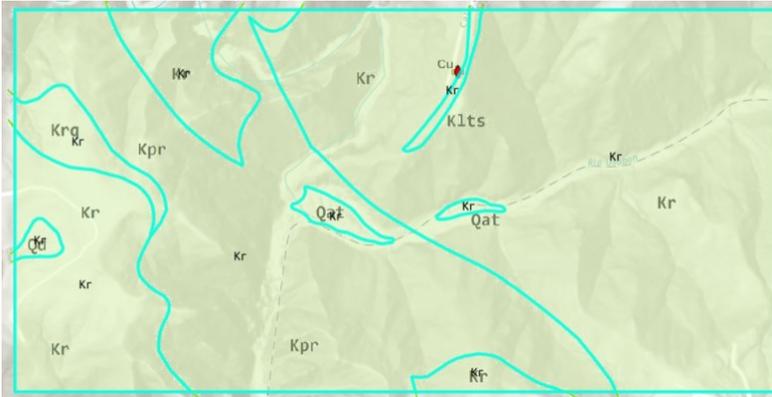
Añadir etiquetas para verificar

Para esta parte, el feature class de **unidades geológicas** con una lista de valores permitidos. Estas se usan para evitar errores de entrada de datos y mantener la consistencia en la tabla. Antes de hacer cambios, haremos que cuando se integren los códigos de unidades geológicas, aparezcan las etiquetas (labels).

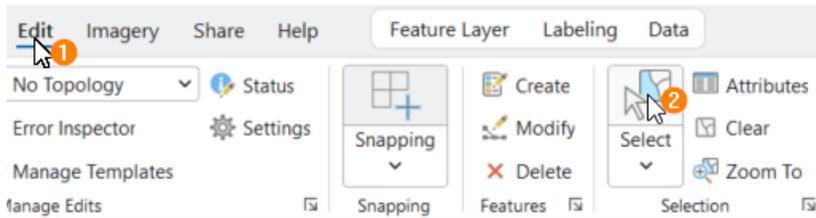
- Haga **right click** en el layer **Unidades geológicas** y escoja la opción **Label**.



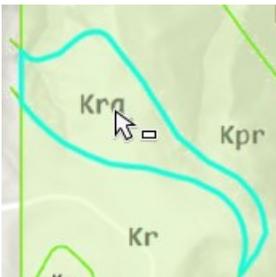
- Todos los polígonos van a aparecer con etiqueta Kr.



- Haga **click** en la herramienta **Select** del grupo **Selection** del ribbon asociado al tab **Edit**.

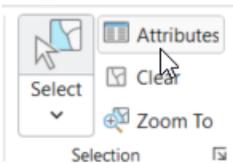


- Seleccione (**click**) la unidad geológica (**Krg**):



el contorno del área se tornará azul brillante.

- Haga **click** en el botón **Attributes**

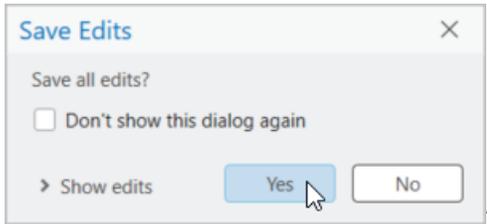


En el panel **Attributes** vamos a **llenar** ahora **solamente** el campo **geol_code**.

- Haga **click** en la celda a la derecha del campo **geol_code**
- Aparecerá una lista de valores. **Escoja** el valor **Krg**

Attributes		Geometry
OBJECTID	16	
Shape_Length	1008.013624	
Shape_Area	29176.007374	
geol_codigo	Krg	
geol_unidad		

- Recuerde presionar el botón **Yes** para **guardar** sus **cambios**.



- Seleccione la unidad **Qd**.



- En el panel **Attributes**, **cambie** el valor existente Kr por **Qd**.

Attributes		Geometry	
OBJECTID	12		
Shape_Length	301.053817		
Shape_Area	5454.12163		
geol_codigo	Qd		

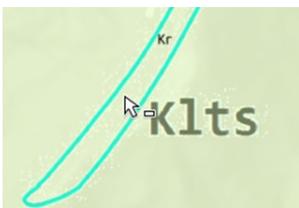
- Seleccione la unidad **Kpr**.



- En el panel **Attributes**, **cambie** el valor existente Kr por **Kpr**.

Attributes		Geometry	
OBJECTID	18		
Shape_Length	5022.092941		
Shape_Area	411580.812421		
geol_codigo	Kpr		

- Seleccione la unidad **Klts**.



- En el panel **Atributos**, cambie el valor existente Kr por **Klts**.

Attributes		Geometry	
OBJECTID	19		
Shape_Length	720.6398		
Shape_Area	6164.737095		
geol_codigo	Klts		

- Seleccione las dos unidades **Qat** mediante **shift+click**.



- Esta vez es un poco diferente. En el panel **Atributos** haga **click** en el ítem **Unidades geológicas (2)**. De este modo podemos cambiar los dos valores a la vez para las unidades que estén seleccionadas.

Attributes	
Selection Layers	
Change the selection.	
Unidades geológicas (2)	Unidades geológicas
Kr	
Kr	

- Más abajo en el panel **Atributos**, cambie el valor existente Kr por **Qat**.

OBJECTID	(Different Values)
Shape_Length	(Different Values)
Shape_Area	(Different Values)
geol_codigo	Qat

- Ambas etiquetas deben haber cambiado.



Para validar si ingresó todos los códigos, abra la tabla de atributos del layer **Unidades geológicas** para comprobar que no le falte alguno.

- Vaya al panel **Contents** y haga **right click** encima del nombre del layer **Bordes de unidades geológicas** y escoja la opción **Attribute Table (ctrl+t)**.



- Verifique que **todas las filas de la 1 a la 10 tengan un código** en la columna **geol_code**.

OBJECTID	SHAPE	Shape_Length	Shape_Area	geol_codigo	geol_unidad	geol_perodo
11	Polygon	696.42521	14998.281999	Kr		
12	Polygon	301.053817	5454.12163	Qd		
13	Polygon	318.856597	2975.537042	Qat		
14	Polygon	515.794208	9088.276923	Qat		
15	Polygon	1977.458393	134741.644665	Kr		
16	Polygon	1008.013624	29176.007374	Krq		
17	Polygon	1123.32898	51586.924123	Kr		
18	Polygon	5022.092941	411580.812421	Kpr		
19	Polygon	720.6398	6164.737095	Klts		
20	Polygon	4386.1065	614233.656728	Kr		

- Haga **click** en el botón **Clear** para deseleccionar las filas en azul.

Los números en la columna OBJECTID pueden variar.

Calcular valores en otras columnas con Field Calculator

Field Calculator se usa para **computar valores en bloque**, ya sea **una selección** (uno o más en bloque) **o todos los récords**. En esta parte vamos a **calcular automáticamente** el resto de las columnas. Para esto, les **proveeremos el código** en el lenguaje **Arcade** para agilizar el ingreso de los datos. Este lenguaje solo funciona dentro de ArcGIS.

Comencemos con el campo **geol_unidad**.

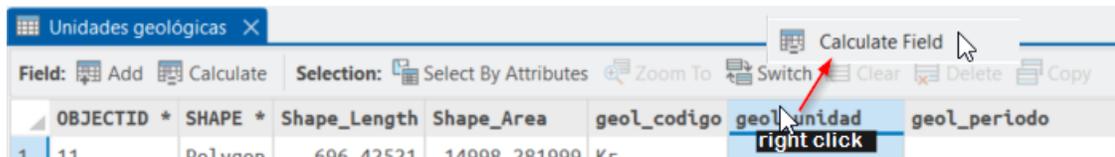
- En la tabla de atributos del feature class **Unidades geológicas**,



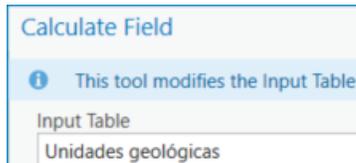
- Haga **right click** en la **cabecera** de la columna **geol_unidad** y



- Escoja la opción **Calculate Field**.



- En la forma **Calculate Field**, en la sección **Input table** debe leer **Unidades geológicas**.



- En la sección **Field Name (Existing or New)** debe leer **geol_unidad**. Esta es la columna que **recibirá los datos** del **nombre completo** de la **unidad geológica** a partir del **script Arcade** que vamos a utilizar.

Field Name (Existing or New)
 geol_unidad

- En la sección **Expression Type**, escoja **Arcade**. Este es un tipo de lenguaje scripting parecido al lenguaje C#.

Expression Type
 Arcade

- En la sección de caja de texto bajo **Expression**, haga **click** en el botón **Browse**.



- En la forma **Import**, localice y traiga el archivo **01_calc_geol_unidad.cal**, el cual está en el folder **Ejercicio_6** a esta caja de texto de la forma **Calculate Field**. Haga **click** en el botón **OK** para traerlo.



- Deberá ver el siguiente código en esa caja.

```

geol_unidad =
var codigo = $feature.geol_codigo;

return When(
  codigo == "Klts", "Formation L; Tuffaceous sandstone and siltstone unit",
  codigo == "Kpr", "Pre-Robles rocks",
  codigo == "Kr", "Robles Formation, tuffaceous sandstone, siltstone, lapilli tuff",
  codigo == "Krq", "Robles Formation; chert and jasper unit",
  codigo == "Qat", "Alluvial deposits and low-level terrace deposits",
  codigo == "Qd", "Debris from earth and rock flow and debris avalanche",
  "Desconocido"
);

```

```

var codigo = $feature.geol_codigo;

return When(
  codigo == "Klts", "Formation L; Tuffaceous sandstone and siltstone unit",
  codigo == "Kpr", "Pre-Robles rocks",
  codigo == "Kr", "Robles Formation, tuffaceous sandstone, siltstone, lapilli tuff",
  codigo == "Krq", "Robles Formation; chert and jasper unit",
  codigo == "Qat", "Alluvial deposits and low-level terrace deposits",
  codigo == "Qd", "Debris from earth and rock flow and debris avalanche",
  "Desconocido"
);

```

Qué hace este código:

Este script crea una variable "código" a partir del valor que encuentre en cada fila **geol_code**. Cuando el valor de la variable sea **Klts** por ejemplo, ArcGIS Pro escribirá **Formation L; Tuffaceous sandstone and siltstone unit** en la columna **geol_unidad** y así sucesivamente.

- Haga **click** en el botón **Verify** para que revise la sintaxis del script.



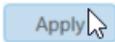
Si todo está en orden, deberá ver el siguiente mensaje:



- Habilite la opción para **revertir cambios (Enable undo)**, por si acaso.



- Presione el botón **Apply** para realizar los cambios.



- Al culminar, ArcGIS Pro deberá mostrar un mensaje de compleción.

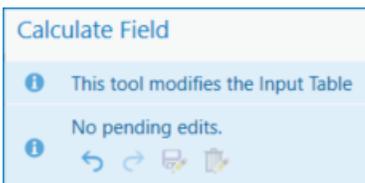


- No cierre** la forma **Calculate Field**. Vamos a usarla en el próximo paso.

Calcular récords del campo del periodo geológico

En esta parte calcularemos en ristra las filas del campo geol_period. En esta área de interés solamente hay dos periodos geológicos: [Cretáceo](#) (o Cretácico) y [Cuaternario](#). No hay unidades del periodo [Terciario](#). Los mapas geológicos datan de la segunda mitad del siglo XX. Puede haber cambios en las interpretaciones y las clasificaciones.

- En la forma **Calculate Field**,



- Asegúrese de que la sección **Input Table** lea **Unidades geológicas** (nombre del feature class).



- En el apartado **Field Name** (Existing or New) **cambie** el campo a **geol_periodo**.



- En la sección **Expression Type** mantenga el lenguaje de scripting **Arcade**.



- Más abajo en esta forma, bajo la caja para código, haga **click** en el botón **Browse o Import** para **traer el archivo de texto** con el **script** preparado para esta parte.



- En la forma **Import**, asegúrese estar ubicado en el folder **Ejercicio_6**.
 - Escoja (**click**) el archivo **02_calc_geol_periodo.cal**.
 - Presione el botón **OK** para traer el contenido del archivo en la caja de texto

Expression



- Aparecerá el código en esta caja de texto.

```

geol_periodo =
var codigo = $feature.unit_code;
var prefijo = Left(codigo, 1);

return When(
  prefijo == "Q", "Quaternary",
  prefijo == "K", "Cretaceous",
  "Otro"
);
  
```

Este script leerá la **primera letra** de cada valor del campo **geol_code**, si empiece con la letra **Q**, escribirá **Quaternary** en el campo **geol_period**. Si empiece con la letra **K**, escribirá **Cretaceous** en el campo **geol_period**.

```

var codigo = $feature.geol_codigo;
var prefijo = Left(codigo, 1);

return When(
  prefijo == "Q", "Quaternary",
  prefijo == "K", "Cretaceous",
  "Otro"
);
  
```

- Haga **click** en el botón **Verify** para que revise la sintaxis del script.



Si todo está en orden, deberá ver el siguiente mensaje:



- Habilite la opción para **revertir cambios (Enable undo)**, por si acaso.



- Presione el botón **Apply** para realizar los cambios.



- Al culminar, ArcGIS Pro deberá mostrar un mensaje de compleción.



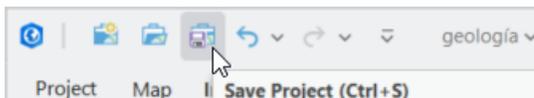
- Verifique** la entrada de datos en la tabla de atributos del feature class **Unidades geológicas**.

OBJECTID *	SHAPE *	Shape_Length	Shape_Area	geo_l_codigo	geo_l_unidad	geo_l_periodo
11	Polygon	696.42521	14998.281999	Kr	Robles Formation, tuf...	Cretaceous
12	Polygon	301.053817	5454.12163	Qd	Debris from earth and...	Quaternary
13	Polygon	310.856597	2975.537042	Qat	Alluvial deposits and...	Quaternary
14	Polygon	515.794208	9088.276923	Qat	Alluvial deposits and...	Quaternary
15	Polygon	1977.458393	134741.644665	Kr	Robles Formation, tuf...	Cretaceous
16	Polygon	1008.013624	29176.007374	Krq	Robles Formation; che...	Cretaceous
17	Polygon	1123.32898	51586.924123	Kr	Robles Formation, tuf...	Cretaceous
18	Polygon	5022.092941	411580.812421	Kpr	Pre-Robles rocks	Cretaceous
19	Polygon	720.6398	6164.737095	Klts	Formation L; Tuffaceo...	Cretaceous
20	Polygon	4386.1065	614233.656728	Kr	Robles Formation, tuf...	Cretaceous

- Cierre** la forma **Calculate Field**.

Esto concluye este ejercicio de entrada de datos en ArcGIS Pro. .

- Guarde este proyecto de ArcGIS Pro. Haga **click** en el botón **Save Project**



Preguntas:

1. ¿De qué se trata el término *tolerancia* y cuál es su importancia?

2. ¿Cómo generamos un nuevo feature class vacío?

3. ¿Qué es un dominio?

4. ¿Para qué se usan los *templates* (plantillas) de digitalización (editing)?

5. ¿Qué trabajo hace el Field Calculator?

Ejercicio VII: Funciones de geoprocесamiento

Introducción

En este ejercicio haremos algunas demostraciones de funciones analíticas de geoprocesamiento que tiene ArcGIS Pro. Hay otras funciones de manejo de información geográfica que se refieren a cierta *manipulación de los datos* como por ejemplo, el cambio de formatos, cambiar de modelo vector a ráster y viceversa, reproyección, etc. los cuales no se consideran en esta parte del taller.

Objetivos

Primero retomaremos los conceptos de **tolerancia** y **resolución** y cómo se asocian al geoprocesamiento. Haremos un ejemplo de generalización de datos, en el cual consolidaremos municipios. Luego pasaremos a crear un modelo de geoprocesamiento con el propósito de hacer un informe de edificios en zonas inundables en el Municipio de Hormigueros. A este modelo se le incluirá otro informe que hará un estimado de población municipal en zonas inundables en este municipio.

Tolerancia en geoprocesamiento

Como mencionamos al principio del capítulo anterior, la tolerancia es un concepto de importancia, tanto al momento de la entrada de datos geométricos, como al momento de realizar geoprocesamientos. Repasamos:

El concepto de **tolerancia** (nivel de error, incertidumbre, capacidad para distinción) es importante en este capítulo y el próximo por las siguientes razones:

- 1) Por ejemplo, los geodatos se producen o derivan regularmente **usando fuentes de información con diferentes niveles de detalle** o escalas fijas que no podrán ser mejoradas por más que acerquemos (zoom in) al geodato.
- 2) Por otra parte, los **instrumentos** de posicionamiento nos dan una **exactitud máxima** y tampoco podemos mejorarla.
- 5) Como regla general, podemos establecer la **tolerancia** para un geodato como **1/10 de la exactitud del geodato más exacto disponible**. Referencia: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/topologies/topology-in-arcgis.htm>

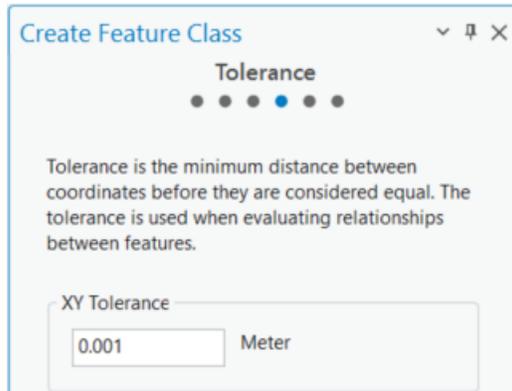
En su libro PostGIS 2: Análisis Espacial Avanzado (2020), [José C Martínez](#) (pp. 194-97) explica sobre el sistema de tolerancias de ArcGIS y cómo este afecta positivamente los geoprocesos realizados, a diferencia de los programas de código libre que se adhieren al estándar [Simple Features Specification](#) del [Open Geospatial Consortium](#). Otros programas, al no tener un sistema de tolerancias como ArcGIS o [GRASS](#), pueden “carecer de rigurosidad computacional” en los resultados si no se toman las medidas necesarias.

La información geográfica está generalmente vinculada a mapas **en papel** y **escalas de compilación**. Estos mapas en papel se compilan a **escalas fijas** y estas se trasladan a los geodatos digitales en forma de **grados de incertidumbre** o **exactitud**, si lo vemos desde la perspectiva inversa. Por ejemplo, en un **mapa compilado** a escala **1:20,000**, el nivel de error lo establece el estándar de exactitud de EEUU como 1/50 de pulgada en el papel (**0.5 mm**), lo cual se traduce a **10 metros en el terreno**. Por lo tanto, en un geodato que procede de una fuente compilada a escala 1:20,000, podríamos presumir que dos elementos que se encuentren a una distancia menor de 10 metros, deberían ser coincidentes.

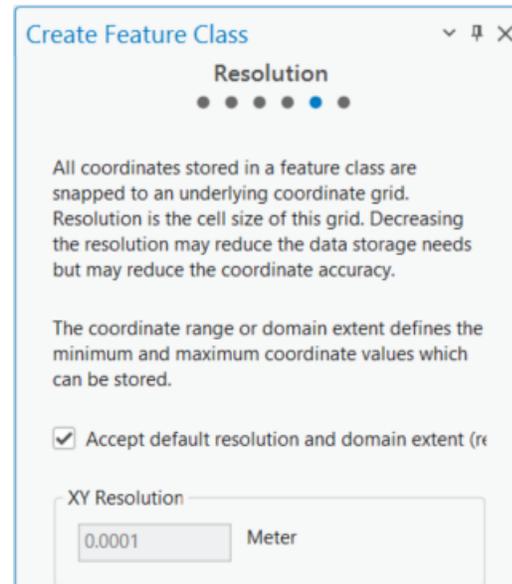
[Esri recomienda](#) que la tolerancia (*cluster tolerance*) sea 10 veces la resolución (precisión) de las coordenadas. Tolerancia = (Resolución * 10)

- The cluster tolerance used in topological processing operations. The cluster tolerance is often a term used to refer to two tolerances: the x,y tolerance and the z-tolerance. **The default value for the cluster tolerance is 10 times the coordinate resolution.**

Relación entre Tolerancia y Resolución.



Tolerance: Si dos coordenadas solo se diferencian menos de **0.001 m** (1 mm), ArcGIS Pro interpretará que se trata de la misma coordenada.



Resolución: puede entenderse como la precisión o nivel de detalle que provee el sistema de coordenadas. Dos coordenadas serán diferentes si su diferencia es mayor de **0.0001**.

Pasemos ahora a algunas funciones geoespaciales más utilizadas.

Dissolve

La función **Dissolve** es una manera de “generalizar”, eliminar detalle. Se usa por lo general para agregar/consolidar áreas o elementos adyacentes con un mismo valor en un campo de la tabla de atributos. La adyacencia no es prerequisite para efectuar la consolidación (Dissolve). En la siguiente figura, muestra la consolidación de varios polígonos en uno. Si los polígonos no son adyacentes, el resultado será un *multipolígono* (polígono compuesto de varias partes).



En este caso tenemos cinco municipios contiguos, consolidados en una región.

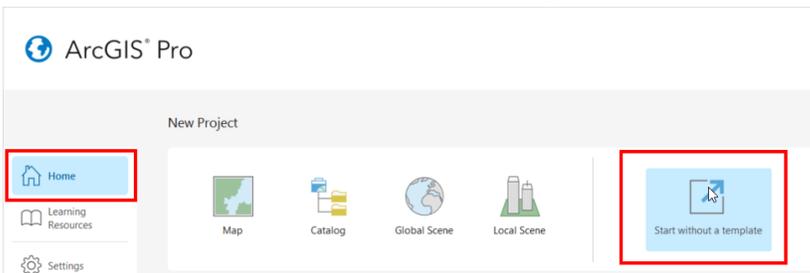
En esta práctica, haremos un ejercicio de consolidación de municipios. En Puerto Rico hay 78 municipios con un área promedio de 100 kms cuadrados. Estos varían entre 13.2 kms² (Cataño) a poco más de 328.5 kms² (Arecibo).

[En 2009](#) y [en 2016](#) se presentaron sendos proyectos legislativos para **consolidar municipios** y llevar la cantidad de estos a un máximo de **20**. La consolidación de municipios se ha hecho durante la administración española, especialmente en el siglo XIX y bajo la estadounidense a comienzos del siglo XX. Podemos usar este ejemplo para demostrar el uso de la función **Dissolve**.

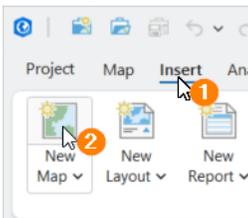
- Para comenzar, abra una sesión de ArcGIS Pro **sin plantilla**.



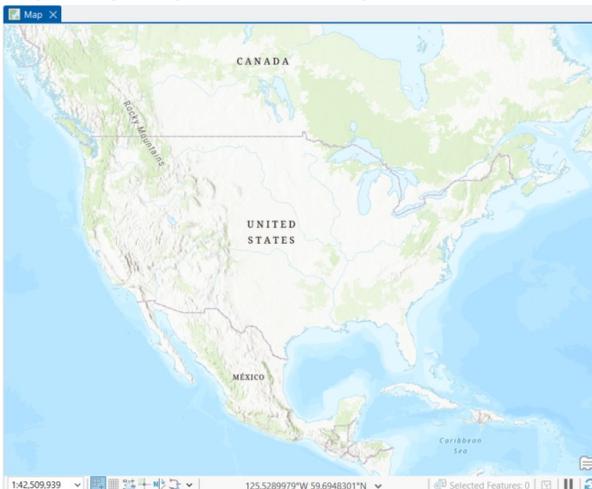
- Click** en el botón **Start without a template**



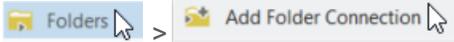
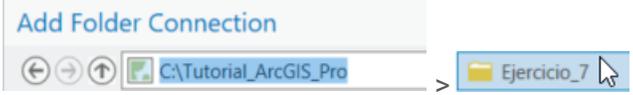
- Inserte un nuevo mapa,
- Haga **click** en el tab **Insert** y luego en el botón **New Map**.



- Espere que aparezca el mapa de fondo centrado en EEUU en el panel o tab Map.



- Añada una **referencia** al **folder Ejercicio_7**. Haga **click** en el tab del panel **Catalog**.

- Luego haga **click** en la sección **Folders** y escoja la opción **Add Folder Connection**.

- En la forma **Add Folder Connection** añada el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_7**.

- Haga **click** en el botón **OK** para integrar este folder a la lista de conexiones de directorios.
- Aún en el **panel Catalog**, expanda el nodo del folder **Ejercicio_7** y luego

- Expanda la geodatabase **exer_7.gdb**,

- Haga **right click** en el feature class **municipios_2015**. y
- Escoja la opción **Add To Current Map**.
 para que aparezca en el map Panel o visor de geodatos.

El layer de Municipios aparecerá en el visor de mapas.

- Abra la tabla de atributos** del este layer: **Right click | Open Attribute Table**

- En la tabla de atributos del layer **municipios_2015**, cada municipio tiene un municipio asignado a la consolidación:

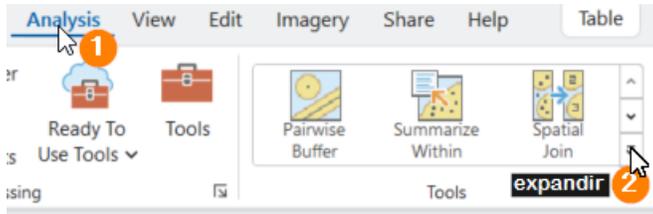
OBJECTID *	cntyidfp	municipio	abrev	shape *	shape_Length	shape_Area	consolidacion
1	72001	Adjuntas	ADJ	Polygon	69349.161922	173836874.753397	Utuado
2	72003	Aguada	AGD	Polygon	48433.296724	80079852.251781	Aguadilla
3	72005	Aguadilla	AGL	Polygon	50160.105793	94715624.880366	Aguadilla
4	72007	Aguas Buenas	ABU	Polygon	48523.758536	77845544.313039	Caguas
5	72009	Atbonito	AIB	Polygon	44515.589984	81115680.895795	Cayey
6	72013	Arecibo	ARE	Polygon	95973.679915	328532478.89069	Arecibo
7	72015	Arroyo	ARR	Polygon	30761.312859	38943071.03003	Guayama
8	72011	Añasco	ANA	Polygon	59349.893101	102550710.440921	Mayagüez

Note que en este campo hay nombres repetidos. No es error. Esto quiere decir por ejemplo, que Aguada, Aguadilla y cualquier otro municipio con el mismo nombre serán consolidados en el municipio de Aguadilla.

- Usaremos este campo **consolidacion** como fuente para que la función **Dissolve** haga su trabajo.
- Cierre** la tabla.



- Haga **click** en el tab **Analysis** y luego **click** en el botón para expandir las funciones de geoprocresamiento. escoja **Geoprocessing | Dissolve**



- Más abajo verá la sección **Manage Data**. Haga **click** en el botón **Pairwise Dissolve**.



Pairwise Dissolve es una herramienta Dissolve que no está disponible en ArcMap. Esta versión en [ArcGIS Pro aprovecha el procesamiento paralelo](#), es decir, que divide la tarea de procesamiento en cuantos **núcleos (cores)** tenga el **procesador**. Esto puede ser beneficioso en múltiples casos, pero no en todos.

- Al lado derecho verá el **panel Geoprocessing** con la herramienta **Pairwise Dissolve**.



- En la sección **Input Features**, escoja el layer **municipios-2015**.

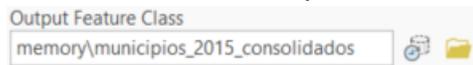


- En la sección **Output Feature Class**:

- Haga **click** en el botón **Memory Workspace**.

Esto generará un layer en memoria. No es necesario crear un feature class físico para esta sección.

- Cambie** el nombre por defecto a **municipios_2015_consolidados**



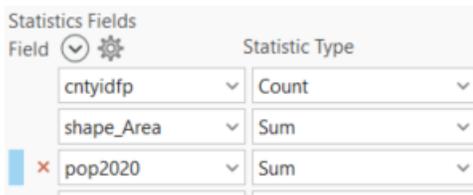
- En la sección **Dissolve Fields**, escoja el campo **consolidación**. Este es el campo que tiene los nombres repetidos. Significa que a cada municipio se le asigna el mismo u otro para la consolidación.



Consolidación numérica: Statistics Fields

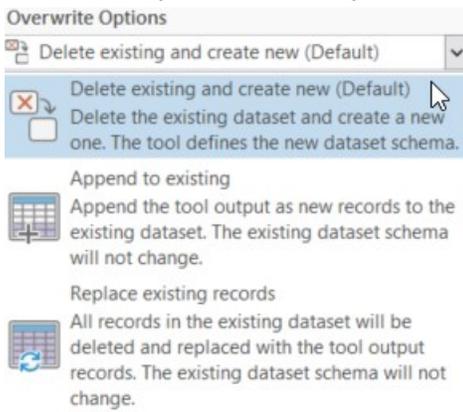
Al consolidar tenemos la opción de hacer sumatorias y conteos con las filas que vamos a consolidar. Este proceso es análogo a funciones como GROUP BY del lenguaje SQL y lenguajes como R y otros que manejan datos.

- En la sección **Statistics Fields**
 - Escoja primero el campo **cntyidfp** y en **Statistic Type** escoja la opción **Count**. Esto hará un conteo de municipios dentro de la consolidación.
 - Escoja el campo **shape_Area** y bajo **Statistic Type** escoja la opción **Sum**.
 - Escoja el campo **pop2020** y bajo **Statistic Type** escoja la opción **Sum**.



Contará los municipios consolidados y sumará las áreas y población de cada municipio.

- Haga **check** en la opción **Create multipart features**.
 - Create multipart features
- Haga **click** en el botón **Run** para efectuar la consolidación de municipios.
- NOTA: Luego de ejecutar la herramienta verá que aparece la opción **Overwrite Options**. Esta solo aparece cuando se produjo una salida Output de la herramienta. Las otras opciones están para añadir o reemplazar elementos.



Así debe aparecer su layer de municipios consolidados. El color del layer puede variar.



- Abra la tabla de atributos del layer **municipios_2015 consolidados**.
- Haga **doble click** en el campo **COUNT_cntyidfp**. Notará que ninguna región tiene un conteo mayor de 5 municipios asignados. El que menos municipios tiene es San Juan con dos municipios (San Juan y Guaynabo). Por otro lado, es el más poblado.

OBJECTID	shape	consolidacion	COUNT_cntyidfp	SUM_shape_Area	SUM_pop2020	
1	15	Polygon	San Juan	2	183454968.870097	409999
2	3	Polygon	Bayamón	3	200088819.27488	298122
3	12	Polygon	Mayagüez	3	333492117.368088	114327
4	13	Polygon	Ponce	3	528295232.571441	175674
5	14	Polygon	San Germán	3	484507005.076467	102371
6	16	Polygon	San Sebastián	3	464609948.194661	76324
7	18	Polygon	Utuaado	3	586900511.046714	61086
8	2	Polygon	Arecibo	4	617025057.909438	182705

Si hacemos una **gráfica de barras** para el campo **SUM_shape_Area** en el eje Y,



Al final de varios pasos, obtenemos lo siguiente:



NOTA: En la gráfica (Y-axis Number format) hice reformateo del campo numérico SUM_shape_Area, ajustándolo a kilómetros cuadrados (rate=1,000,000), con un lugar decimal. La línea roja horizontal muestra el valor de la media = 447 kilómetros. San Juan es el más pequeño con 183.45 y Arecibo es el más grande con 617.025 kms². El promedio es 447 kilómetros cuadrados.

Si hacemos una gráfica por población, luego de algunas configuraciones obtenemos lo siguiente:



Por otro lado al comparar área vs población, el municipio consolidado de Utuado sería el de menor densidad poblacional.

Remueva el layer **municipios_2015_consolidados**.

Haga **right click** y escoja **Remove**



Áreas de Influencia (Buffers)

Un **buffer** es un área que está definida por una distancia (radio) desde un elemento en particular. Podemos hacer buffers a puntos, a líneas o a polígonos. Muchas veces hacemos buffers permanentes cuando queremos extraer datos de otro layer mediante esta área de influencia. Los buffers pueden definirse como una sola distancia o múltiples distancias. Para buffers por distancias múltiples, se requiere que la tabla de atributos del geodato tenga un campo que contenga las distancias.

Supongamos que queremos hacer un mapa de carreteras solamente para el municipio de Rincón. Pero además, nos gustaría que incluyera una **distancia n** fuera de los límites municipales. Digamos que **la distancia para este buffer es 350 metros**.

Definition query para mostrar un elemento (municipio)

Una búsqueda definida (Definition query) nos sirve para mostrar una selección de uno o más elementos geográficos dentro de un geodato. Haremos una selección para mostrar solo al municipio de Rincón desde el geodato de municipios.

Haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Properties**.



En la forma **Layer Properties**, haga **click** en el tab **Definition Query**.

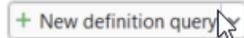


- En el **centro** de la forma verá lo siguiente:

There are no definition queries defined.



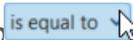
- Hagamos una **búsqueda definida**. Haga **click** en el botón **New Definition Query**.



- En el subformulario **Query 1** vaya a la sección **Where** y escoja el campo **municipio**.



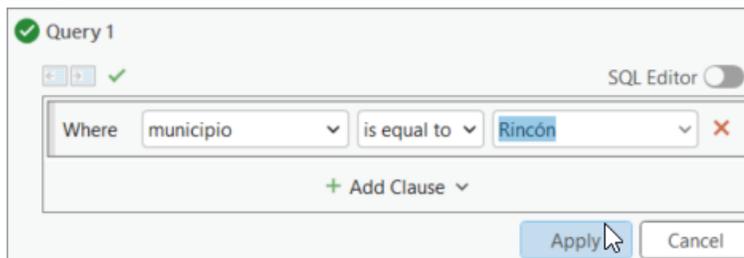
- Añada el operador **is equal to**.



- Escoja el nombre **Rincón** en la lista de valores de nombres municipales.



- Haga **click** en el botón **Apply** de esta subforma y luego en el botón **OK** de la forma **Properties**.

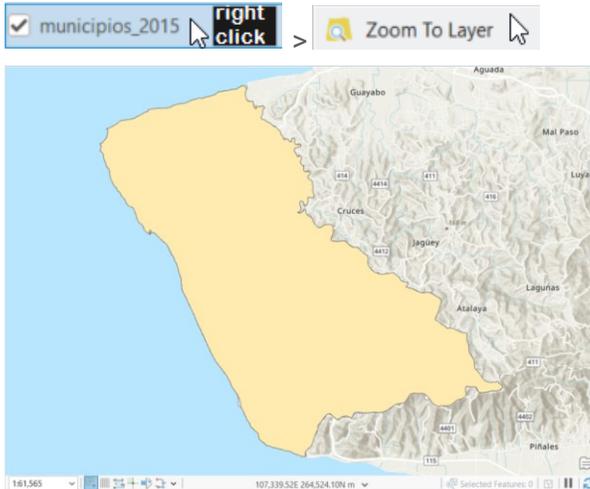


- Aparecerá solamente el **Municipio de Rincón**. Este es el municipio más occidental sin salir de la costa. El Municipio de Mayagüez es el más occidental al contar el barrio Isla de Mona y Monito:



- Haga un acercamiento a este municipio.

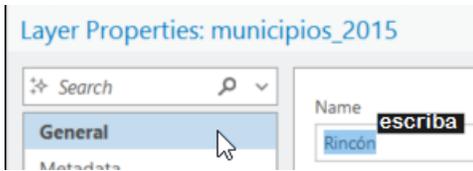
- Haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Zoom to Layer**.



- Cambie el nombre de este layer a **Rincón**.
- Haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Properties**.



- Haga **click** en el tab **General** y en la caja de texto **Name** escriba **Rincón**.

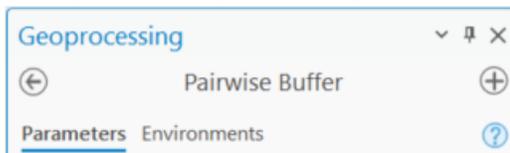


Ahora pasemos a hacer el buffer.

- Haga **click** en el tab **Analysis** y escoja **Pairwise Buffer**.



- Al **lado derecho** de la interfaz de ArcGIS Pro, aparecerá la herramienta **Pairwise Buffer** en el **panel Geoprocessing**.



- En la sección **Input features**, escoja el layer **Rincón**. Como tenemos una búsqueda definida (Definition query), hay solo un récord seleccionado que corresponde al Municipio de Rincón.



- En la sección **Output Feature Class**, presione el botón **Browse**



Vamos a guardar los resultados en un espacio en la geodatabase **exer_7.gdb**.

- Guardará el nuevo feature class **rincón_buff350m** dentro del **feature dataset results_geoprocesos**, localizado en el folder **Ejercicio_7\exer_7.gdb\results_geoprocesos**.
- En la caja **Name** escriba **rincon_buff350m**.



- En **Distance [value or field]** mantenga la opción **Linear Unit** y en la caja de texto escriba **350**. Las **unidades** deben ser **metros**.



- En la sección **Method**, escoja la opción **Planar**. La zona de influencia (Buffer) será proyectada por distancia euclidiana (plano en dos dimensiones) en metros.



Además, la opción *Geodesic* se aplica a distancias que deben tener en consideración la curvatura terrestre. Este no es nuestro caso.

- En el apartado **Dissolve Type** escoja la opción **Dissolve all output features into a single feature**. Con esto se genera un solo polígono, consolidando áreas adyacentes..



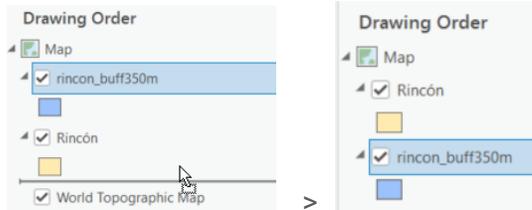
- En la sección **Maximum Offset Deviation** deje el valor por defecto en **cero 0**. Esto hará que ArcGIS Pro determine el valor óptimo de distancia entre vértices que dan la forma a la zona de influencia.



- Presione **Run** para ejecutar el proceso **Pairwise Buffer**.



- NOTA: Luego de ejecutar la herramienta verá que aparece la opción **Overwrite Options**. Esta solo aparece cuando se produjo una salida Output de la herramienta.
- Arrastre el layer **Rincon_buff350m** debajo del layer **Rincón**.



Así luce el buffer con relación al layer temporal del Municipio de Rincón:



Extracción: Clip

Clip es una función de extracción de geometrías. El resultado es la intersección dos layers. Una intersección es el área común entre dos conjuntos:



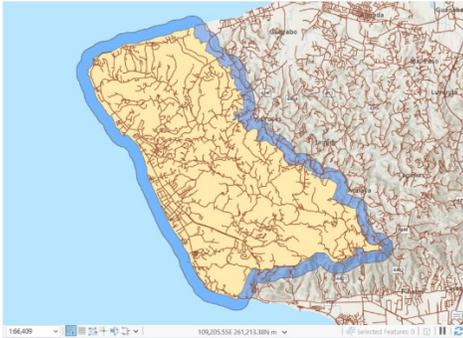
La diferencia entre la función **Intersect** y **Clip** es que **Clip** no trae la tabla de atributos del layer usado para cortar.

Usaremos el geodato buffer del ejemplo anterior y un geodato de vías para esta área.

- Vaya al **panel Catalog** y expanda el folder **Ejercicio_7**. Expanda la geodatabase **exer_7.gdb**.
- Haga **right click** en el feature class **tiger_rds2006SE_Rincon_Aguada** y escoja la opción **Add to Current Map**.

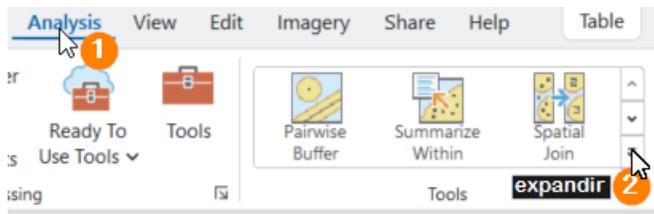


Podrá notar que el layer de calles y carreteras se extiende más allá de los límites del Municipio de Rincón.



- Utilicemos la herramienta **Pairwise Clip** para producir otro geodato recortado hasta los límites del geodato buffer350m. .

Haga **click** en el tab **Analysis** y luego click en el botón para expandir las funciones de geoprocresamiento. escoja **Default | Pairwise Clip**

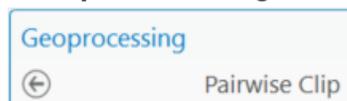


- Bajo el grupo **Default** verá esta herramienta. Haga **click** en el botón **Pairwise Clip**.



Pairwise Clip es una herramienta que no está disponible en ArcMap. Esta versión en [ArcGIS Pro](#) aprovecha el procesamiento paralelo, es decir, que divide la tarea de procesamiento en cuantos **núcleos (cores)** tenga el **procesador**. Esto puede ser beneficioso en múltiples casos, pero no en todos.

- En el **panel Catalog** verá los parámetros del geoprocreso **Pairwise Clip**.



En la caja de texto **Input Features**, escoja el layer **tiger_rds2006SE_Rincon_Aguada**.



- En la sección **Clip Features** escoja el layer para cortar: **rincón_buff350m**.

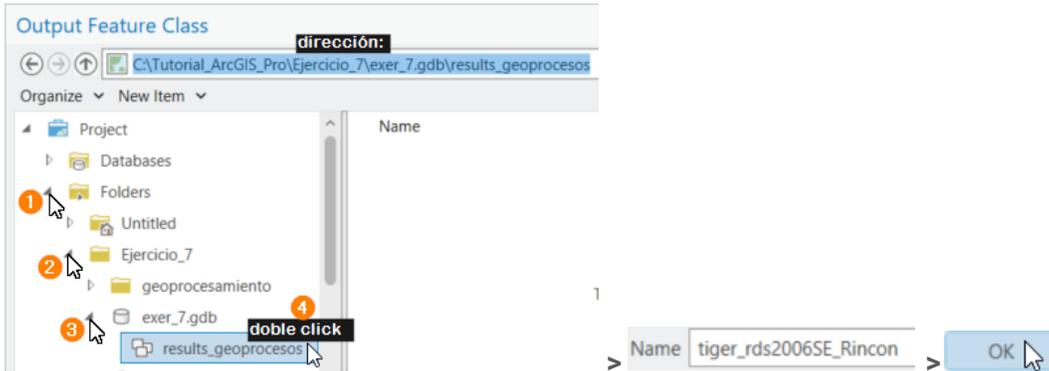


- En el apartado **Output Feature Class** haga **click** en el botón **Browse**. Vamos a guardar el resultado en el Feature Dataset results_geoprocresos, localizado dentro de la geodatabase exer_7.gdb.

Guardará el nuevo feature class **tiger_rds2006SE_Rincon** dentro del **feature dataset results_geoprocresos**, localizado en el folder

Ejercicio_7\exer_7.gdb\results_geoprocesos.

- En la caja **Name** escriba **tiger_rds2006SE_Rincon**.

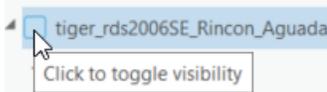


- Ya todo está listo. Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar el **Pairwise Clip**.

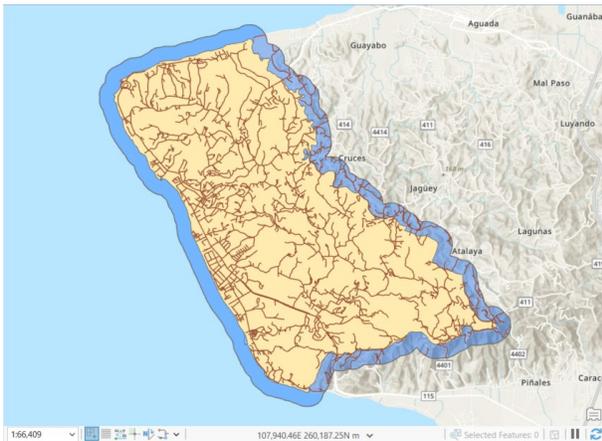


- Apague el layer **tiger_rdsSE2006_Rincon_Aguada**.

- Haga **uncheck** en la caja



Así debe verse el resultado, con la excepción de la escala gráfica que añadí para que tengan idea de lo que representa un kilómetro respecto al mapa de Rincón. La función **Clip** preservó solamente el área de intersección entre las carreteras y el buffer de 350 metros alrededor de los límites del Municipio de Rincón.



Intersect

Esta función o geoproceso la vimos anteriormente, en el capítulo III. Este geoproceso toma dos layers y devuelve el área geométrica común entre los dos.



A diferencia del Clip, la función **Intersect** devuelve tanto la geometría como los atributos de ambas tablas en el área de coincidencia geométrica.

Ejemplo:

El Departamento de Obras Públicas del Municipio de Rincón debe obtener un estimado de cuántos kilómetros de vías (calles y carreteras) contiene el municipio, por barrio. Esta vez, queremos excluir lo que está fuera de los límites municipales.

Para esto es necesario usar el geoproceso **Intersect** y luego efectuar el informe de kilometraje por barrio:

Primero necesitamos traer el feature class de barrios del Municipio de Rincón

- Vaya al **panel Catalog** y expanda el folder **Ejercicio_7**. Expanda la geodatabase **exer_7.gdb**.
- Haga **right click** en el feature class **rincón_barrios_2015** y escoja la opción **Add to Current Map**.



- Añada las etiquetas de los nombres de los barrios.
- En el **panel Contents**, haga **right click** encima del layer **rincón_barrios_2015**.
- Escoja la opción **Label**.



- Apague el layer **tiger_rdsSE2006_Rincon**. Haga **uncheck** en la caja al lado del nombre.



Las etiquetas se verán así, dependiendo del conjunto de tipos de letra (Fonts) instaladas en su sistema operativo Windows. ▼



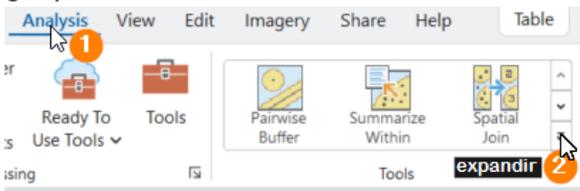
Esta gráfica muestra los tamaños de los barrios:



Esto tendrá un efecto directo en la suma de kilómetros de vías por barrio. Si cada barrio tiene densidades de vías similares, es de esperar que los barrios más grandes tengan más vías, aunque puede darse casos de áreas grandes y despobladas. Este no es el caso en esta práctica.

Ya tenemos los geodatos necesarios en el visor. (No es necesario que estén en el visor. Esto se hace para que los pueda ver en esta práctica. Los feature classes pueden traerse mediante el botón *Browse*).

- Utilicemos la herramienta **Pairwise Intersect** para producir otro geodato recortado hasta los límites del geodato buffer350m. .
- Haga **click** en el tab **Analysis** y luego **click** en el **botón para expandir** las funciones de geoprocresamiento.

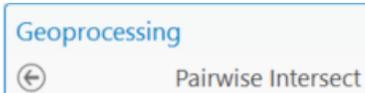


- Bajo el grupo **Overlay Features** verá esta herramienta. Haga **click** en el botón **Pairwise Intersect**.

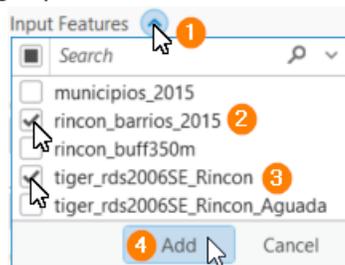


Pairwise Intersect es una herramienta que no está disponible en ArcMap. Esta versión en [ArcGIS Pro](#) aprovecha el procesamiento paralelo, es decir, que divide la tarea de procesamiento en cuantos **núcleos** (*cores*) tenga el **procesador**. Esto puede ser beneficioso en múltiples casos, pero no en todos.

- En el **panel Catalog** verá los parámetros del geoproceso **Pairwise Intersect**.

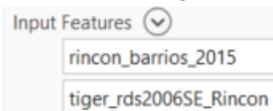


- En la sección **Input Features** expanda el botón para escoger layers.
 - Haga **check** en los layers **rincon_barrios_2015** y **tiger_rds2006SE_Rincon**
 - Haga **click** en el botón **Add** para registrar este geodato como parámetro de este geoproceso.



No es necesario usar esta opción pero se demuestra su existencia para casos en los cuales se intersectarán varios feature classes.

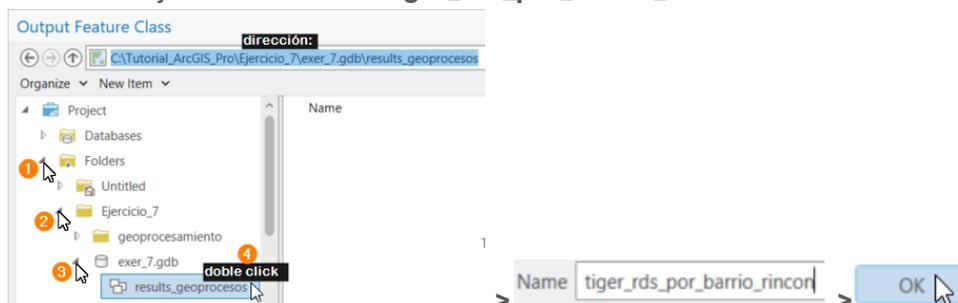
- La sección **Input Features** debe quedar así:



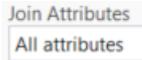
- En el apartado **Output Feature Class** haga **click** en el botón **Browse**. Vamos a guardar el resultado en el Feature Dataset **results_geoprocesos**, localizado dentro de la geodatabase **exer_7.gdb**.

Guardará el nuevo feature class **tiger_rds_por_barrio_rincon** dentro del **feature dataset results_geoprocesos**, localizado en el folder **Ejercicio_7\exer_7.gdb\results_geoprocesos**.

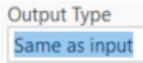
- En la caja **Name** escriba **tiger_rds_por_barrio_rincon**.



- En la sección **Join Attributes** escoja la opción **All Attributes**. Esa opción guarda los identificadores originales de cada feature class intersecada.
En este caso la opción que NO se debe usar es **Only feature Id** porque necesitamos los campos para identificar los barrios y la información de las vías.



- En la sección **Output Type** debe usar la opción **Same as input**.



En esta ocasión estaremos integrando un layer o feature class de polígonos (barrios) con otro de líneas (tiger_roads). El resultado será la dimensión geométrica menor. Es decir, si hacemos intersección de línea con polígonos, el resultado geométrico será líneas pero retendrá los valores y campos de la tabla de polígonos.

- Ya todo está listo. Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar el **Pairwise Intersect**.

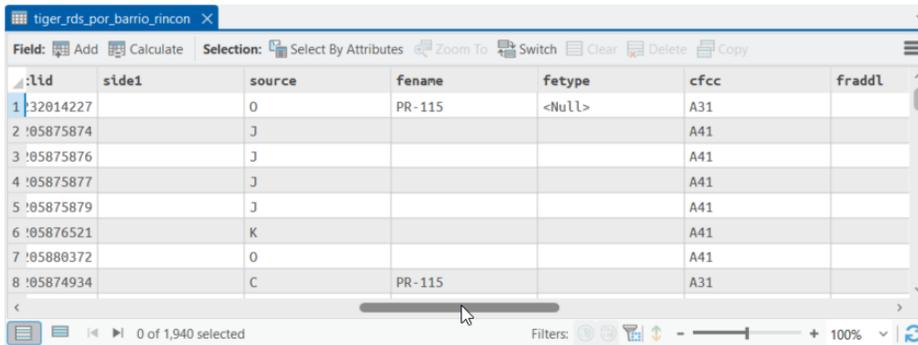


Este geoproceso **Pairwise Intersect** no reemplaza al **Intersect "clásico"**. Por ejemplo, en la **versión Pairwise no se puede establecer prioridades** (ranking). Esto puede ser crítico en casos de límites legales en los cuales estos no se pueden mover. Para esta práctica es importante la distinción pero no es crítico.

- Abra la tabla de atributos del feature class **tiger_rds_por_barrio_rincon**.



- Use los botones corredores para ver el contenido de la tabla. Verá que este geodato tiene atributos de la tabla de barrios y de la tabla de vías.



fId	side1	source	fename	fetype	cfcc	fraddl
1:32014227		0	PR-115	<Null>	A31	
2:05875874		J			A41	
3:05875876		J			A41	
4:05875877		J			A41	
5:05875879		J			A41	
6:05876521		K			A41	
7:05880372		O			A41	
8:05874934		C	PR-115		A31	

- Note que el layer de vías no sobrepasa el límite municipal.



- NO cierre la tabla de atributos.

Summarize: determinar longitud de vías por barrio

Esta función trabaja en tablas y se usa para resumir/agregar datos. En este caso, vamos a sumar las longitudes de las vías por cada barrio.

- Para **saber la longitud total de las vías en cada barrio** de Rincón, haga **right click** encima de la **cabecera (header)** del campo **BARRIO** y escoja **Summarize**.



- En la forma **Summarize Statistics**, asegúrese que en la sección **Input Table** esté la tabla **tiger_rds_por_barrio_rincon**.



- En el apartado **Output Table** haga **click** en el botón **Browse**. Vamos a guardar el resultado dentro de la geodatabase **exer_7.gdb**. No puede estar dentro de un Feature Dataset como los otros geodatos.

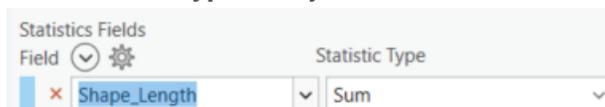
- En la caja **Name** escriba **vias_kms_por_barrio_cfcc**.



CFCC o Census Feature Class codes fue el sistema de clasificación que se utilizó para los elementos geográficos en versiones anteriores de los geodatos "TIGER" del Negociado del Censo Federal.

- En la sección **Statistics Fields** escoja el campo **Shape_Length**. Este contiene las longitudes de cada segmento de línea.

En **Statistic Type** escoja **Sum**.



- En la sección **Case Fields** añada los campos **BARRIO** y **cfcc**.



Esto hará que se sumen las longitudes de segmentos en **Shape_Length** por **barrio** y por tipo **CFCC**.

- Haga **click** en el botón **OK**.

- Al final de la tabla de contenido deberá aparecer la tabla **vías_kms_por_barrio_cfcc** haga **right click encima del nombre** de esta tabla y escoja **Open**



- Así debe verse la tabla:

OBJECTID *	BARRIO	cfcc	FREQUENCY	SUM_Shape_Length
1	Atalaya	A31	17	4069.888595
2	Atalaya	A41	85	10611.471677
3	Atalaya	A51	4	305.253973
4	Barrero	A31	20	2432.870533
5	Barrero	A41	95	11124.208125
6	Barrero	A51	4	1178.180863
7	Barrero	A71	24	788.47629
8	Barrio Pueblo	A31	26	1427.274494

*Note que hay dos barrios "Pueblo". El barrio que contiene el **centro urbano tradicional** se llama "**Barrio Pueblo**". Adyacente al mismo al sur está el barrio "Pueblo", el más extenso del municipio, como 20 veces más extenso que el "Barrio-Pueblo". Hay otros casos análogos en varios municipios.*



Límites del Barrio Pueblo o centro urbano histórico y el barrio Pueblo. Los cuadros representan un kilómetro cuadrado.

Las longitudes están en metros. Por cada tipo CFCC se repetirá el nombre del barrio.

Generar gráfica por barrio y tipo de vía

Con la tabla del geodato podemos generar una gráfica que resuma y muestre los kilómetros agregados por barrio, por vías municipales. Para esto usaremos la tabla **vías_kms_por_barrio_cfcc**. Las vías clasificadas CFCC de importancia son:

- **A41:** responsabilidad del gobierno municipal.
- **A31:** responsabilidad del gobierno central.

Haremos una gráfica de barras tipo 'apilada' o Stacked para mostrar los kilómetros agregados por barrio y tipo.

- Para generar la **gráfica de barras** vaya al **panel Contents** y haga **right click** en la tabla **vías_kms_por_barrio_cfcc**. Escoja la opción **Create Chart** y luego la opción **Bar Chart**.



- El panel de la gráfica aparece vacío por defecto hasta que le añadamos los datos que vamos a graficar.

Select Variable(s) in the Chart Properties pane to begin.

- En el panel **Chart Properties** vaya al parámetro requerido **Category or Date** bajo la sección **Variables**. **Escoja** el campo **BARRIO**.

Verá que el espacio se llena con una gráfica pero esa **no** es la información que deseamos.

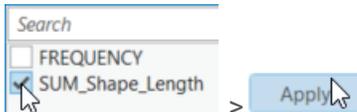
- En la sección **Aggregation** cambie el método **Count** por **Sum**. Vamos a realizar una **sumatoria** de **longitudes** por **barrio** y **clasificación cfcc**.



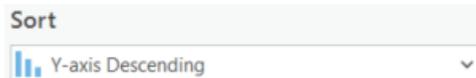
- En el apartado requerido **Numeric field(s)** haga **click** en el botón **Select**



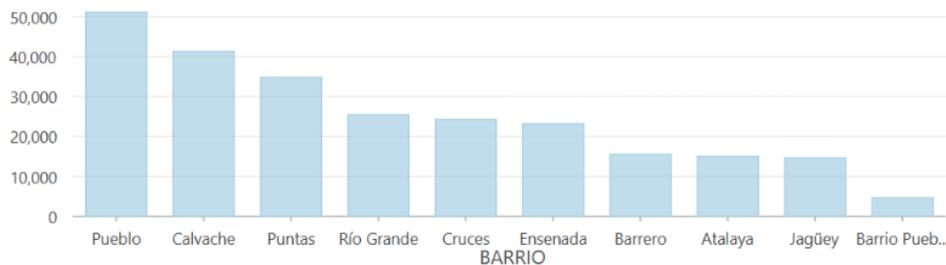
Escoja el campo **Sum_Shape_Length** y luego **click** en el botón **Apply**.



- Más abajo en la sección **Sort** escoja la opción **Y-axis Descending**.



Hasta el momento la gráfica luce de esta manera, aunque no está terminada.



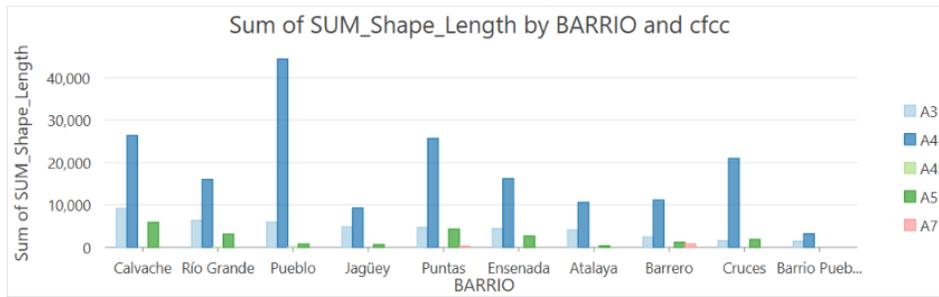
Esto muestra las **sumatorias** de vías **en metros** por cada **barrio**.

Continuemos.

- Vaya a la sección **Split by (optional)** escoja el campo **cfcc**.

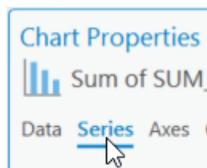


- Notará que el orden de los barrios en la gráfica cambiará.



Esta gráfica incluye la leyenda pero tiene más información de la que nos interesa. Además vamos a cambiar esta gráfica a una de tipo barras apiladas (*stacked bars*).

- Para cambiar el tipo de gráfica a **stacked** haga **click** en el tab **Series** de este **panel Chart Properties**.



- En la sección **Display multiple series as** escoja la opción **Stacked**.



- En la sección de valores símbolos y etiquetas use la combinación **shift+click** para seleccione los valores **A45, A51 y A71**

Values	Symbol	Label
A31		A31
A41		A41
A45		A45
A51		A51
A71		A71

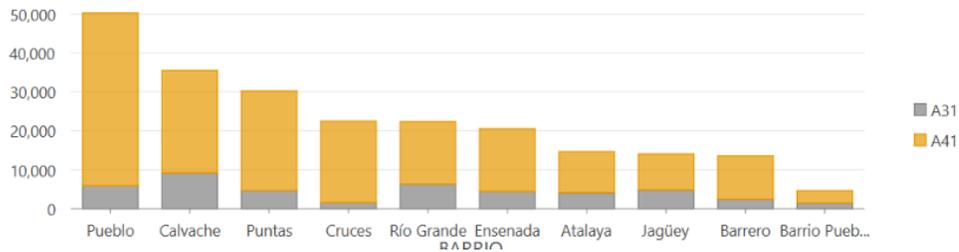
- Haga **click** en el botón **X** rojo , para **quitar** estos valores **de la gráfica**.
- Cambie el color del símbolo **A31** a gris 50%.



- Cambie el color del símbolo **A41** al color **Seville Orange**.

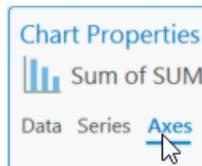


Hasta ahora la gráfica debe verse así:



Vamos a **cambiar la escala numérica en el eje Y** para que represente **kilómetros** y **añadir etiquetas** de kilómetros agregados a los segmentos de barras.

- Haga **click** en el **tab Axes** del panel **Chart Properties**.



- Vaya a la sección **Number format** al final de este panel y haga **click** en el **icono de lápiz** para cambiar las propiedades numéricas.



- En la sección **Category** escoja la opción **Rate**.



- En **Factor** escriba **1000**.



- En la sección **Rounding** cambie el número de lugares **decimales** a **1**.

- Luego haga **click** en el botón **Apply**.



- Haga **click** en el tab **General** para cambiar los títulos de la gráfica.



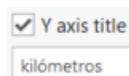
- En la sección **Chart title** escriba **Desglose de kilómetros de vías por barrio y tipo**.



- En la sección del **eje x** de la gráfica **X axis title** escriba **barrios**



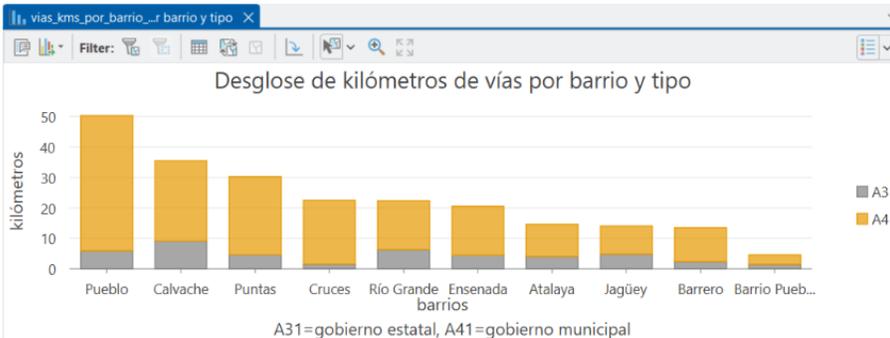
- En la sección **Y axis title** escriba **kilómetros**.



- En la sección **Description** escriba una explicación de los códigos: **A31=gobierno estatal, A41=gobierno municipal**

Description
 A31=gobierno estatal, A41=gobierno municipal

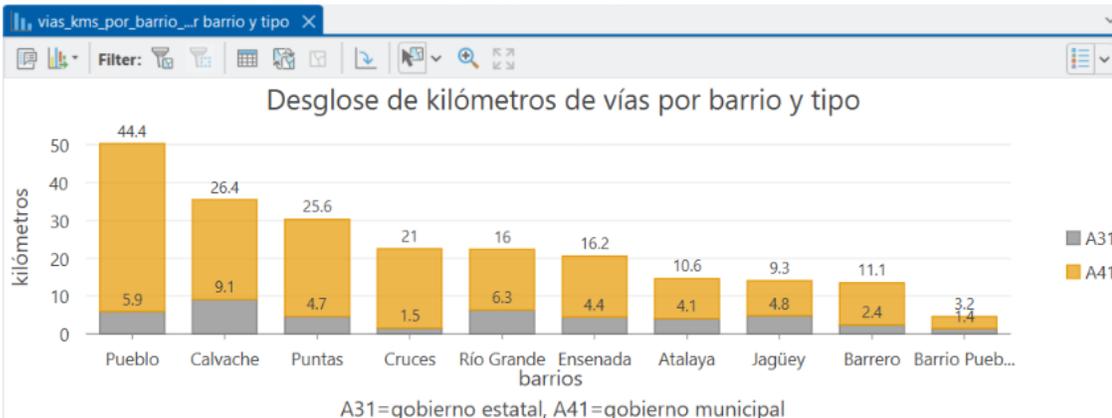
- Así debe quedar la gráfica luego de los cambios.



- Regrese al tab **Data** y haga **check** en la opción **Label bars**.

Data Labels
 Label bars

- Finalmente esta es la gráfica con las etiquetas que muestran los kilómetros agregados por barrio y por tipos **A41** (municipal) y **A31** (gobierno central).



No confunda el valor 44.4 con la altura de la barra completa. El valor 44.4 representa la suma de kilómetros clase A41 dentro del barrio Pueblo. A esto se añade 5.9 kms de la clase A31.

- Cierre ArcGIS Pro.** No tiene que guardar el proyecto.

Tome un receso de 15 minutos.

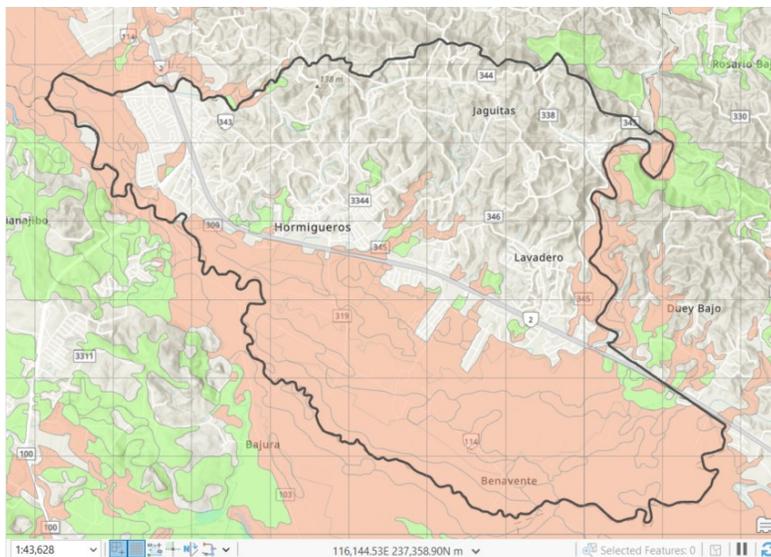
Modelo para proponer la localizaciones de refugio(s)

Un análisis previo determinó que **53% del área del Municipio de Hormigueros** (29.3 km²) está en **zonas inundables**. En el mapa siguiente, los **tonos azul y azul claro** representan las **áreas susceptibles a inundaciones** (1% y 0.2% de probabilidad dentro del periodo de una hipoteca a 30 años). El **área A** representa el **cauce del río Guanajibo** (floodway).



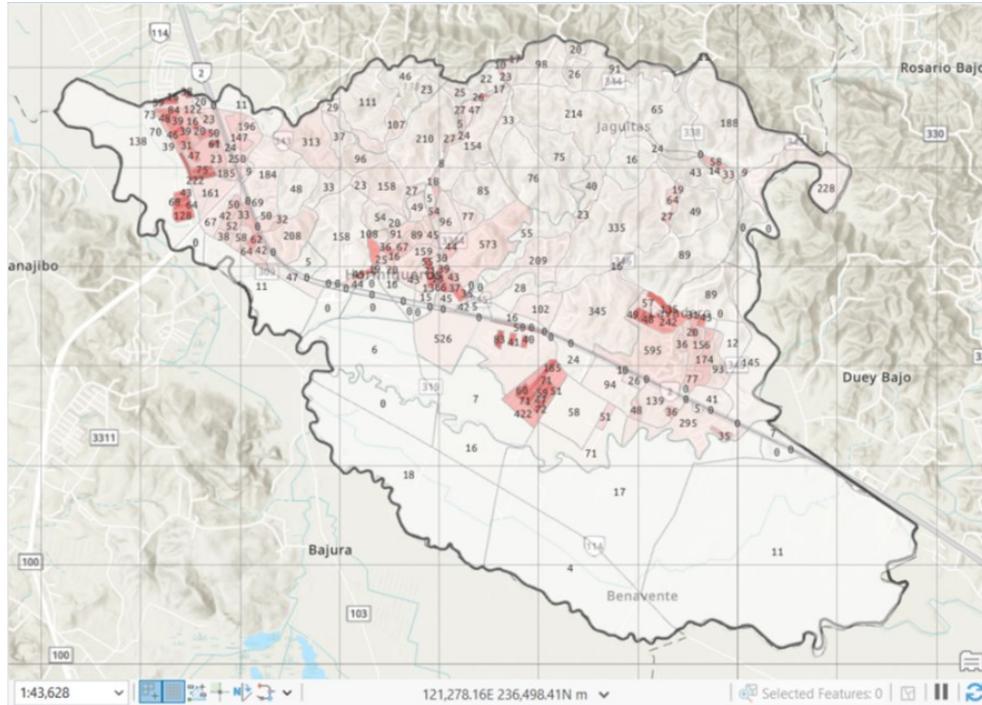
Los cuadros representan un kilómetro cuadrado.

Estas **zonas inundables** están asociadas principalmente al **río Guanajibo** al sur y al **río Rosario** al este del municipio. Históricamente el valle del río Guanajibo ha sido ocupado por usos agrícolas, ya que los suelos son de alta productividad agrícola.



Suelos de alta productividad agrícola en colores marrón claro y verde claro. Los cuadros representan un kilómetro cuadrado.

La **población** está concentrada a lo largo de las vías principales **PR-2, PR-100**, el centro urbano histórico "barrio Pueblo" y a lo largo de las carreteras terciarias. Al norte, la población es más dispersa, mientras que al sur del Municipio la población es menor, excepto por algunos desarrollos de viviendas en la margen sur de la carretera PR-2.



Densidad poblacional, según Censo 2020. Los números son conteos poblacionales. Unidad de área: bloque censal 2020. Cada cuadro representa un kilómetro cuadrado.

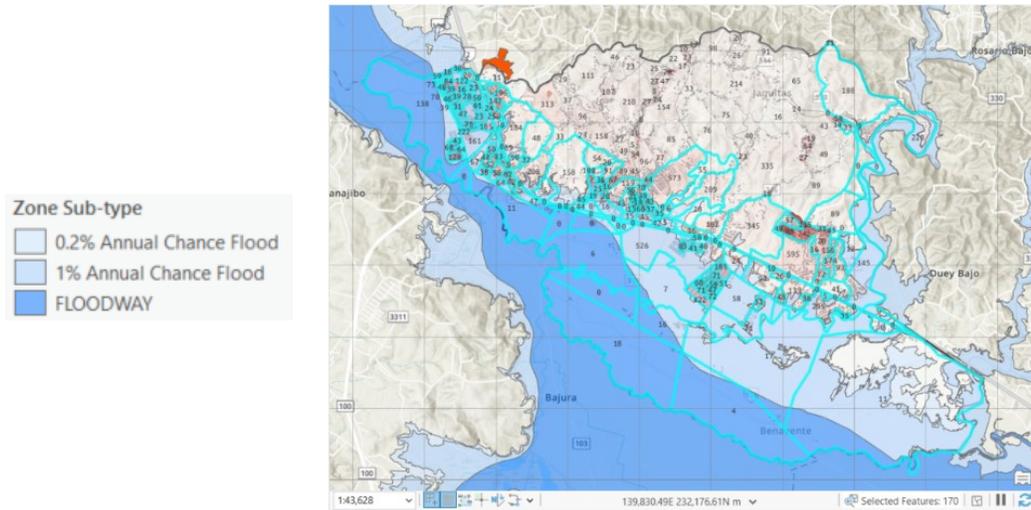
¿Cuál es la población en, cada una de las categorías de **zonas inundables**? Si usamos **Select by Location**, esta función **seleccionará los bloques censales que intersequen cualesquiera de las zonas inundables**. Le podemos añadir una **zona adicional (buffer) de 30 metros** para cubrir alguna incertidumbre.

El **resultado** será la selección de **170 bloques censales**. La **suma de población** dentro de estos bloques censales seleccionados es **10,823 habitantes**, lo cual es casi **70% de la población**: 15,654 (Censo, 2020). Claro está, **el resultado está sobreestimado**, no tanto por el buffer de 30 metros sino porque **Select by Location** seleccionará bloques que intersequen con las zonas inundables al menos en un punto. Algunos bloques están cubiertos totalmente y otros muy parcialmente.

Otro asunto importante es la **presunción** de que la **población** está **repartida equitativamente en un área** como un bloque censal. Esto puede ser cierto en algunos casos pero en otros bloques censales más grandes, la población puede estar concentrada, a lo largo de vías de transporte o cuerpos de agua, por ejemplo.

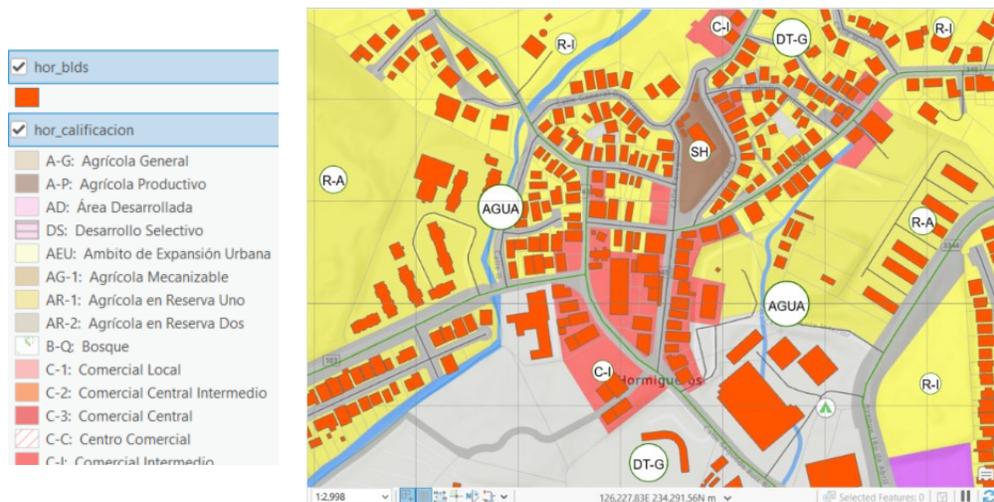


Este bloque que está fuera de zonas inundables por ejemplo, tiene 214 habitantes. Sin embargo, la población está concentrada alrededor de los límites, que son carreteras o caminos.



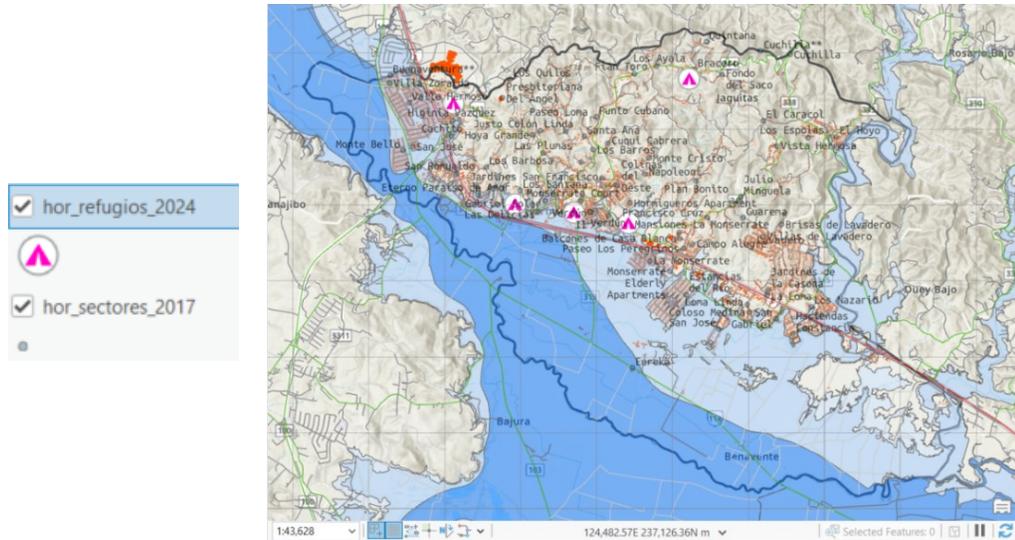
Este mapa muestra los **bloques censales que cumplen la condición de intersección con las zonas inundables** ya sea de manera total o parcial.

Ya que contamos de un geodato de **huellas de edificios** ([OpenStreet map](https://www.openstreetmap.org/)), podemos usarlo para solaparlo con el geodato de inundaciones. El geodato de huellas de edificios no tiene conteos de población, pero le añadí los datos de calificación mediante Spatial Join con el geodato de calificación (zonificación). De esta manera tenemos un geodato más preciso para poder discriminar cuáles de los edificios tienen usos residenciales o uso residencial mixto.



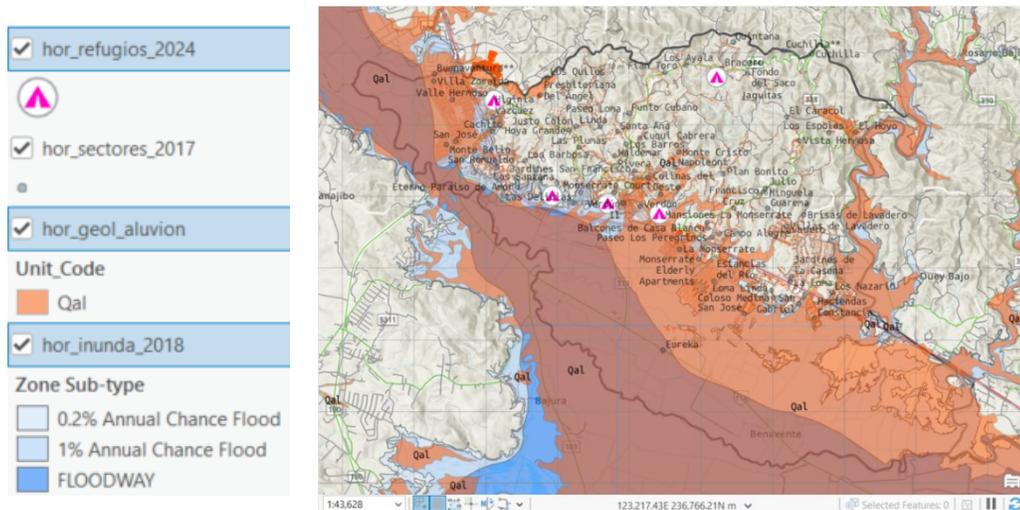
Geodato de huella de edificios (Fuente: OpenStreetMap, 2025) contrastado con el geodato de calificación de la Junta de Planificación (2025). Cada cuadro representa 1 ha (10,000 m²).

Ya que sabemos que una parte importante de la población está en zonas inundables, lo próximo es disponer de refugios en casos de emergencia. El siguiente mapa nos mostrará que la mayor parte de estos refugios están dentro de zonas inundables o en sus márgenes. Los cuadros representan 1 kilómetro cuadrado.

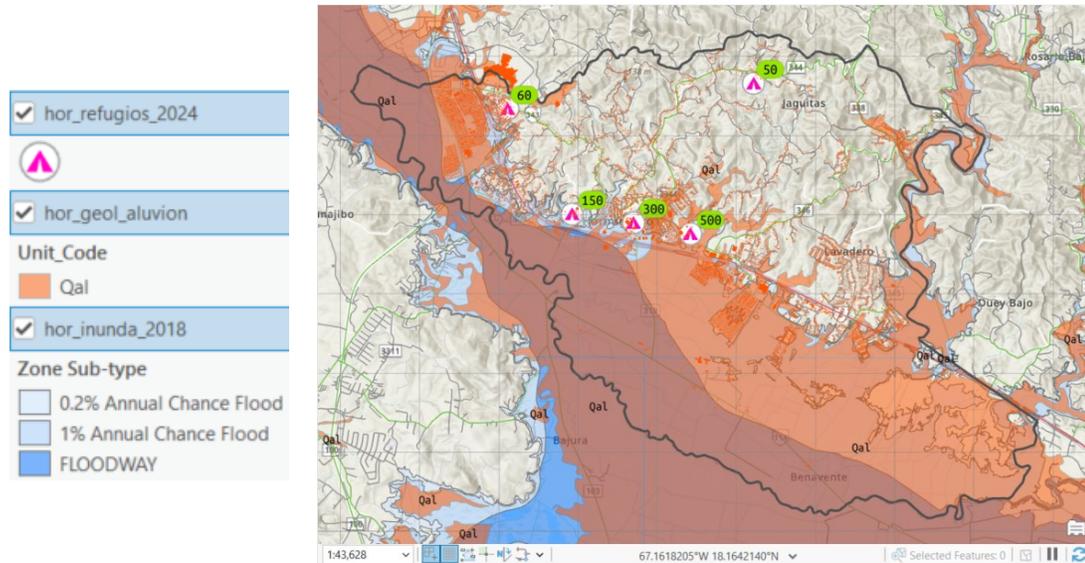


Propuesta: ubicar nuevo refugio en áreas fuera de zonas inundables y suelos de aluvión

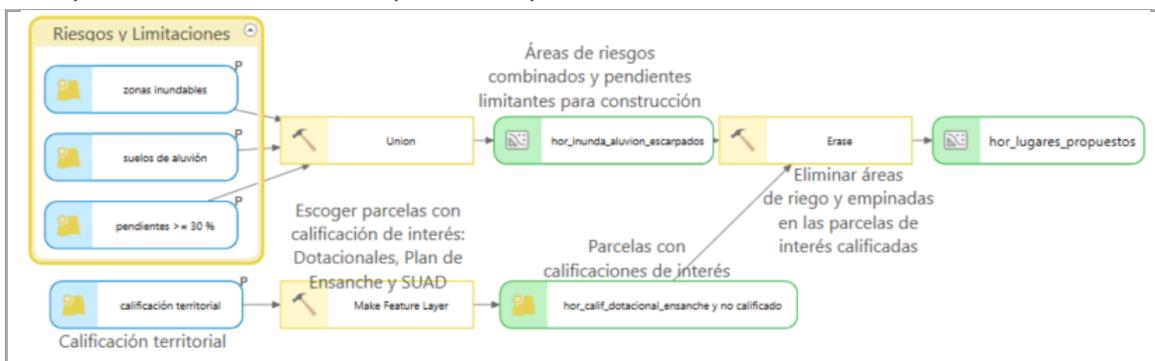
El objetivo de esta parte del ejercicio es proponer lugares para ubicar o construir refugios que estén tanto fuera de zonas inundables como fuera de suelos de aluvión. Los suelos en aluvión tienen riesgo a licuación durante sismos fuertes. El terreno se puede tener un comportamiento casi líquido en estos eventos sísmicos. En términos de reglamentación territorial, los refugios deben estar en áreas con calificación **Dotacional** (público) o dentro de áreas de **Plan de Ensanche**.



Anteriormente habíamos determinado que la mayor parte (53%) de los 29.3 kilómetros cuadrados del territorio municipal está bajo áreas inundables o en áreas llanas con suelos de aluvión. Además, la mayoría de los refugios existentes están dentro o cerca de zonas inundables o construidos sobre suelos de aluvión. Esto ocurre ya que estos coinciden con escuelas o edificios públicos que tienen infraestructura para albergar muchas personas. **Los refugios al norte tienen poca capacidad. La capacidad máxima de refugios está en círculos verdes.** Fuente: Listado de Refugios: Departamento de la Vivienda.



Por lo tanto, usaremos las herramientas geoespaciales de ArcGIS Pro para proponer lugares que ofrezcan mejor seguridad en caso de desastres naturales. En la figura siguiente verá el modelo que vamos a desarrollar para esta parte.

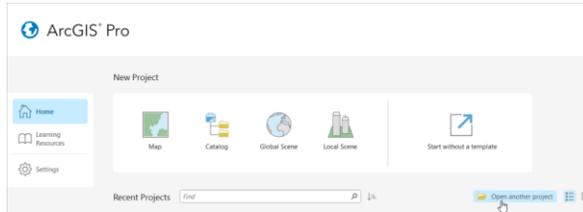


Modelo de Idoneidad (Suitability Model) como aparece en la versión AGP 3.6 - Los **cuadros azules** son los **geodatos de entrada (input)**. Los geodatos de **riesgo** son la unión de las zonas inundables y los suelos de aluvión. El geodato de calificación tiene las áreas y distritos que nos interesa seleccionar: distritos dotacionales, plan de ensanche y SUAD (suelo urbano no calificado). Esas son las primeras opciones. El proceso Intersect servirá para cortar áreas de los distritos de calificación seleccionados que coincidan con las zonas de riesgo. La letra P significa que son parámetros del modelo. Esto da la opción de escoger otros geodatos si fuere necesario. El aspecto gráfico de los modelos cambió desde la versión 3.6. Podrá haber

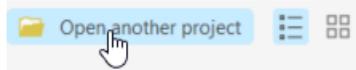
notado que en capítulos anteriores los modelos que presentamos tenían el aspecto original de versiones anteriores hasta la 3.5.

Para esta parte de la práctica utilizaremos un proyecto preparado para estos fines.

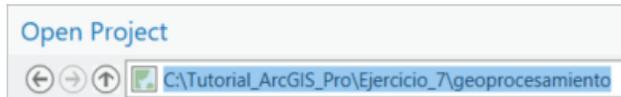
- Abra una **sesión de ArcGIS Pro**.



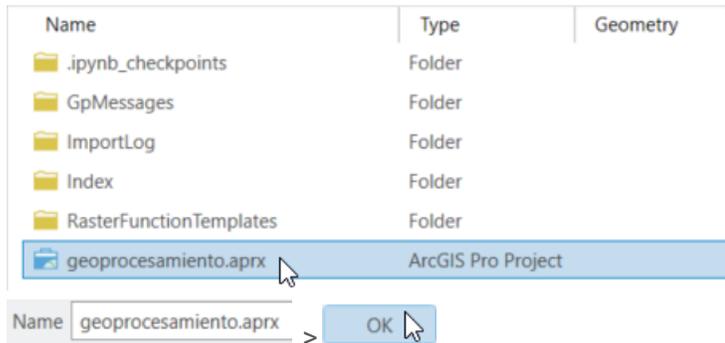
- En la **pantalla de inicio** haga **click** en el botón **Open another project**.



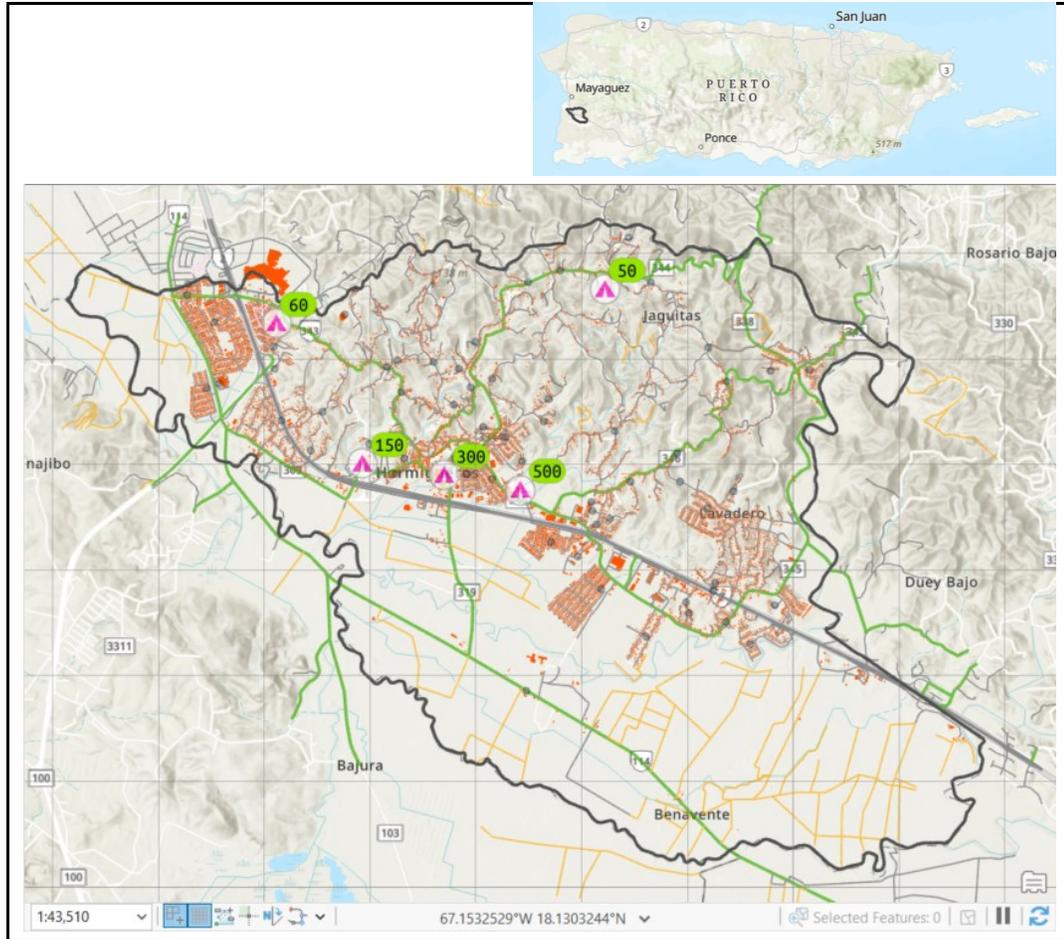
- En la forma **Open Project** navegue hasta llegar dentro del folder **Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_7\geoprocesamiento**



- En la lista de archivos escoja el archivo *project file* **geoprocesamiento.aprx**.
- Presione el botón **OK** para abrir este proyecto.

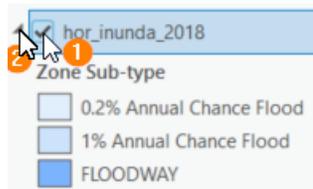


Espera que aparezca el mapa en el tab del visor de geodatos (Map). Podrá ver el límite municipal, las huellas de edificios, la ubicación de refugios con su capacidad máxima y el sistema vial. Hay una serie de layers que están apagados. Vamos a verlos para que se familiarice con ellos.



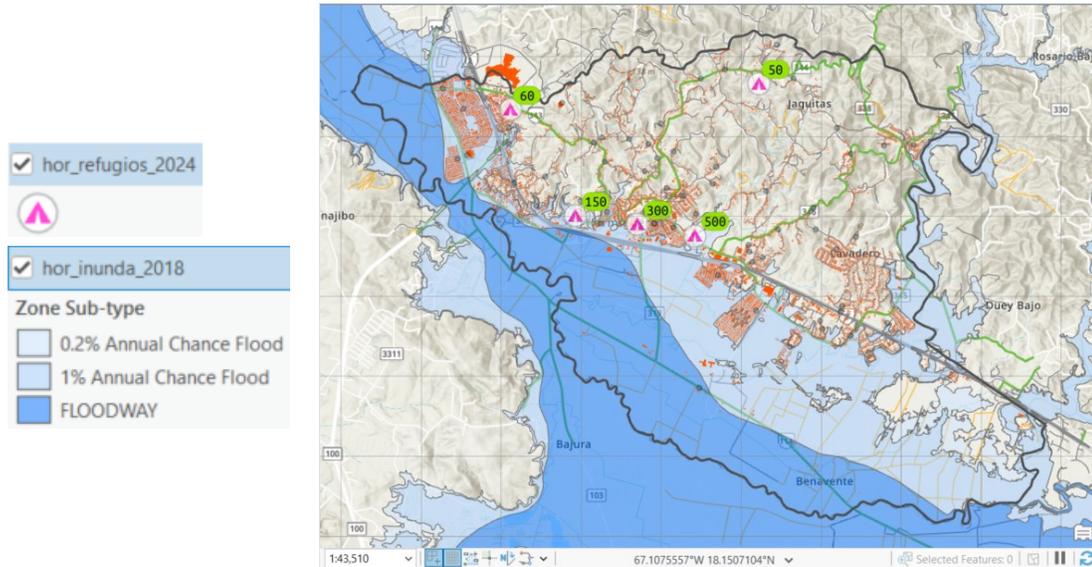
Vista del Municipio de Hormigueros junto con su localización en Puerto Rico, en la zona oeste de la isla.

- Veamos el layer de zonas inundables. Vaya al **panel Contents**.
- Haga **check** en el layer **hor_inunda_2018** y **expanda su leyenda**.

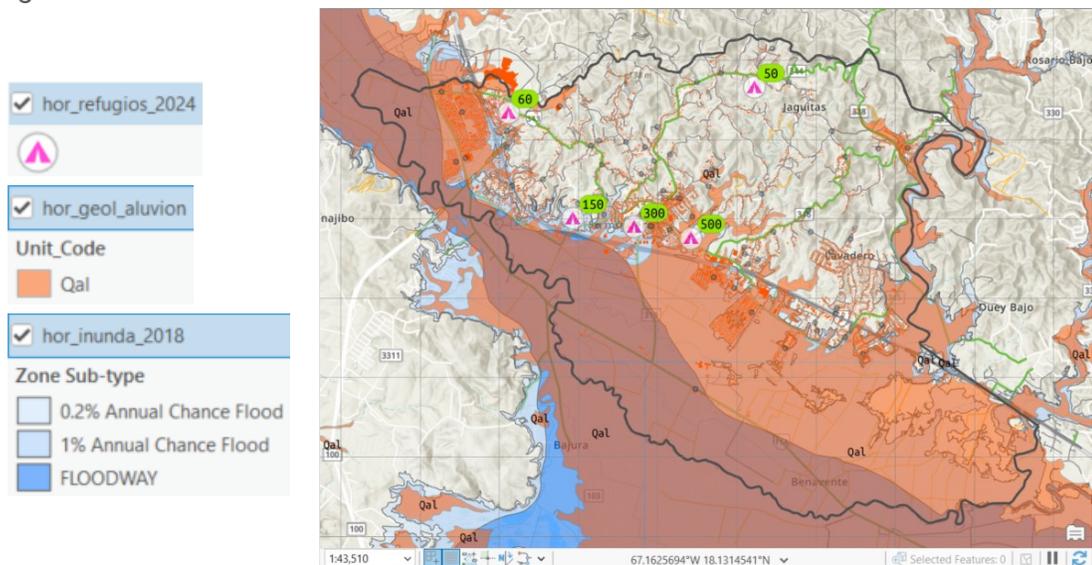


- Dedique un tiempo para ver las **zonas inundables** (2018) las cuales están relacionadas a los **ríos Guanajibo** al sur y **Rosario** al este del límite municipal con el Municipio de San Germán. Podrá ver que la mayor parte del **desarrollo urbano** (huellas de edificios) **está en o cerca** de los **márgenes** de las **zonas inundables**. El área en **azul más intenso** corresponde al **cauce** (floodway) del río **Guanajibo**. Sobre esa área no debe haber

desarrollos de vivienda. Solo debe haber edificaciones relacionadas con actividades agrícolas como la antigua [Central Eureka](#). Como se explicó anteriormente, los refugios de mayor capacidad están ubicados en o en las cercanías de zonas inundables.



- Haga **check** en el layer **hor_geol_aluvion**. Este layer es un subconjunto del mapa geológico correspondiente a esta área. Este muestra solamente las unidades geológicas con identificador **Qal** ([aluvión](#)) o depósitos no consolidados. La **Q** significa que pertenecen al periodo [Cuaternario](#) (desde 2.5 Ma hasta la actualidad) o último periodo de la era [Cenozoica](#). Podrá ver que las zonas inundables y los aluviones ocupan los mismos espacios, pero los aluviones pueden ser un poco más extensos en algunos lugares.

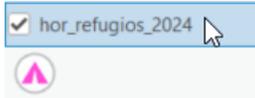


De la misma manera que en zonas inundables, gran parte del desarrollo urbano está encima de suelos de aluvión. Esto puede ser especialmente problemático en caso de sismos fuertes, ya que estos suelos pueden licuarse ante la onda sísmica.

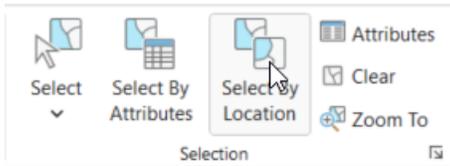
Prueba de coincidencia: refugios en zonas de riesgo

En esta parte vamos a corroborar si los refugios están dentro o hasta 50 metros cerca de áreas inundables y suelos de aluvión.

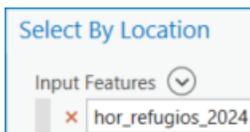
- En el **panel Contents** haga **click** encima del layer **hor_refugios_2024**.



- Haga **click** en el **tab Map** y luego **click** en el botón **Select By Location** localizado en el **grupo Selection** del ribbon asociado a este tab **Map**.



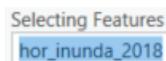
- En la forma **Select By Location** deberá aparecer el layer **hor_refugios_2024**.



- En el parámetro **Relationship** o relación de interacción espacial, deberá utilizar la

función **Intersect**.  Hay muchas opciones que podemos usar en este parámetro, pero algunas de ellas no permiten añadir un umbral de distancia como es el caso de Intersect, donde queremos establecer **50 metros de distancia**.

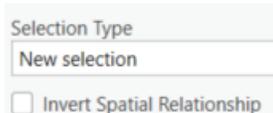
- En la sección **Selecting Features** escoja el layer **hor_inunda_2018**.

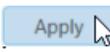


- En el parámetro **Search Distance** o umbral de distancia escriba **50** y use la opción **Meters**.

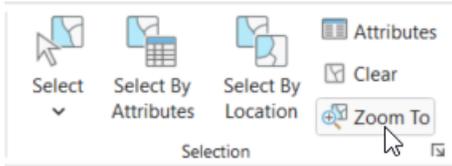


- En el apartado **Selection Type** mantenga la opción **New selection**. **No** haga check en la caja **Invert Spatial Relationship**.



- Presione el botón **Apply** para ejecutar esta función. 

- Luego de terminar el proceso, haga **click** en el botón **Zoom To**, localizado en el grupo **Selection** del ribbon asociado al tab Map.



- ¿Cuántos refugios están en zonas inundables? ____
Lo puede ver en la barra inferior del visor Map.



Note que estos refugios son los de mayor capacidad.

- Ahora cambie el layer que está en la sección **Selecting Features** a **hor_geol_aluvion**.



- No tiene que cambiar nada más. Presione el botón **Apply** para ejecutar esta función.



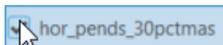
- ¿Cuántos refugios están en suelos de aluvión? ____
Lo puede ver en la barra inferior del visor Map.



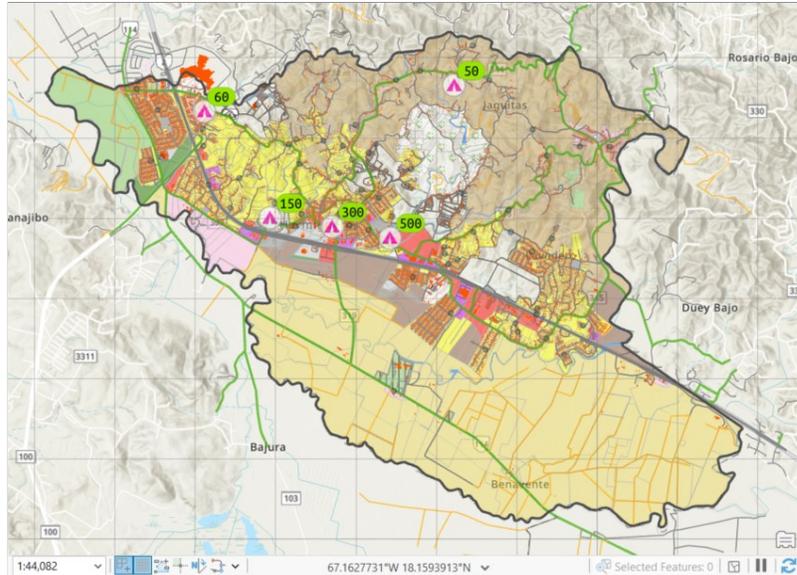
En vista de este hecho, podemos justificar que el Municipio inicie un proceso de planificación para la ubicación de al menos un refugio de alta capacidad en algún lugar fuera de estas zonas de riesgos.

El próximo geodato que vamos a evaluar contiene áreas que tienen **pendientes** o **inclinación** del terreno **iguales o mayores de 30 por ciento**. Este umbral es un **limitante** para construcción de obras y está tomado del [Reglamento Conjunto de Emergencia de la Junta de Planificación](#), pág. 297 (354 del pdf).

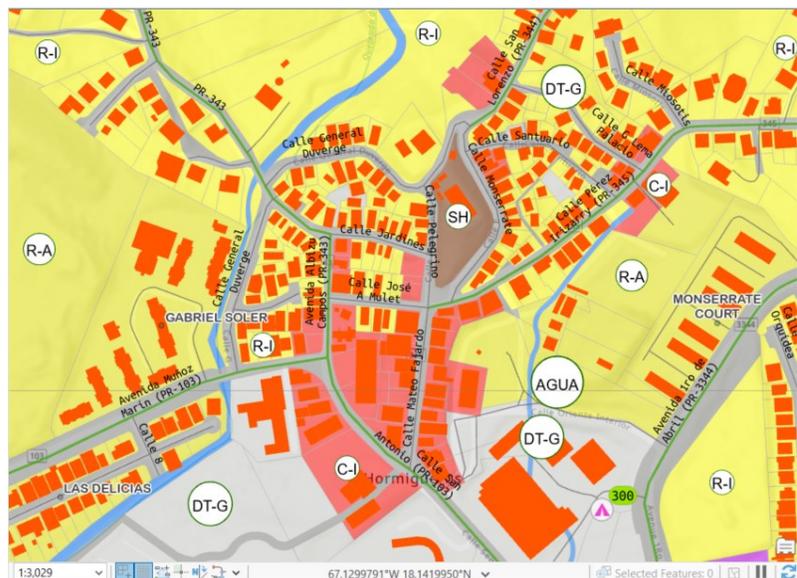
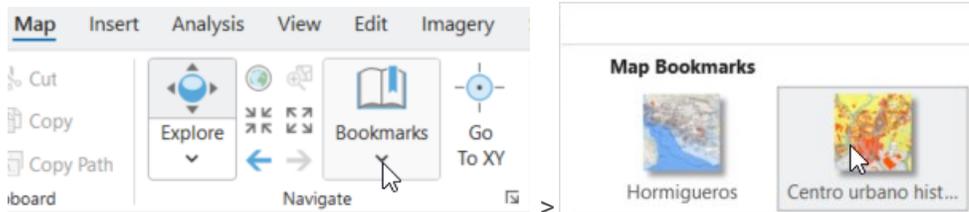
- En el **panel Contents** haga **check** en el layer **hor_pends_30pctmas**.



- En el visor aparecerá este layer, el cual se derivó de un [modelo digital de elevaciones \(USGS, 2015\)](#) del cual se extrajo el componente de pendientes iguales o mayores de 30%. Estas áreas están representadas en color azul turquesa.



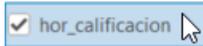
- Para hacer el acercamiento, haga **click** en el botón drop-down de **Bookmarks** del grupo **Navigate** asociado al ribbon del tab **Map**.
- Escoja el **bookmark Centro urbano histórico**



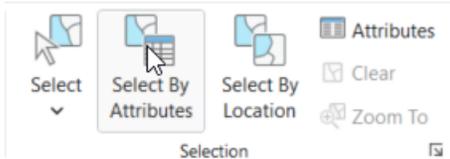
Detalle del geodato de calificación en el centro urbano histórico del Municipio de Hormigueros.

Los distritos y áreas que interesamos seleccionar son los **distritos dotacionales**, **plan de ensanche** y un grupo de **parcelas sin calificar** que están *clasificadas* como Suelo Rústico.

- Hagamos una selección por atributos.
- En el **panel Contents** haga **click** en el layer **hor_calificación**.



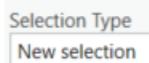
- Vaya al **grupo Selection** asociado al ribbon del **tab Map** y haga **click** en el botón **Select By Attributes**.



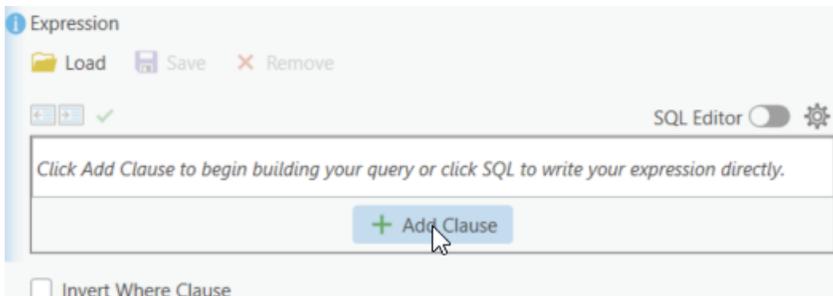
- En la forma **Select by Attributes** deberá aparecer el layer **hor_calificación** en el parámetro **Input Rows**.



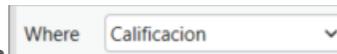
- En el apartado **Selection Type** mantenga la opción **New selection**.



- En el renglón asociado a preparar la expresión, Expression haga **click** en el botón **Add Clause**. Añadiremos una cláusula **Where** con varios valores simultáneamente, como si fuese un OR múltiple.



- En la sección **Where**, escoja el campo **Calificación**.

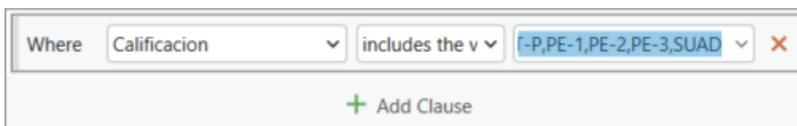


- En el **operador**, escoja la opción **includes the value(s)**.

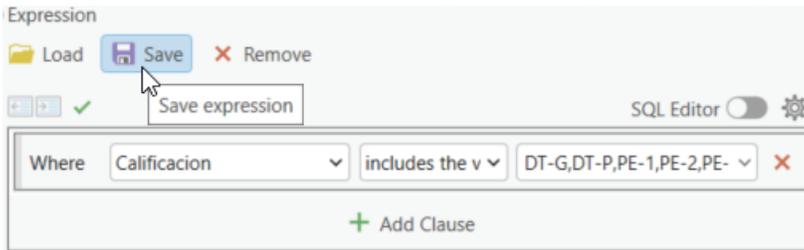
- En el apartado de valores a escoger haga **click** en el **botón de lista** (drop-down) y haga **check** en los valores **DT-G, DT-P, PE-1, PE-2, PE-3, SUAD**.



- La sección **Where** debe verse de esta manera con los valores escogidos.



- NO** haga check en la opción Invert Where Clause.
- Haga **click** en el botón **Apply** para efectuar la selección.
- Esta selección la guardaremos para usarla más adelante en el modelo**, así que asegúrese de haber escogido bien todos los parámetros y valores correctos.
- Haga **click** en el botón **Save** que está bajo el label **Expression**



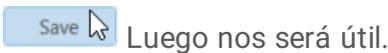
- En la forma **Save query to a query expression file** navegue al directorio **Ejercicio_7\geoprocesamiento**.



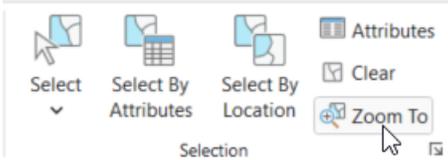
- Guarde la expresión como archivo con el nombre **calificaciones_de_interes.exp**



- Haga **click** en el botón **Save** para guardar el archivo.



- Luego de terminar el proceso, haga **click** en el botón **Zoom To**, localizado en el grupo **Selection** del ribbon asociado al **tab Map**.

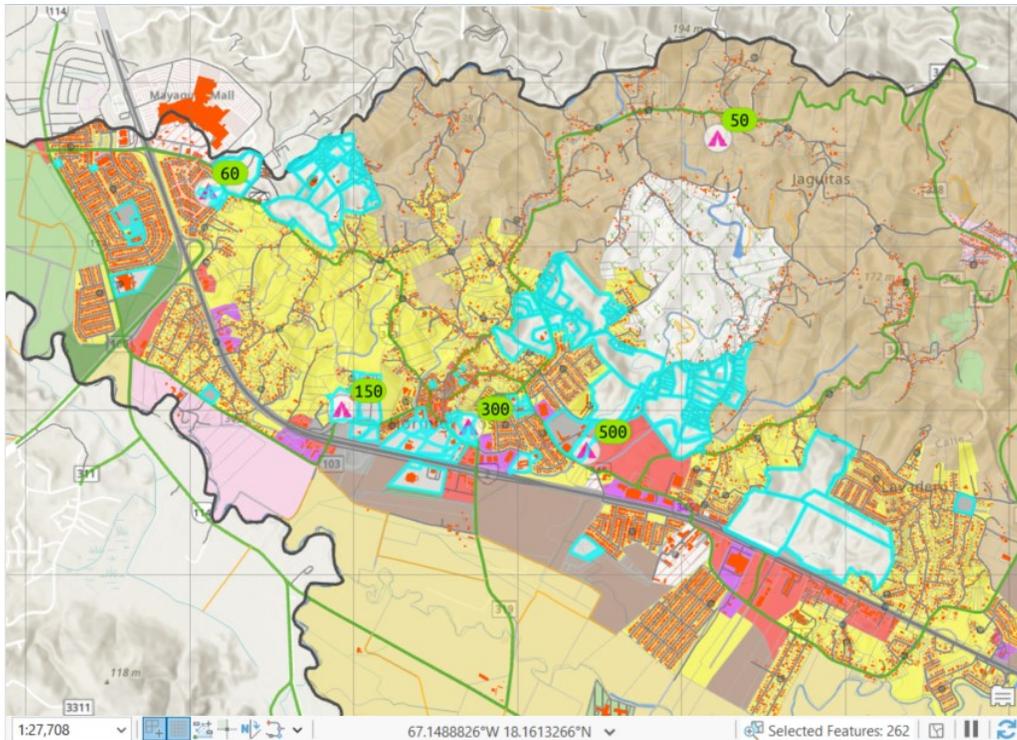


- ¿Cuántas parcelas fueron seleccionadas? _____**

Lo puede ver en la barra inferior del visor Map.

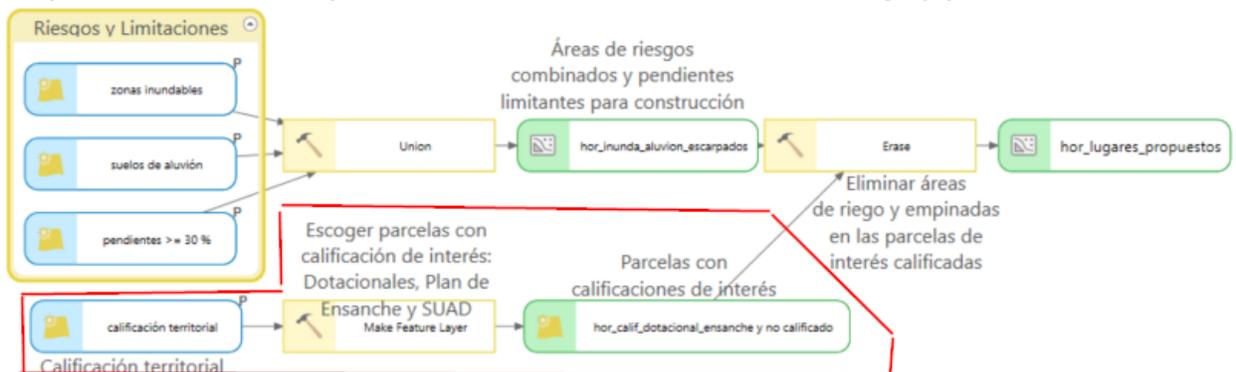


Así debe aparecer la selección de parcelas con las calificaciones mencionadas en el paso anterior.

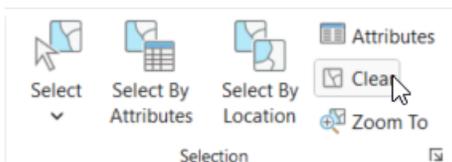


Las áreas marcadas en azul brillante son parcelas con las calificación Dotacional, Plan de Ensanche y al este, parcelas más grandes no calificadas pero clasificadas como Suelo Rústico.

Esta selección de parcelas será usada para convertirla en un “feature layer” en el modelo que vamos a preparar. Sobre este conjunto de parcelas (Áreas propuestas para construir) haremos un proceso de **Intersect** para recortar o eliminar las áreas de “riesgo y pendientes $\geq 30\%$ ”.



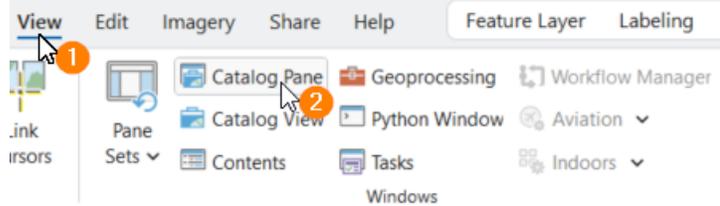
- Limpie la selección de parcelas.** Vaya al grupo **Selection** asociado al **tab Map** y haga **click** en el botón **Clear**.



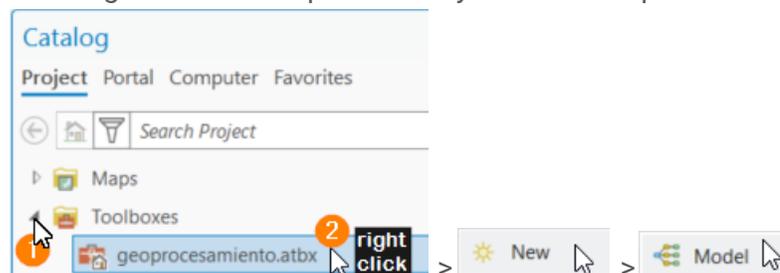
Construcción del modelo en la interfaz Model Builder

Ya que vimos los geodatos con los que vamos a interactuar, pasemos a crear el modelo. En la sección pasada demostramos distintas funciones para poder ver los efectos de cada una. En esta parte veremos el resultado final de un proceso que tiene múltiples funciones y datos combinados.

- Para comenzar a hacer el modelo, haga **click** en el **tab View** (del menú principal).
- Luego vaya al **grupo Windows** y haga **click** en el botón **Catalog Pane**.



- En el **panel Catalog expanda** el nodo **Toolboxes** y
 - Haga **right click** en la caja de herramientas **geoprocesamiento.atbx**.
 - Luego **click** en la opción **New** y **click** en la opción **Model**.



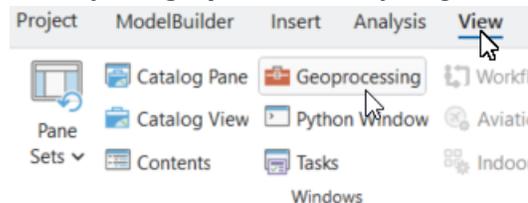
- Aparecerá un tab o pestaña **Model** vacía con el mensaje:



Add data and tools, and connect them to build a model.

[Learn more about ModelBuilder](#)

- Añadamos la primera herramienta. Haga **click** en el **tab View** (del menú principal).
- Vaya al **grupo Windows** y haga **click** en el botón **Geoprocessing**.



Geoproceso Union

El propósito de usar la función Union es combinar en un solo geodato todos los distintos geodatos de riesgos y limitaciones para construir refugios.

- En el **panel Geoprocessing** escriba **union** en la caja de texto **Search** y presione enter.

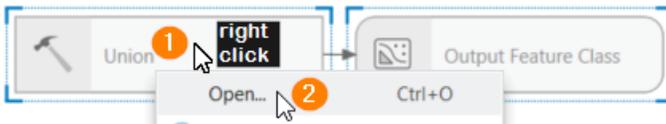


La herramienta **UNION** combina dos o más geodatos en uno. Los geodatos no necesariamente tienen que coincidir espacialmente. En el resultado estará la combinación de geometrías con filas y columnas de las tablas de atributos de los geodatos incluidos.

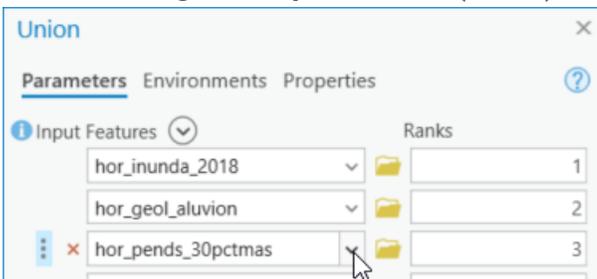
- Haga **right click** en la herramienta **Union** (Analysis Tool) y
 - Escoja la opción **Add to Model**.



- Haga **right click** en la herramienta **Union** y escoja la opción **Open...** para abrir la forma Union y completar los parámetros de este geoproceto.



- En la forma **Union**, escoja los layers **hor_inunda_2018**, **hor_geol_aluvion** y **hor_pends_30pctmas** como insumos en la sección **Input Features**. No olvide **asignar las prioridades (Ranks)** en este orden:



Note que en esta ocasión vamos a usar la versión clásica de **UNION**, no la "Pairwise". En la versión original podemos establecer prioridad a los layers de entrada. Esto significa que ArcGIS Pro no moverá vértices al layer con prioridad (rank) 1. Esto es recomendable por ejemplo, cuando combinamos layers que representan límites legales, los cuales no queremos mover sus vértices.

- En la sección **Output Feature Class** escriba el nombre del geodato combinado de salida **hor_inunda_aluvion_escarpados**. Este feature class debe estar ubicado **dentro** de la geodatabase preparada por defecto **geoprocesamiento.gdb**, localizada en **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_7\geoprocesamiento**

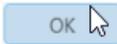


- En la sección **Attributes To Join** mantenga la opción **All attributes** para que traiga todos los campos y filas de todas las tablas de atributos de los geodatos implicados en esta

herramienta. También mantenga **check** en la opción **Gaps Allowed**.

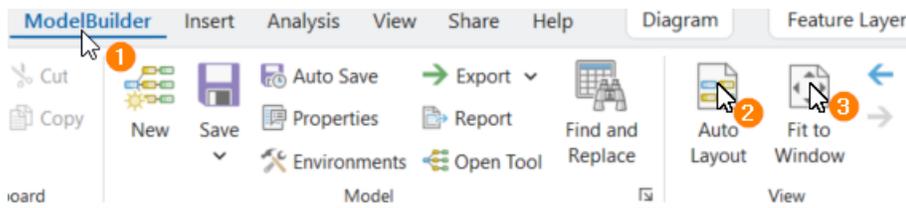


- Haga **click** en el botón **OK** para integrar la herramienta en el modelo.

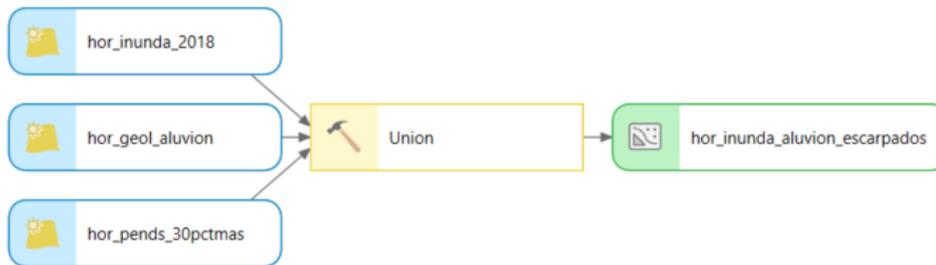


- Para ver esta parte del modelo, haga **click** en el tab **ModelBuilder**.

Vaya al grupo **View** y haga **click** de manera secuencial en los botones **Auto Layout** y **Fit to Windows**.



- Así se verá esta parte del modelo. La caja verde a la derecha es el geodato combinado de salida. Este servirá de insumo para el proceso Intersect posteriormente.



Geoproceso Make Feature Layer

Esta herramienta nos servirá para convertir una selección por atributos en un “feature layer”. Un feature layer es una manera de ver geodatos, análoga a lo que es un “view” en un gestor de bases de datos. Los **feature layers** son **una referencia** a geodatos existentes en otra parte, ya sea una geodatabase tipo file, un web service, shapefile o una tabla geoespacial dentro de una base de datos empresarial.

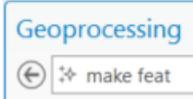
Feature Layers vs Feature classes

	Feature Layer	Feature Class
Qué es	Representación o enlace a geodatos existentes	Almacenamiento de geodatos
Donde está	En memoria o como referencia	En geodatabases o shapefiles
Contiene datos	No	Sí
Se puede editar	Siempre y cuando el geodato de origen lo permita	Sí

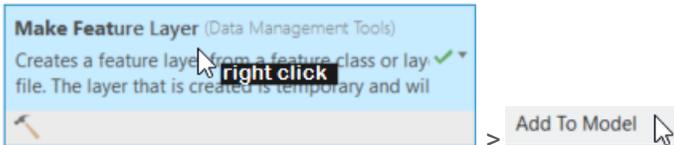
Diferencias entre **feature layers** y **feature classes**.

Para esta parte vamos a replicar la selección de parcelas del geodato de calificación que vimos anteriormente.

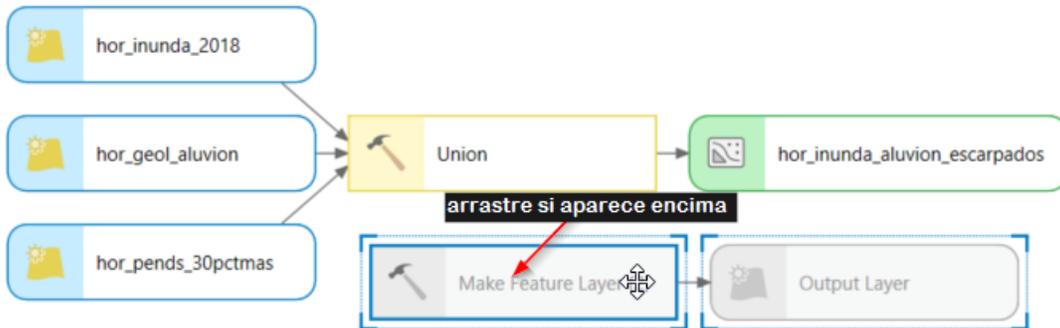
- Diríjase al **panel Geoprocessing**. En la caja de texto **Search** escriba **make feat** para que aparezca la herramienta **Make Feature Layer**.



- Haga **right click** en la herramienta **Make Feature Layer** y escoja la opción **Add To Model** para añadirla al modelo.



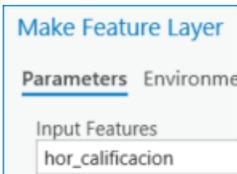
- Acomode la herramienta **Make Feature Layer** debajo de la herramienta **Union** para organizar visualmente el modelo.



- Haga **right click** en la herramienta **Make Feature Layer** y escoja la opción **Open**.



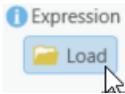
- En la forma **Make Feature Layer** escoja el layer **hor_calificacion** en el parámetro **Input Features**.



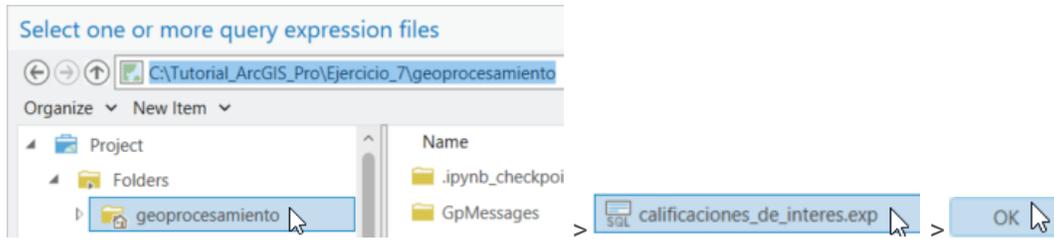
- En la sección **Output Layer** escriba el nombre del feature layer: **hor_calif_dotacional_ensanche_suad**



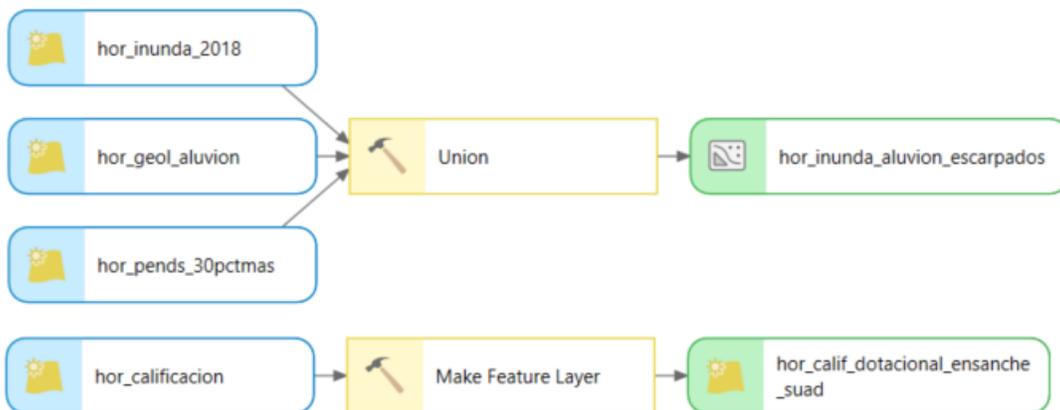
- En el apartado **Expression** haga **click** en el botón **Load** para traer la expresión que guardó cuando hicimos la selección de parcelas con calificaciones de interés.



- En la forma **Select one or more query expression files** expanda los nodos **Project** y **Folders**.
 - Localice el archivo **calificaciones_de_interes.exp** y
 - Haga **click** en el botón **OK**.



- De regreso a la forma **Make Feature Layer** haga **click** en el botón **OK** para terminar de hacer los cambios .
- El modelo hasta ahora puede verse así:



Si el proceso de la herramienta Make Feature Layer aparece en la parte superior o inferior no es problema.

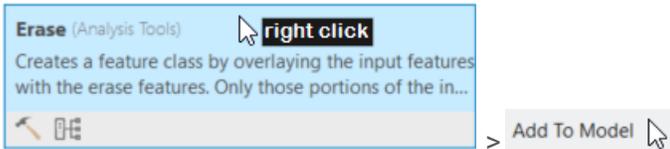
Geoprocero Erase

En esta parte vamos a hacer una **eliminación geométrica** (que es *análoga* al operador **NOT** en el lenguaje SQL). **Eliminaremos** de las **geometrías** del **layer** de **selección** o **Feature Layer** las **geometrías** que **coinciden geográficamente** con el **feature class combinado** de **riesgos** y **pendientes** escarpadas. El resultado será un conjunto de parcelas con las calificaciones de interés **menos** las áreas que estén dentro de las zonas de riesgo y escarpadas.

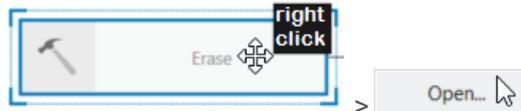
- En **panel Geoprocessing** escriba **erase** en la caja de texto **Search**.



- Haga **right click** en la herramienta **Erase** (Analysis Tools) y escoja la opción **Add to Model**

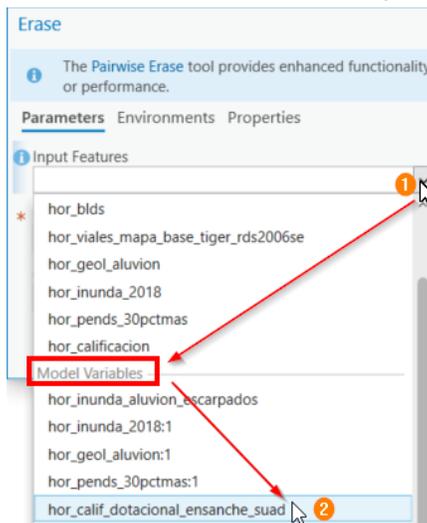


- Haga **right click** en la función **Erase** y escoja la opción **Open**.

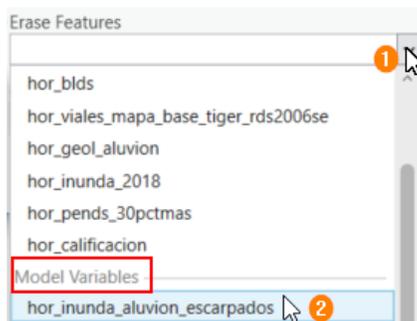


Al igual que UNION, usaremos la versión clásica de ERASE, pero puede usar la versión Pairwise Erase, especialmente en casos donde las geometrías sean muy complejas. .

- En la forma **Erase** notará el aviso informativo traducido que lee: *“La herramienta Pairwise Erase provee funcionalidad y desempeño mejorados.”*



- En la sección **Input Features** baje a la sección **Model Variables** y añada el **Feature Layer hor_calif_dotacional_ensanche_suad**

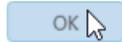


- En la sección **Erase Features** haga click en el botón drop-down y baje a la sección **Model Variables**. Escoja el layer de riesgos combinados y terrenos escarpados.

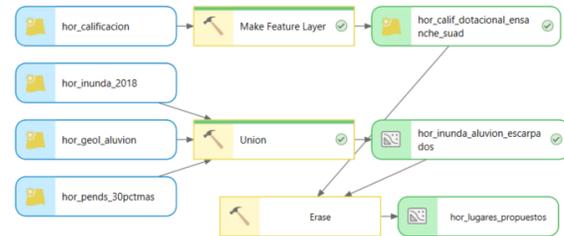
- En la sección **Output Feature Class** escriba el nombre del geodato combinado de salida **hor_lugares_propuestos**. Este feature class debe estar ubicado **dentro** de la geodatabase preparada por defecto **geoprocesamiento.gdb**, localizada en **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_7\geoprocesamiento**

Output Feature Class
 C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_7\geoprocesamiento\geoprocesamiento.gdb\hor_lugares_propuestos

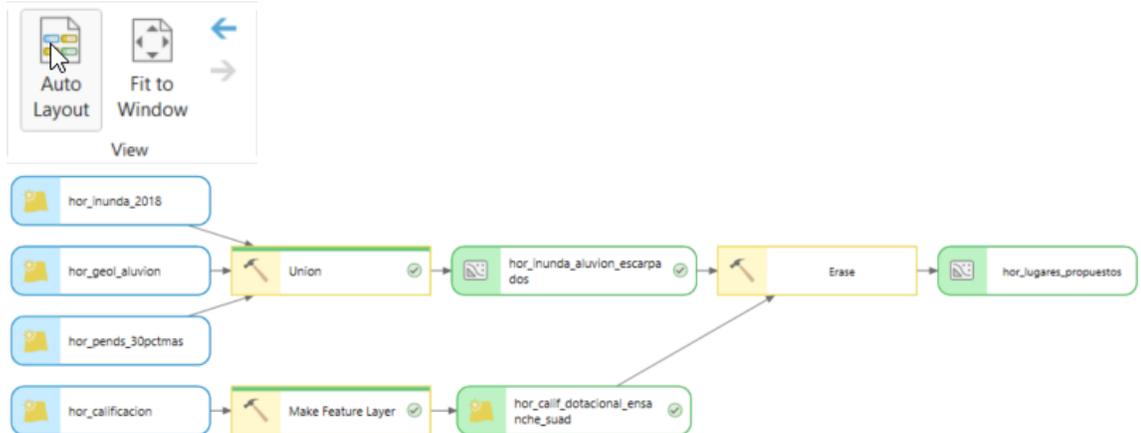
- Haga **click** en el botón **OK** para integrar la función **Intersect** en este **modelo**.



- Es posible que el modelo aparezca así.



- Haga **click** en el botón **Auto Layout** para acomodar las figuras del modelo



El modelo está casi terminado. Ya se puede ejecutar pero faltan algunos detalles. Por ejemplo, podemos hacer que el resultado del modelo aparezca en el visor (Map tab).

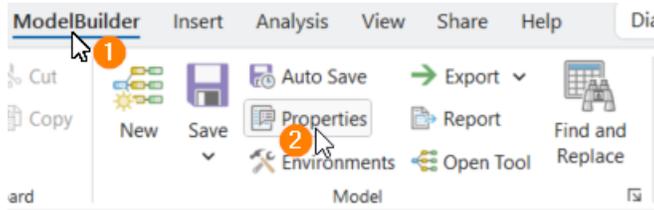
- Para **traer** el **resultado** del **modelo** al visor (Map tab), haga **right click** en la caja verde que lee **hor_lugares_propuestos** y escoja la opción **Add To Display**.



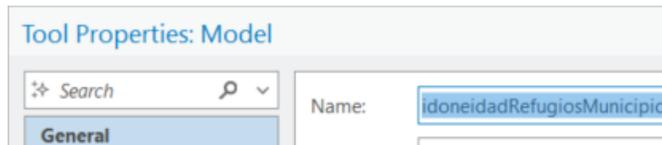
- Otro aspecto importante es guardar el modelo con la información descriptiva correspondiente.

- Para **documentar** y **dar nombre** al modelo haga **click** en el botón **Properties**,

localizado en el **grupo Model** asociado al **tab ModelBuilder**.



- En el formulario **Tool Properties**, haga **click** en el tab **General**.
 - En la caja de texto **Name** escriba sin espacios la palabra **idoneidadRefugiosMunicipio**.



- En la caja de texto **Label** escriba la **etiqueta** del modelo: **Idoneidad para Ubicación de Refugios, Hormigueros, PR**

Label: idoneidad para Ubicación de Refugios, Hormigueros, PR

- La caja de texto **Toolbox** se completará automáticamente por ArcGIS Pro.

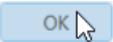
Toolbox: C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_7\geoprocesamiento\geoprocesamiento.atbx

- En la caja de texto **Description** escriba lo siguiente para una descripción más precisa del modelo. **Búsqueda y propuesta de lugares donde se pueda construir un refugio en caso de desastres naturales. Municipio de Hormigueros, PR**

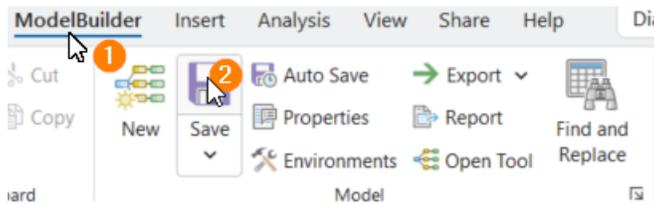
Description: Búsqueda y propuesta de lugares donde se pueda construir un refugio en caso de desastres naturales. Municipio de Hormigueros, PR

- Note el aviso que le proporciona ArcGIS Pro. Esto quiere decir que los cambios se registrarán en el modelo y en el Toolbox cuando el usuario haya presionado el botón Save.

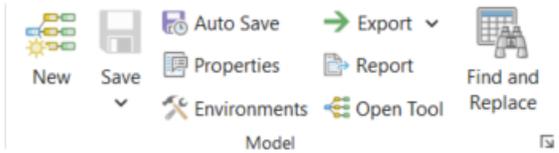
 Current Model property changes will be applied upon save.

- Haga **click** en el botón **OK** para añadir la documentación y cambio de nombre por defecto del modelo. 

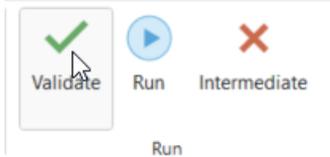
- Haga **click** en el botón **Save** localizado en el **grupo Model** asociado al ribbon del **tab ModelBuilder**.



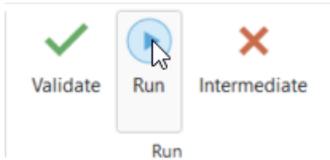
- Notará que el botón **Save** se tornará **gris (desactivado)** ya que el modelo no tiene nuevas modificaciones.



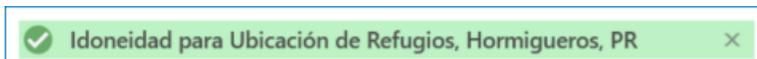
- Antes de ejecutar el modelo haga **click** en el botón **Validate** localizado en el grupo **Run** asociado al **ribbon** del **tab ModelBuilder** para cotejar que todo está bien configurado.



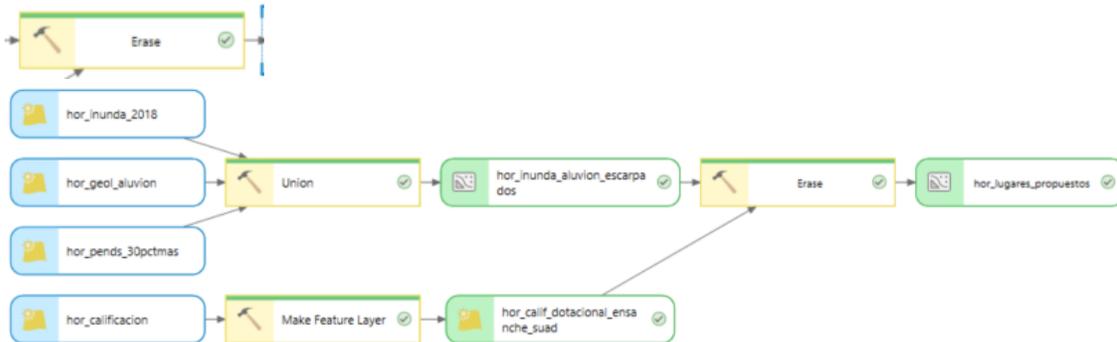
- Proceda a ejecutar el modelo. Haga **click** en el botón **Run** y espere que termine el proceso. Al final el geodato de salida aparecerá en el visor de geodatos.



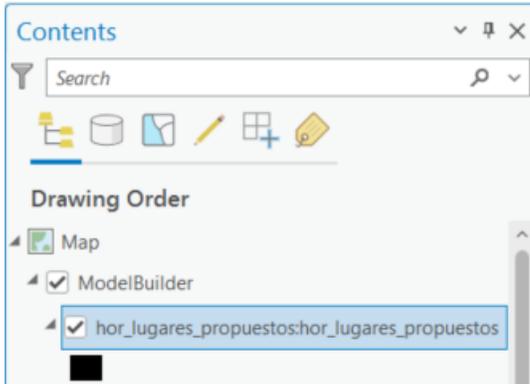
- Cuando termine el proceso si todo salió bien, verá la forma informativa del estatus de la corrida del modelo con una marca check verde:



Verá también que las herramientas marcarán un check con un círculo.

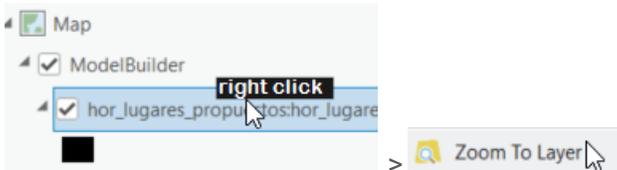


Además verá que el resultado se añadió en el **panel Contents** y en el visor.

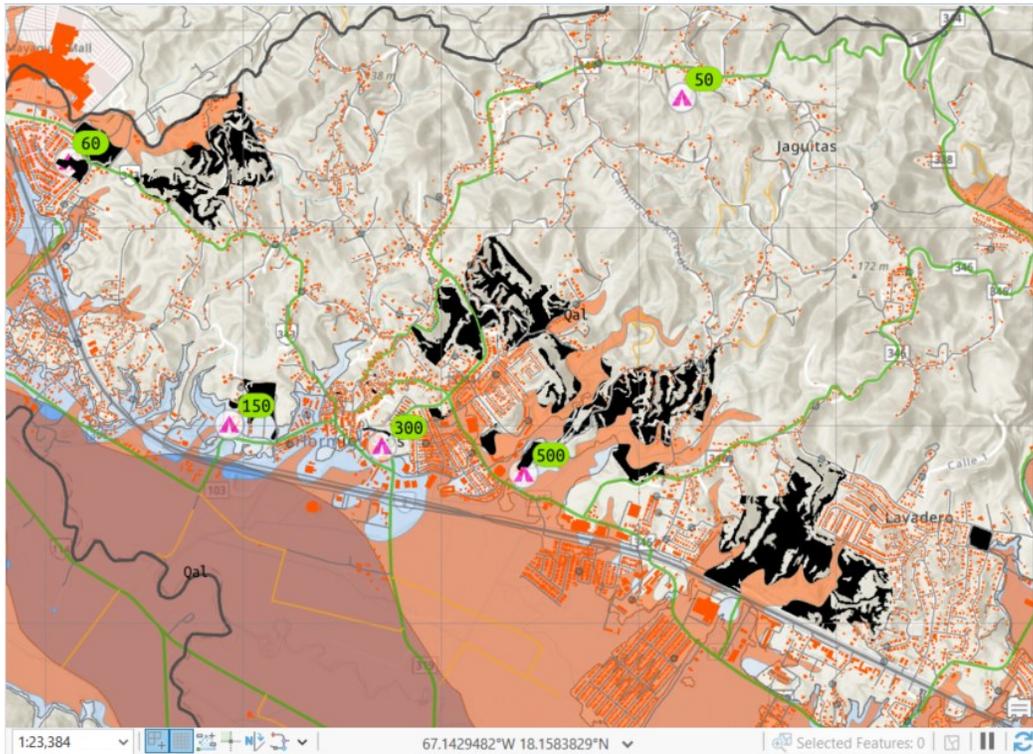


Usé el color negro para resaltarlas.

- Haga **right click** en el layer **hor_lugares_propuestos** bajo **ModelBuilder** y escoja la opción **Zoom To Layer**.

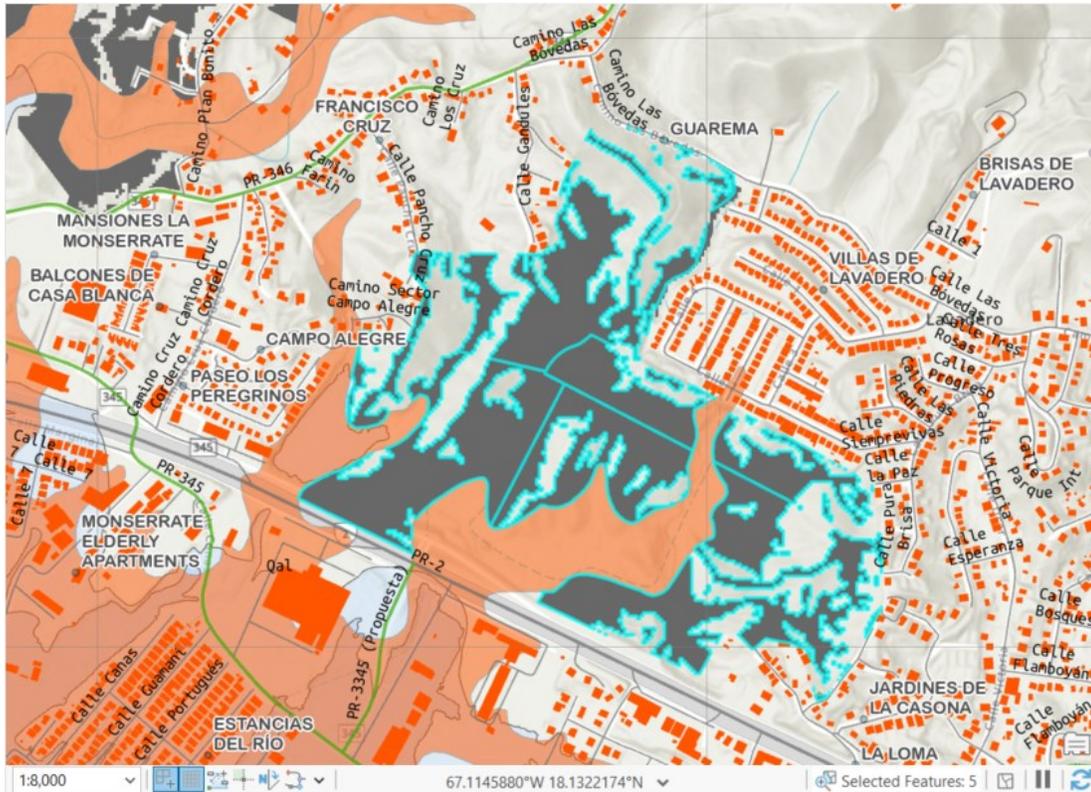


Estos son los lugares donde se puede construir un refugio que esté fuera de zonas de riesgo y en terrenos con inclinación menor de 30 por ciento.

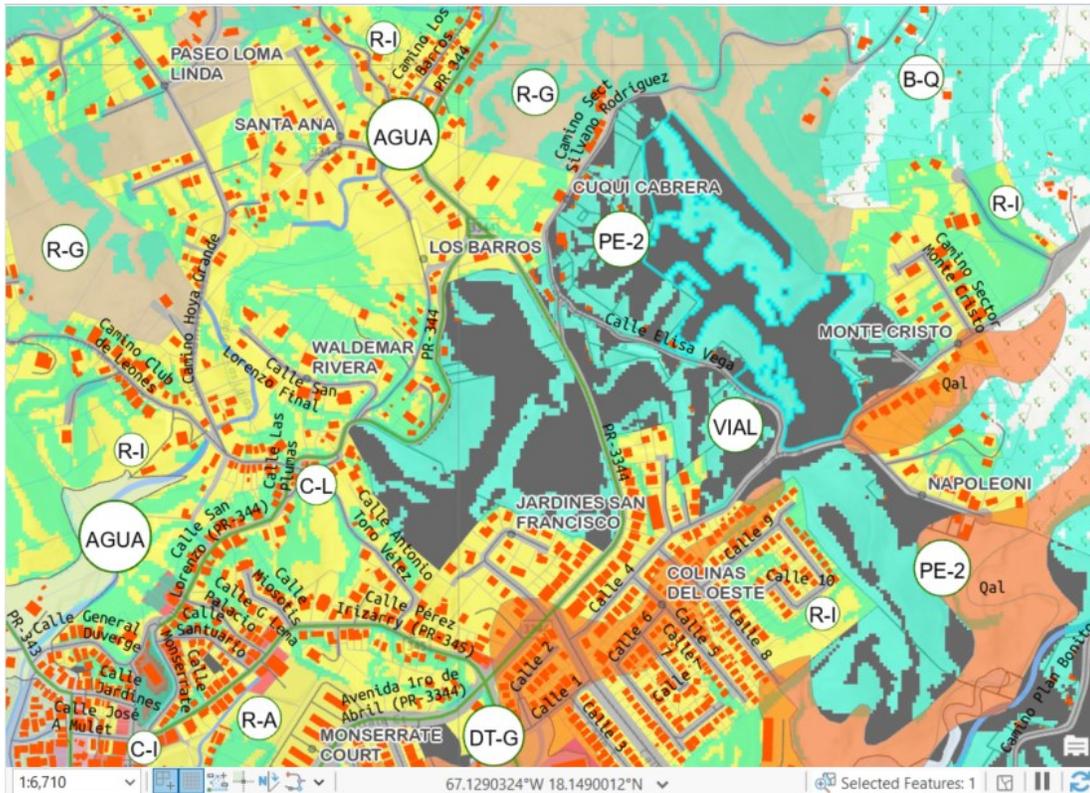


- Abra la tabla de atributos de este geodato resultado. Ordene las filas de forma descendente en la columna **Shape_Area**.

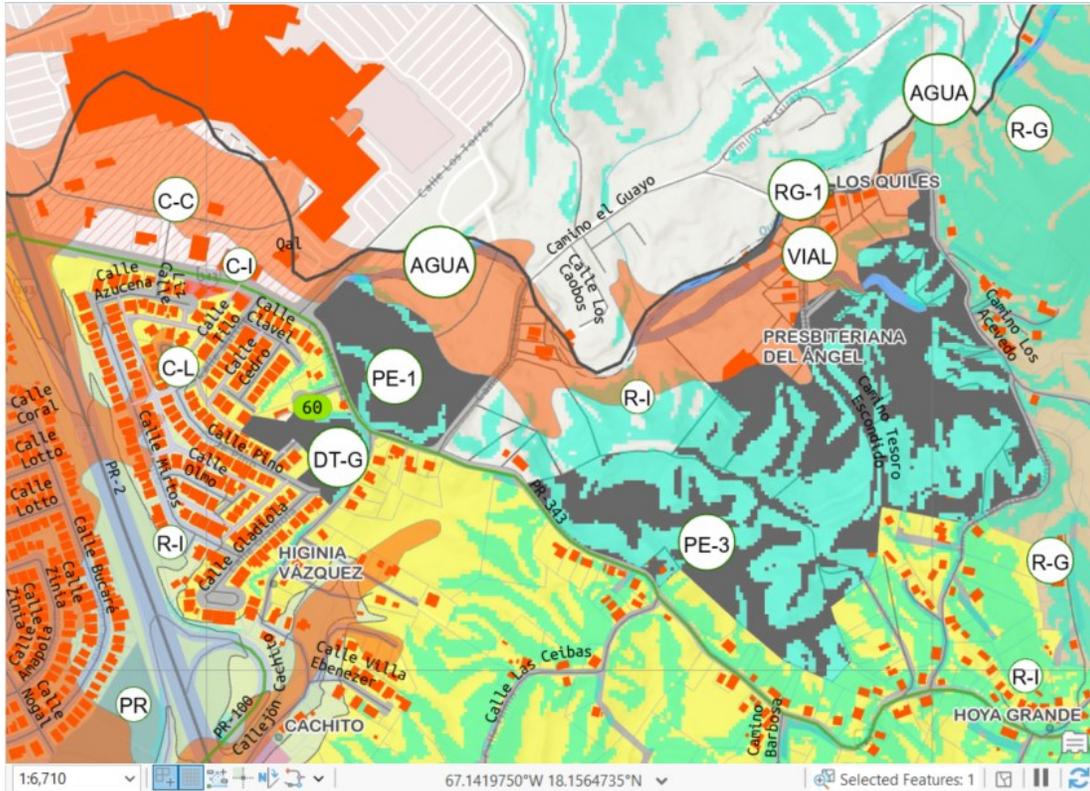
Las parcelas de mayor tamaño están en las áreas no calificadas. **Una consideración importante es el acceso.** En estas parcelas no calificadas hay acceso a la carretera PR-2 pero el acceso podría cerrarse en desastres naturales si se inunda la carretera o si se licúa el terreno durante un terremoto fuerte. Por otro lado, la carretera terciaria PR-346 y Calle Gandules proveen acceso y no están en áreas de riesgos.



Las otras áreas un poco menos extensas son parcelas de Plan de Ensanche PE-2 al norte del centro urbano histórico municipal. Estas áreas están más cerca de asentamientos y del centro urbano histórico. Además tiene múltiples accesos por carreteras terciarias PR-3344, PR-344 y , calles y caminos. Si hacemos check en el layer de pendientes $\geq 30\%$ veremos que esta es la limitación física principal.



Más al oeste, cerca del límite con el Municipio de Mayagüez y el centro comercial Mayagüez Mall están las áreas PE-1 y PE-3. Sin embargo, la zona PE-3 está recortada en gran parte por terrenos escarpados.



El gobierno municipal tiene varias opciones para ubicar un refugio fuera de zonas de riesgos. Sin embargo, estas áreas tienen ciertas limitaciones por ejemplo, los accesos principales pueden estar inundados o en eventos de sismos pueden tener puentes rotos o segmentos inaccesibles. Las parcelas en el plan de ensanche, que no es un distrito como tal, proveen acceso a carreteras terciarias y están cerca de asentamientos o cerca del centro urbano histórico. Al norte hay un refugio que está en un lugar desarrollado pero debería ampliarse para albergar más refugiados fuera de zonas de peligro.

Scene: visualizar geodatos en 3D

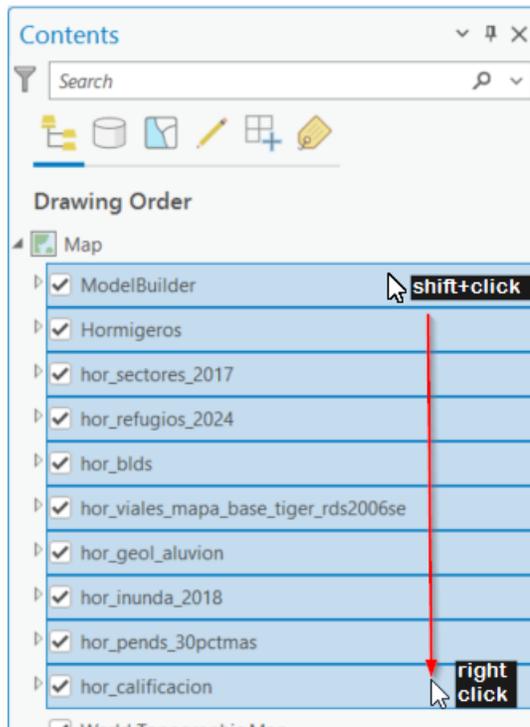
Otra manera de ver los datos es desde una perspectiva 3D. Esto nos da un contexto más realista que considera la configuración del terreno. Como ArcGIS Pro incluye un layer de elevación integrado en el mapa base, podemos usarlo para presentar las áreas propuestas en un visor 3D ("Scene"). Un visor 3D o Scene es una composición de geodatos como el visor de layers pero en pseudo 3D. Los Scenes pueden verse en licencias Basic. Sin embargo, será necesario adquirir otros módulos especializados para hacer análisis de visibilidad y perfiles de elevación, por ejemplo.

- Para añadir un **nuevo visor 3D** haga **click** en el tab **Insert** y
 - Expanda** el botón drop-down **New Map**.
 - Escoja** la opción **New Local Scene**.



- Espere que ArcGIS Pro prepare el marco terrestre del visor 3D. Por defecto estará centrado en EEUU continental (en nuestro caso). Vamos a copiar y pegar los layers que están en el panel Contents en este nuevo visor 3D.

Haga **click** en el tab Map 



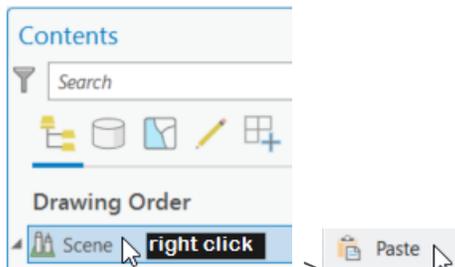
- Vaya al **panel Contents** y **seleccione (shift+click)** todos los layers de la lista, **excepto** los layers del **mapa base**.
- Haga **right click** en el último layer y escoja la opción **Copy**.



- Haga **click** en el tab **Scene** para abrirlo.



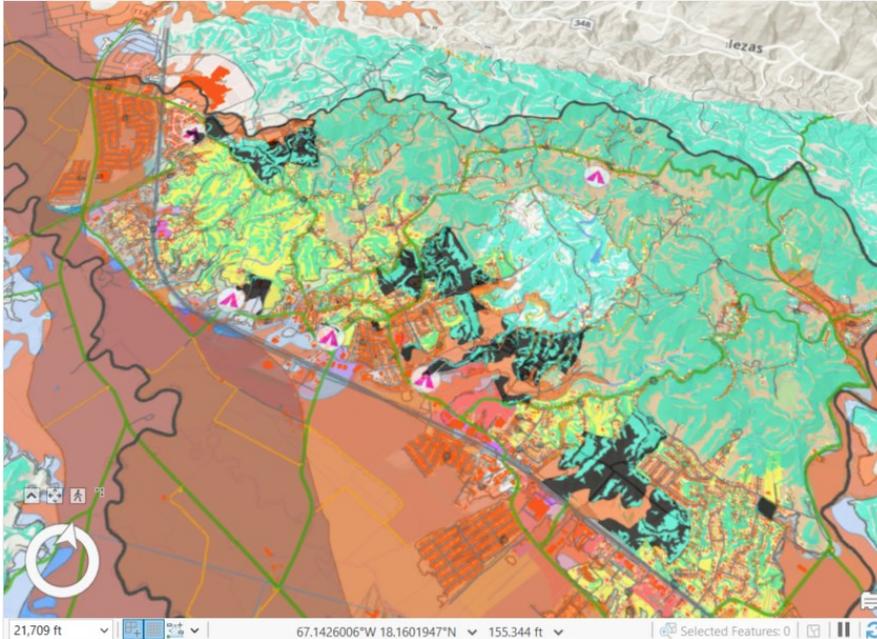
- Vaya al **panel Contents** de este visor 3D y haga **right click** en el ítem **Scene** y escoja **(click)** la opción **Paste**.



- Expanda el nodo del resultado ModelBuilder** y haga **right click** en el layer **hor_lugares_propuestos**. Escoja (click) la opción **Zoom To Layer**.



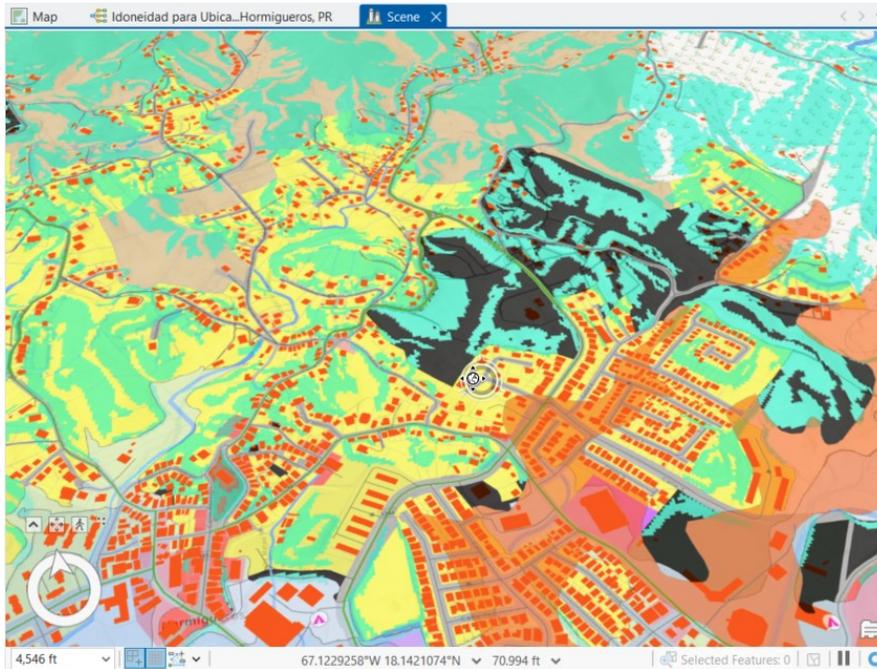
Podrá ver las áreas propuestas para ubicar uno o más refugios fuera de áreas de riesgo y en terrenos no escarpados.



Puede usar la **rueda del mouse** para hacer **acercamiento**, el **botón izquierdo** para **arrastrar** y el **botón central** para **subir** o **bajar** la **altura de visualización**.

- Acérquese a las parcelas cercanas al centro urbano tradicional con la rueda del mouse.

- Use el **botón central** y arrastre hacia adelante para bajar la altura.



- Repita el proceso en el resto de las áreas de interés.

La visualización 3D ayuda mucho a dar idea de la configuración del terreno. Esta es una de las herramientas más utilizadas en construcción y la milicia para tareas de reconocimiento y estrategias.

- Guarde el proyecto para registrar los cambios. Haga **click** en el botón **Save Project**.



Preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones de geoprocésamiento (análisis) más conocidas?

2. Defina el concepto de tolerancia aplicado al análisis geográfico y mencione razones de su importancia

3. ¿Qué es una zona de influencia (buffer)?

4. ¿Qué hace la función Clip?

5. ¿Qué hace la función Intersect y cómo se diferencia de la función Clip?

6. ¿Para qué se usa la función Dissolve?

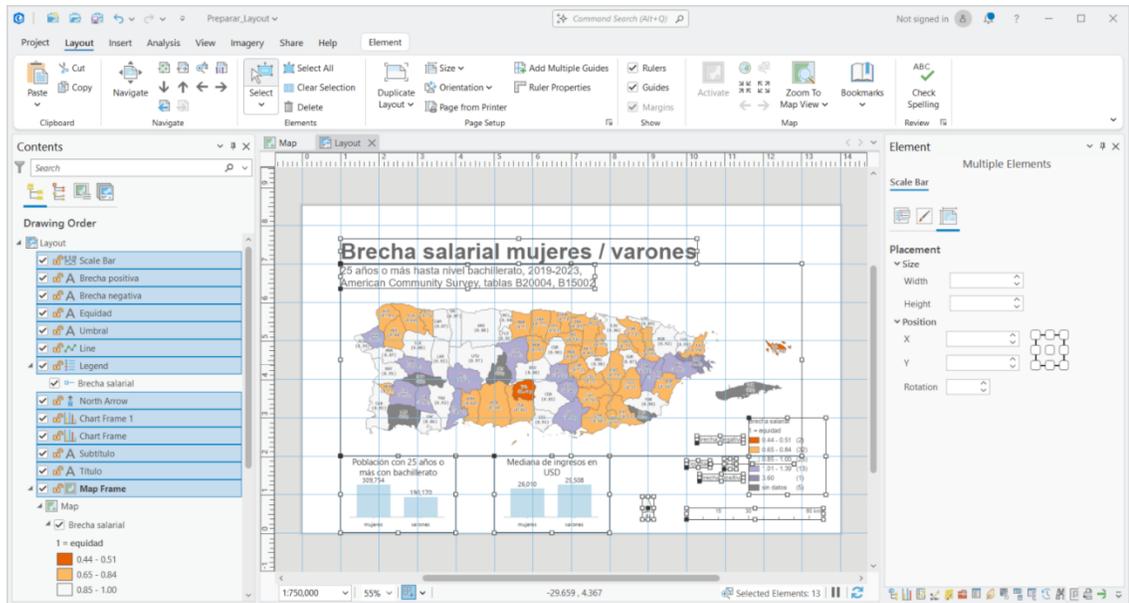
7. Explique la función Union

8. ¿Qué hace la función Summarize?

Ejercicio VIII: Preparar un mapa en página de impresión

Introducción:

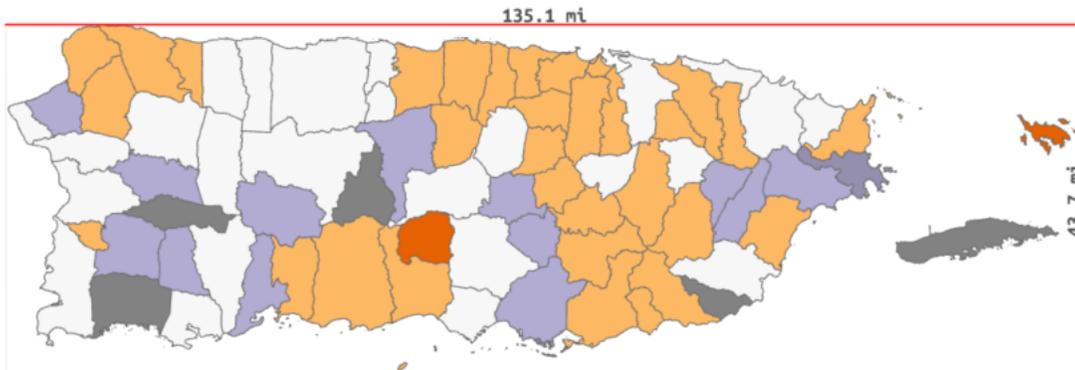
En este ejercicio usaremos las opciones básicas de ArcGIS Pro para producir un mapa para impresión. Se utilizará la información que se trabajó en el ejercicio 4 sobre datos censales y tablas. **El mapa representará la brecha salarial entre mujeres y varones por municipio para los años 2019 a 2023.** Los datos provienen de dos tablas de datos ([B20004](#), [B15002](#)) de los estimados a 5 años del [American Community Survey](#).



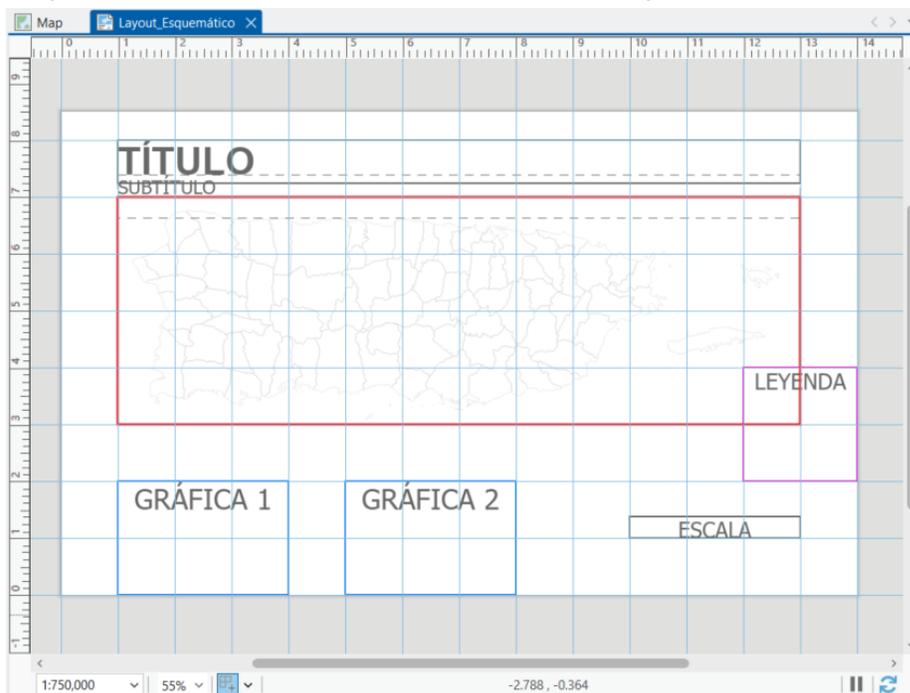
El panel **Layout View** permite integrar los elementos básicos de un mapa, tales como espacio en unidades de medida en papel, título, leyenda, orientación, escalas (tanto gráfica como nominal), inclusión de gráficas y una barra de herramientas de navegación en espacio de página.

Preparar el layout para la página de impresión

Vamos a preparar una página de impresión que aproveche de cierto modo la forma rectangular de Puerto Rico y las islas de Vieques y Culebra. Esta forma tiene aproximadamente una **proporción 3 a 1** (135 millas de este a oeste y 43.7 millas de norte a sur). El **tamaño de página** 8.5 x 14 pulgadas (formato legal), aproximadamente 21.6 x 35.6 cm, se adapta mejor al tamaño de la isla e islas de Vieques y Culebra, sin incluir las islas al oeste (Desecheo, Mona, Monito) que no tienen población y que todas son parte del Municipio de Mayagüez.



Para organizar la composición cartográfica, la página “tamaño legal”, estará compuesta de una serie de líneas guía con separaciones de una pulgada. Esta es una versión esquemática de cómo podemos acomodar los elementos de la composición:

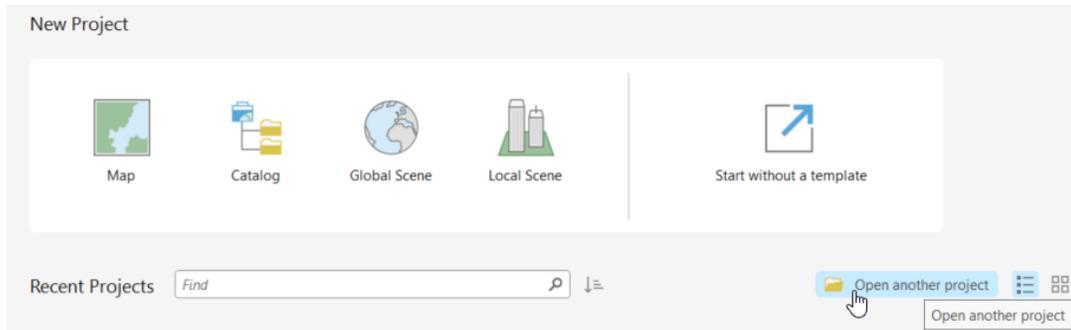


Observe que en el caso del marco del mapa hay solape entre varios elementos. El borde rojo del marco se hará invisible de manera que podremos aprovechar el espacio libre para acomodar elementos necesarios como los títulos y la leyenda.

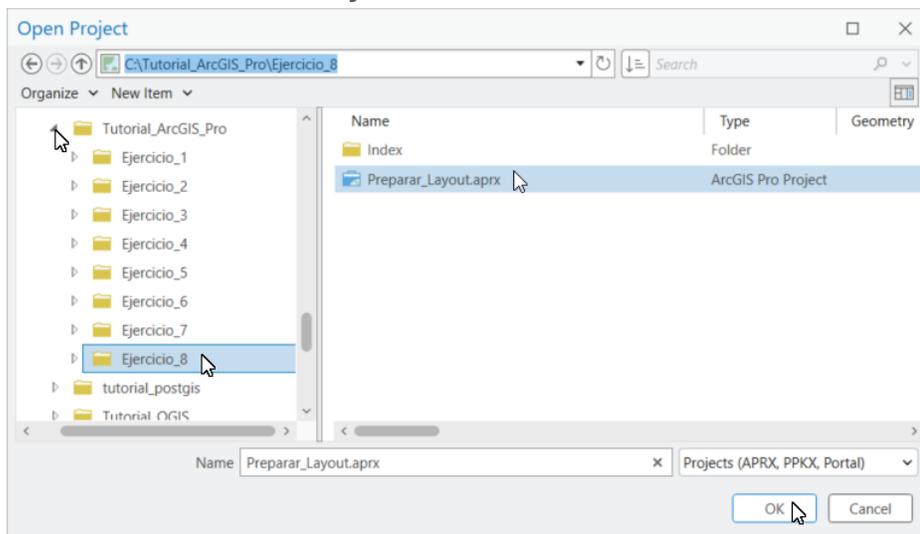
Procedamos ahora, abriendo una nueva sesión de **ArcGIS Pro**.

- Vaya a **Start | Programs | ArcGIS Pro**.

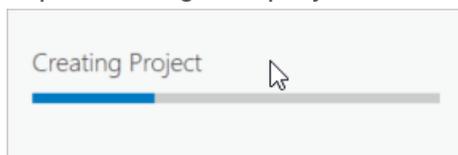
- En la pantalla de inicio “**New Project**” de ArcGIS Pro haga **click** en la opción **Open another project**.



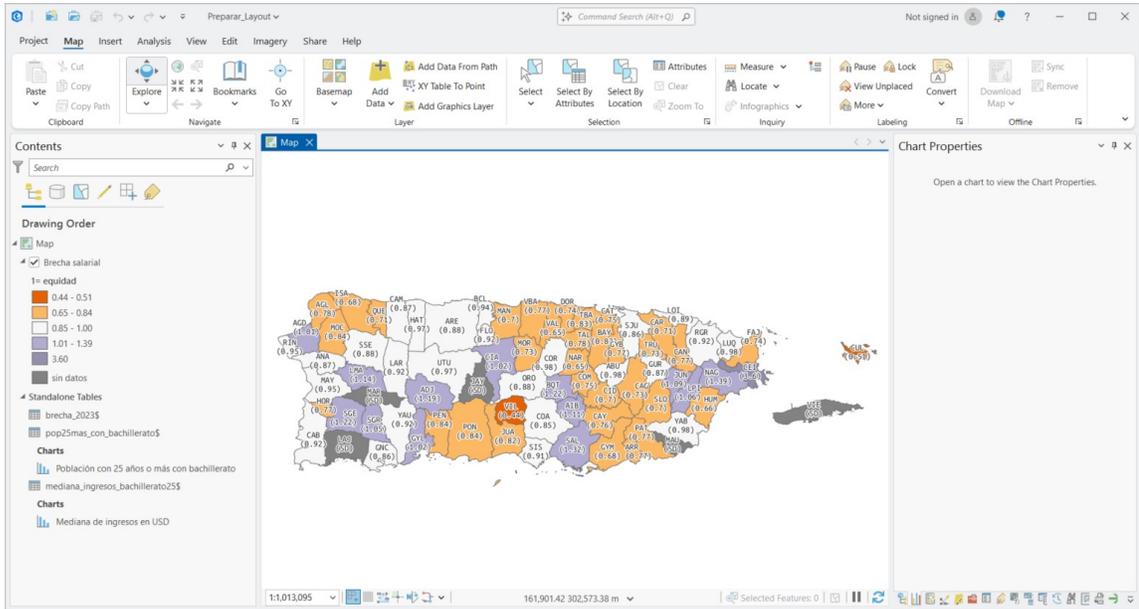
- Busque y abra el proyecto **Preparar_Layout.aprx**, localizado en el folder **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_8**.



- Espere la carga del proyecto.



El proyecto ArcGIS Pro está basado en el mismo proyecto del [Ejercicio IV de cartografía temática](#) pero tiene algunas modificaciones. Se añadieron 2 gráficas basadas en dos tablas de Excel, además de una serie de etiquetas que muestran las siglas de los municipios y los valores de brecha salarial. Las gráficas servirán para añadir información relevante sobre la población de 25 años o más con bachillerato y cómo se diferencia este segmento cuando se divide entre varones y mujeres.

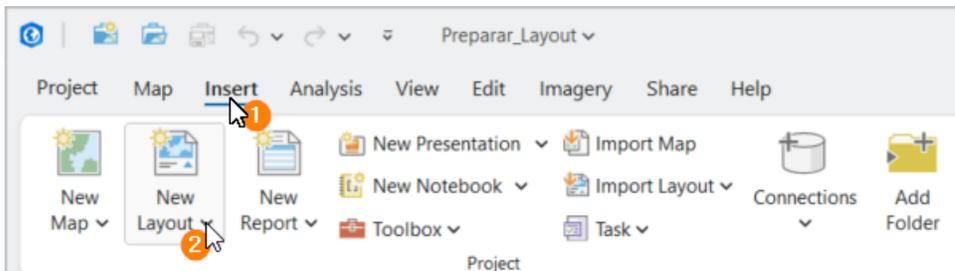


- Dejaremos el panel Map como está. No haga acercamientos ni mueva el contenido. Las etiquetas aparecen grandes en el panel Map pero el tamaño será más reducido cuando pasemos a la página de impresión Layout.

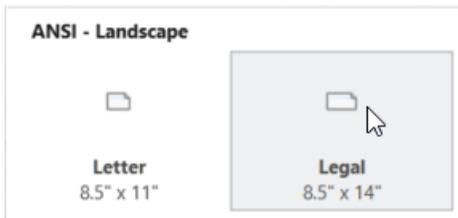
Insertar nueva página para impresión Layout

Pasemos a insertar una nueva página de impresión de tamaño **8.5 x 14** pulgadas (tamaño "legal").

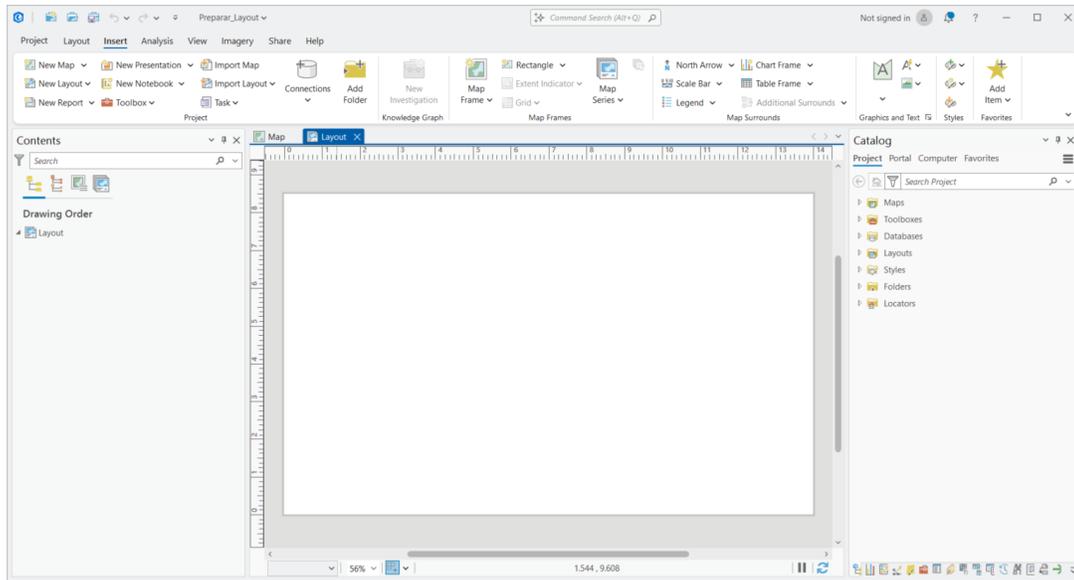
- Haga **click** en el tab **Insert**. Luego haga **click** en el botón drop-down de **New Layout** del grupo **Project** para que aparezca la galería tamaños estándar.



- Escoja el tamaño de página **Legal 8.5" x 14"** que está bajo el grupo **ANSI Landscape**.

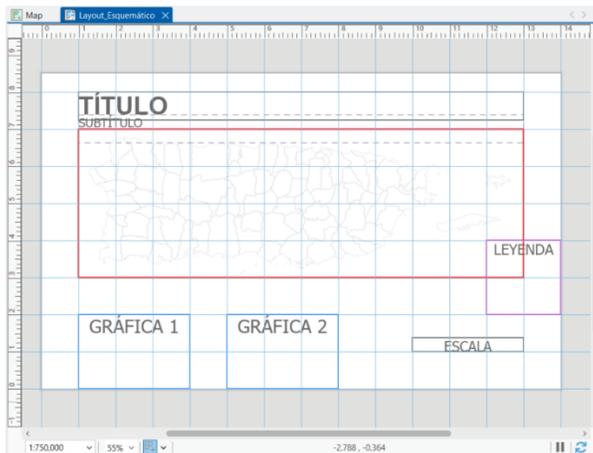


- El "Layout" se crea en el proyecto como una página vacía.



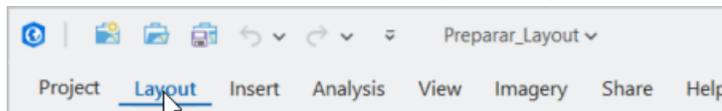
Insertar líneas guía

Vamos a insertar en la página una serie de **líneas guía separadas por una pulgada**. Esto nos producirá una especie de **mall**a que nos ayudará a **organizar** los **elementos** que serán parte de esta composición de página. Los elementos se pegarán a estas líneas y de esta manera estarán más fácilmente **alineados** y **agrupados** a distancias más o menos regulares.

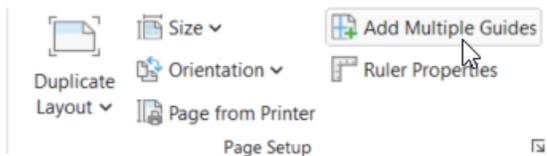


***Bosquejo:** Vamos a generar una malla de líneas guía espaciadas en cuadros de una pulgada desde el origen de la página en la coordenada 0,0.*

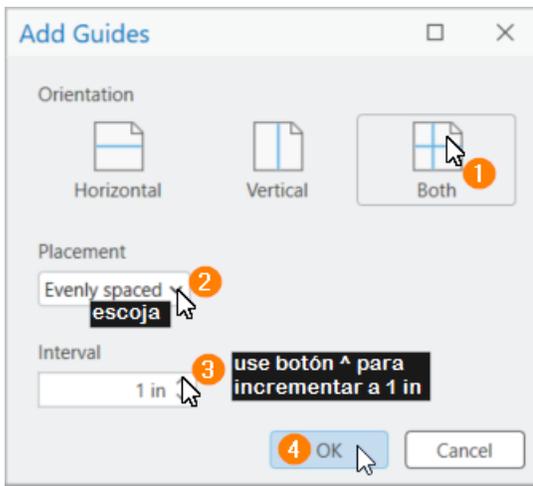
- Para añadir esta serie de líneas guía, haga **click** en el tab **Layout**.



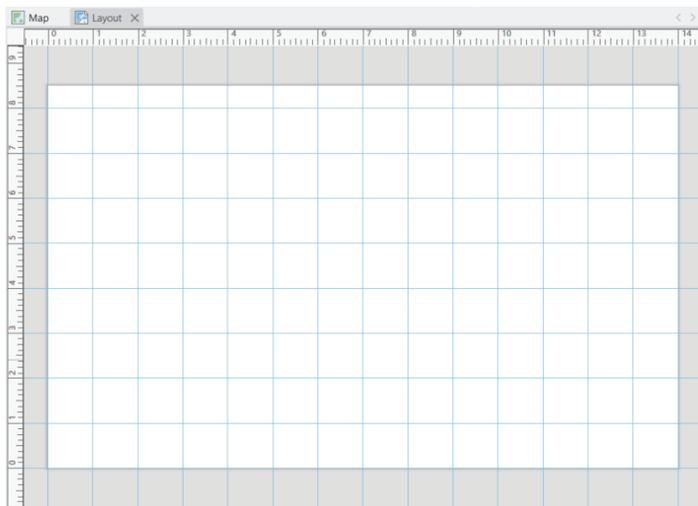
- Haga **click** en el botón **Add Multiple Guides**, localizado en el grupo **Page Setup** del **ribbon** asociado a este tab **Layout**.



- En la forma **Add Guides** siga esta secuencia de pasos. La orientación es a ambos lados, (**Both**) la ubicación debe ser **espaciada regular (Evenly spaced)**. El intervalo de distancia será **1 in**.



- Las líneas guía aparecerán en la página.



*Note que arriba se queda un espacio sin líneas guía porque la altura es 8.5 pulgadas. Esto no es un error. **Las líneas guía no saldrán impresas ni aparecerán al exportar la composición a otro formato gráfico.***

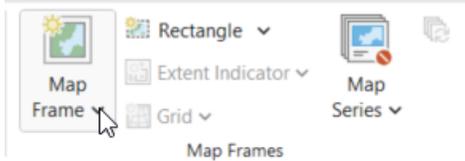
Insertar el marco del mapa o map frame

Ahora que están las líneas guía, podemos comenzar a colocar cada elemento de la composición. Comenzaremos por insertar el map frame que contiene los geodatos visibles del tab Map.

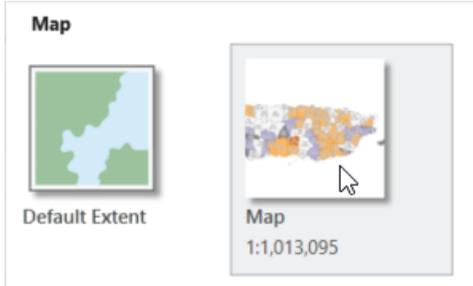
- Haga **click** en el tab **Insert**.



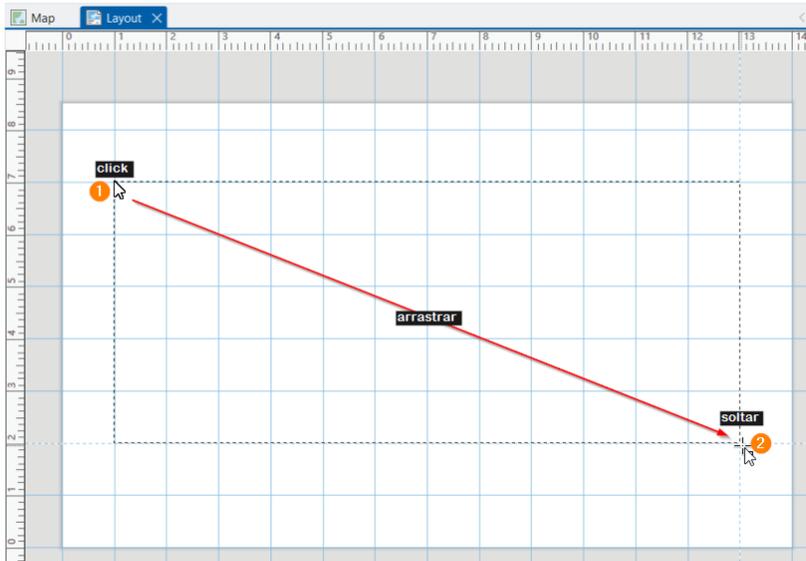
- En el ribbon asociado al tab **Insert**, vaya al **grupo Map Frames** y haga **click** en el botón drop down **Map Frame**.



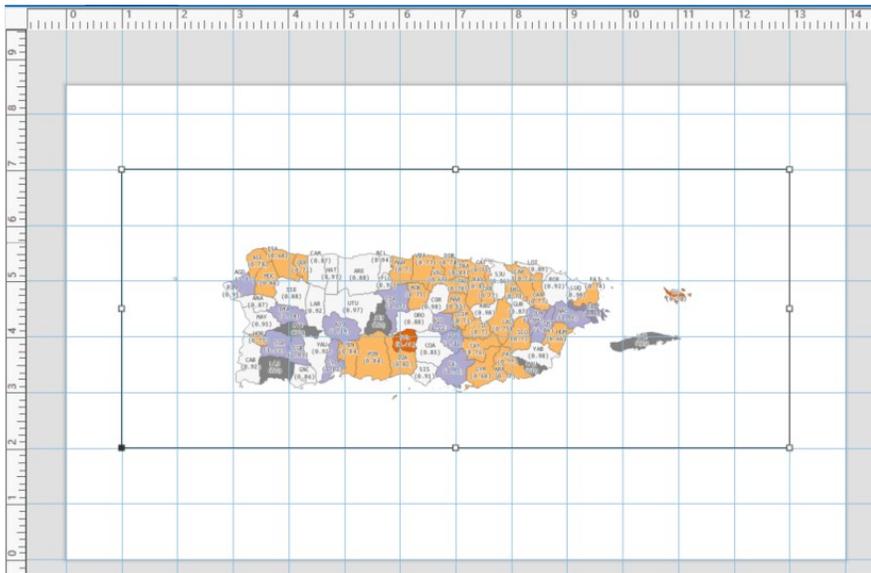
- Escoja la opción **Map**. La escala **1:1,013,095** que aparece, será modificada luego.



- Haga **click** en la coordenada **1", 7"** y arrastre, hasta la coordenada **2", 13"**



Deberá aparecer el mapa dentro del marco (map frame).

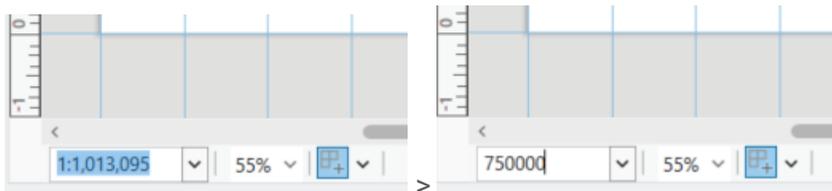


Antes de continuar, debemos cambiar la extensión del mapa, ya que las etiquetas no se pueden leer. Hay suficiente espacio para acercarse al mapa.

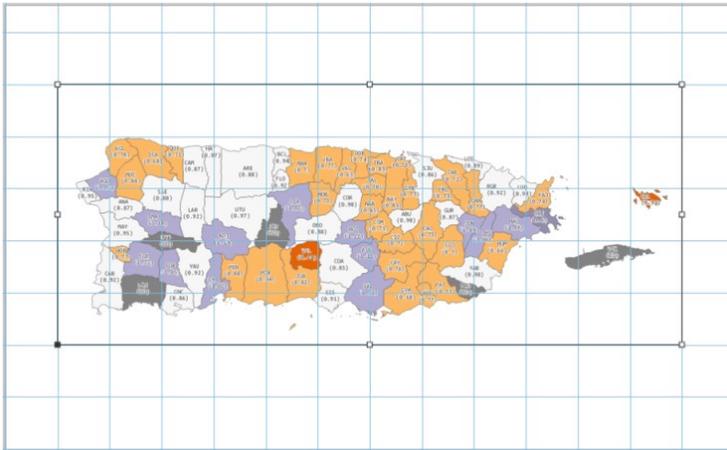
Cambiar extensión territorial al mapa

Ya que el mapa estaba centralizado, podemos cambiar el nivel de acercamiento donde solo aparezca la extensión desde el Municipio de Rincón (punta Higuera) hasta la isla Municipio de Culebra (isla Culebrita). Se determinó previamente que podemos usar una escala 1:750,000 para esta nueva extensión.

- Para cambiar la extensión hay varias opciones. En este caso, la más simple es usar la interfaz para cambiar la escala del mapa.
- En la caja de texto de la escala numérica, localizada en la esquina inferior izquierda del panel o tab Layout, **cambie** la escala: Escriba **750000** y presione **enter**.



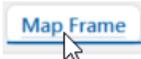
La extensión del mapa será desde Rincón hasta Culebra.



Quitar los bordes al marco del mapa (map frame)

Trataremos de maximizar el espacio libre alrededor del frame. **Quitaremos el borde** de este marco. Para este tipo de composición no hace falta mostrar el borde del marco.

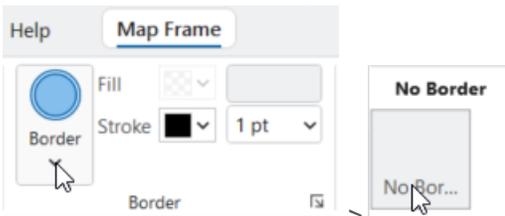
- Para **esconder el borde**, primero deberá tener **activado (click)** el **marco** o **map frame** como aparece en la imagen anterior.
- Una vez el **marco** está **activado**, haga **click** en el **tab** de contexto **Map Frame**.



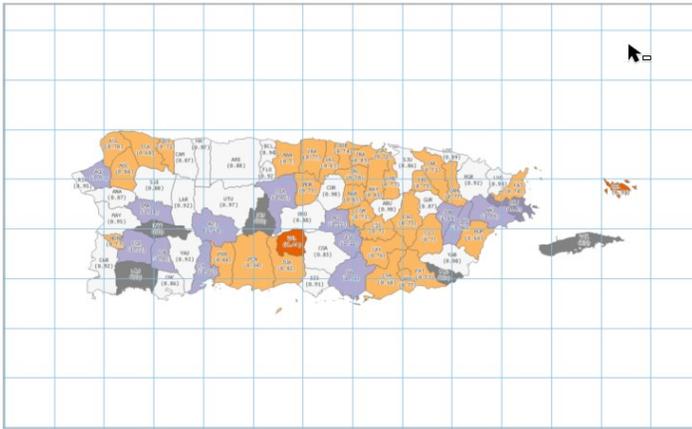
- Vaya al grupo **Current Selection** y **escoja** de la lista la opción **Border**.



- En el mismo ribbon diríjase al grupo **Border** y haga **click** en la opción **No Border**.



- Haga **click** fuera del **marco** del **mapa** para corroborar que se escondió el borde.



Añadir título del mapa:

El título se añade como cualquier elemento de texto. Añadiremos un título principal y otro secundario que explicará el “universo” en términos de datos colectados, el periodo de cinco años, la encuesta y las tablas censales que sirven de fuente para este mapa y gráficas. El tamaño del título debe resaltarlo sin competir directamente con el mapa. El subtítulo debe usar tamaños más pequeños para informar pero sin competir con el mapa. Para estos propósitos **no** usaremos el color negro 100%.

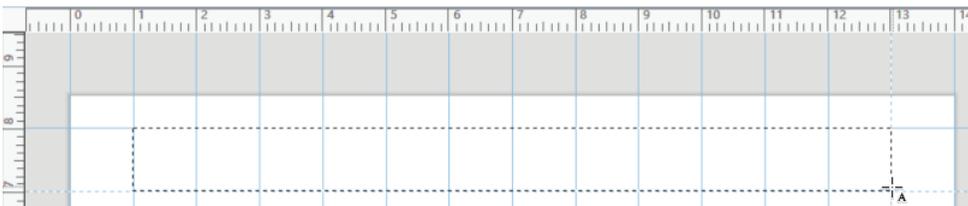
- Para añadir el **título principal**, haga **click** en el **tab Insert**.



- A la derecha del ribbon asociado al **tab Insert**, vaya al grupo **Graphics and Text** y
 - Haga **click** en el **botón drop down** para añadir texto.
 - Escoja (**click**) la opción **Straight text**.



- Para insertar el texto en la página, haga **click** en la coordenada **1”, 8”**, haga una caja y arrastre hasta la coordenada **13”, 7”**.



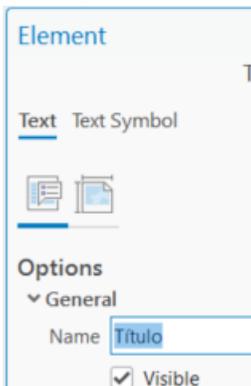
- Vamos a modificar el texto, tipo de letra, tamaño y color de este título.



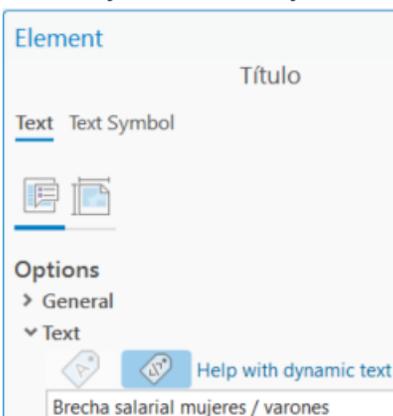
- Haga **click** fuera del texto “Text”.
- Una vez aparezca el marco, haga **right click** encima de **Text** y
- Escoja la opción **Properties**.



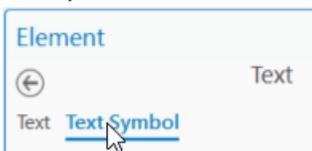
- Diríjase al **panel Element**. Debe tener activado el **tab Text**.
- Expanda el nodo General y en la caja de texto Name escriba Título.



- En la caja de texto bajo el **nodo Text** escriba **Brecha salarial mujeres / varones**



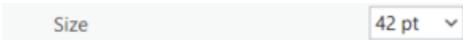
- Para cambiar el tipo de letra y otras características, haga **click** en el tab **Text Symbol** de este panel **Element**.



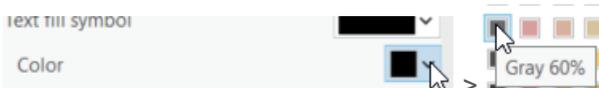
- Bajo el **tab General** y el **nodo Appearance**, cambie el tipo de letra **Font name** a **Arial**, estilo negrilla **Bold**.



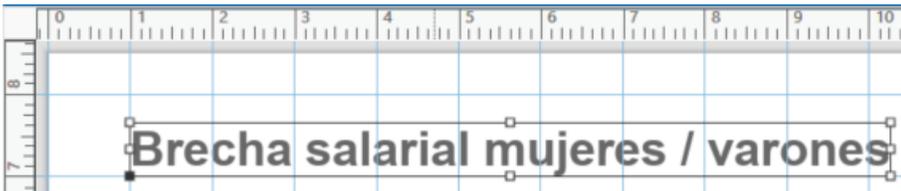
- En la sección **Size** cambie el tamaño a **42 puntos**.



- Haga **click** en el botón **drop down** de la sección **Color**.
 - En la lista de colores **escoja (click)** el color **gris 60%**



- El título debe aparecer así:



- Para añadir el subtítulo, haga **copy/paste** del título. Luego lo modificaremos.
- Haga **right click** en el título y escoja **copy** o haga **click** en el **título** y haga **ctrl+c** y luego **ctrl+v** para hacer **paste**



- Arrastre la copia debajo del título, alineados.



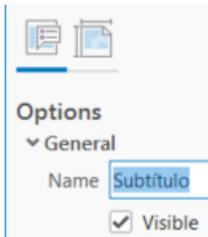
- Mantenga el **subtítulo** activado (**seleccionado**).

Para que aparezca el panel **Element** haga **right click** en este **texto** y escoja la opción **Properties**.

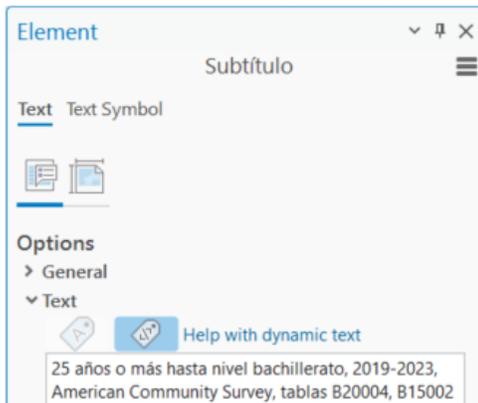


- En el **panel Element Título 1**, debe estar en el **tab Text** y en el **tab Options**.

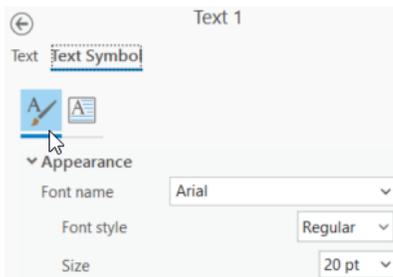
- Expanda el nodo **General** y en la caja de texto **Name** escriba **Subtítulo**



- Bajo el **nodo Text** escriba lo siguiente en la caja de texto:
**25 años o más hasta nivel bachillerato, 2019-2023,
 American Community Survey, tablas B20004, B15002**



- Haga **click** en el tab **Text Symbol** y luego en el tab **General**.
 - En la sección **Font style** escoja la opción **Regular**.
 - Cambie el **tamaño** de letra a **20 puntos**.

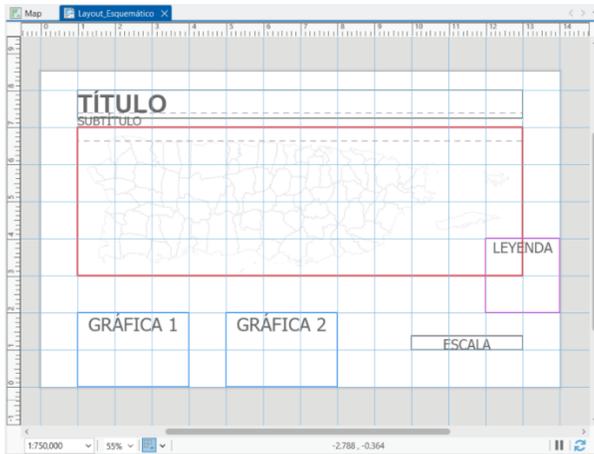


- No es necesario cambiar color.

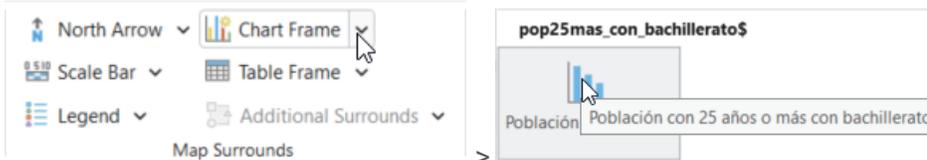


Añadir las gráficas

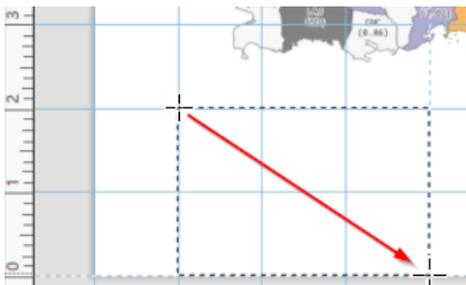
Vamos a añadir dos gráficas simples que ofrecen datos suplementarios al mapa. La primera de las gráficas mostrará la población 25 años o más con bachillerato, y la segunda mostrará la mediana de ingresos para el mismo segmento poblacional divididos por sexo.



- Para añadir la **primera gráfica**, haga **click** en el tab **Insert**.
 Vaya al **grupo Map Surrounds**, haga **click** en el **botón** desplegable drop down **Chart Frame** y escoja la gráfica **Población con 25 años o más con bachillerato**.



- ArcGIS Pro no muestra nada especial para distinguir. Si ubica el cursor dentro del Layout verá que el cursor tiene una **cruc**.
- Haga el **primer click** en la coordenada **1", 2"**, **arrastre** hasta **hacer** una **caja** que cubra **tres cuadros** a la **derecha** y **dos hacia abajo** en la coordenada **4", 0"**.

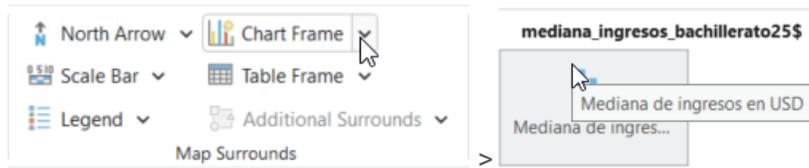


- La gráfica previamente preparada aparecerá en este espacio:

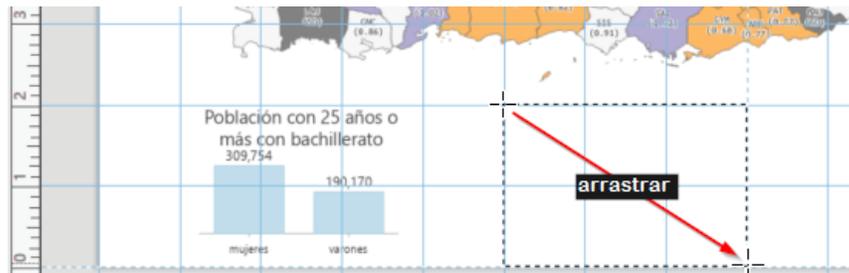


- Repitamos el proceso para la segunda gráfica.
- Haga **click** en el **botón** desplegable drop down **Chart Frame** y escoja la gráfica

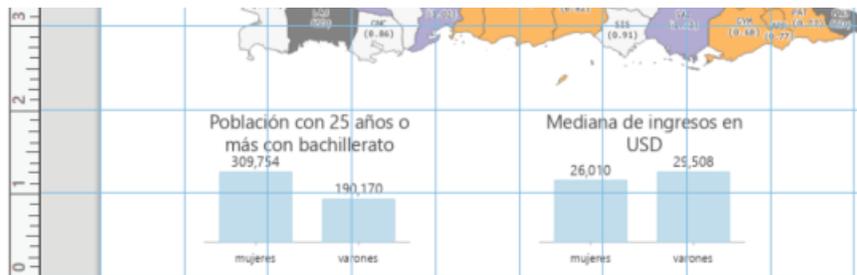
Mediana de ingresos en USD.



□



La segunda gráfica aparecerá como se dispuso:

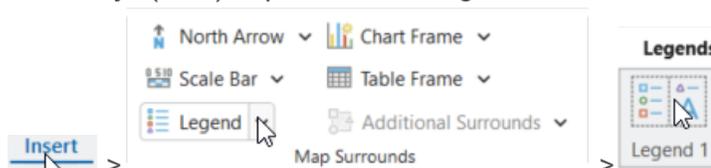


Estas gráficas suplementan el mapa. En el segmento de población 25 años o más con bachillerato hay más mujeres que varones. Por otro lado, la mediana de ingresos es menor en el mismo segmento poblacional (0.88 en este caso).

Añadir y modificar la leyenda

La leyenda se usa para que el lector del mapa pueda interpretar correctamente la simbología expuesta en el mapa. Sin la leyenda, el mapa puede entenderse de muchas maneras.

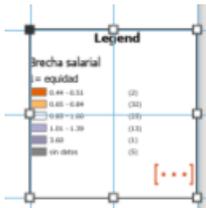
- Para **añadir** la **leyenda**, haga **click** en el tab **Insert** y localice y haga click en el botón desplegable Legend dentro del grupo **Map Surrounds** asociado al este tab Insert.
- Escoja (click) el primer ítem Legend 1.



- De forma análoga a las gráficas, haga una caja, esta vez desde la coordenada **12", 3"** y arrastre hasta la coordenada **14", 1"**.



- Así aparecerá la leyenda. Vamos a hacer algunos cambios como quitar la palabra Legend, cambiar el color de texto a gris y otros.



- **Quitamos** la palabra **Legend**. Con la leyenda seleccionada aún, vaya al **panel Legend**. Si no lo puede ver, haga **right click** en la leyenda y escoja la opción **Properties**.



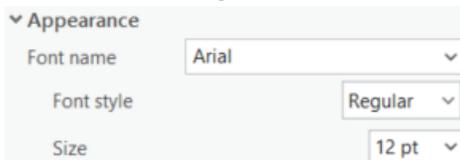
- En la sección **Options**, bajo el nodo **Legend** haga **uncheck** en **Show**.



- Para cambiar el tipo de letra y el color del texto a gris, haga **click** en el tab **Text Symbol** de este mismo panel

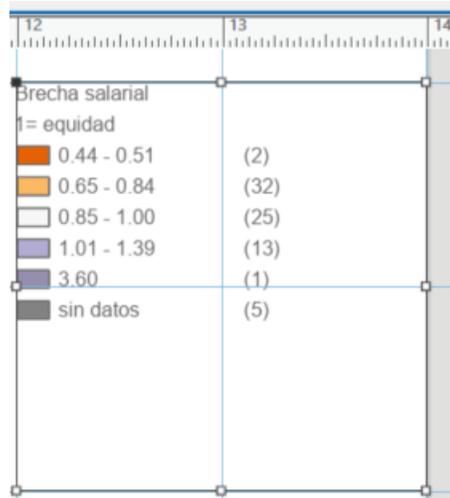


- Bajo el nodo **Appearance** vaya a la sección **Font name** y cámbielo a **Arial**, estilo **Regular** con tamaño **12 puntos**.



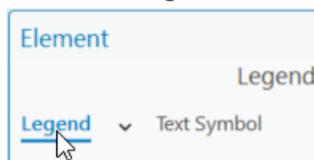
- En la sección **Color**:
 - Haga **click** en el botón **drop down** de la sección **Color**.

- En la lista de colores **escoja (click)** el color **gris 60%**

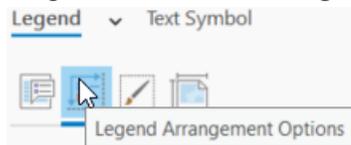


La leyenda pocas veces queda como queremos a la primera vez, muchas veces necesitamos hacer más cambios. Luego de ampliar la vista, hasta ahora la leyenda se verá así. Los tamaños de letra están pequeños y la distancia entre los límites de las clases y los conteos de casos por clase están muy separados. Los conteos se incluyen aquí como sustituto de una gráfica tipo histograma.

- Continuemos con estas modificaciones para ajustar la distancia entre los conteos de casos y las etiquetas de las clases.
 - Con la **leyenda activada** (seleccionada) haga **click** en el **tab Legend** del panel **Element Legend**.



- Haga **click** en el tab **Legend Arrangement Options**.



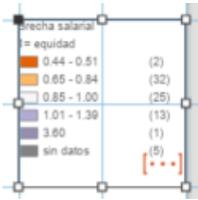
- En la sección **Fitting Strategy** escoja la opción **Adjust columns and font size**. Con esta "estrategia" modificaremos el tamaño de letra también.



- En la sección **Minimum font size** cambie el tamaño a **10 puntos**.

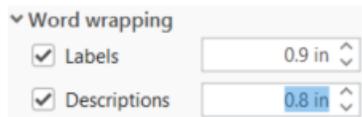


Notará que la leyenda mostrará una **elipsis [...]**. Esto significa que el espacio disponible no es suficiente para mostrar los elementos de la leyenda.

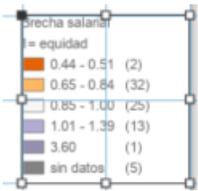


En realidad, el problema aquí es la distancia entre las etiquetas y las descripciones porque no hay más ítems en esta leyenda.

- Vaya a la sección **Word wrapping** reduzca el espacio automático para etiquetas y descripciones.
 - En la sección **Labels**, reduzca el ancho de esta columna a **0.9 puntos**.
 - En la sección **Descriptions** reduzca el ancho a **0.8 puntos**.



Notará que el tamaño de letra es más grande y no aparece el símbolo [...] de elipsis.

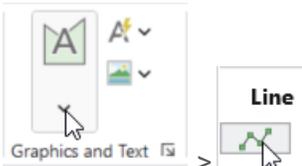


Insertar una línea para resaltar un valor de importancia en la leyenda

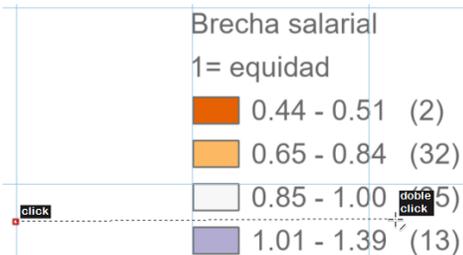
Para hacer esta leyenda más informativa, podemos insertar una línea y un texto que marque el valor =1 que significa igualdad salarial. Por ejemplo:



- Para añadir la línea, **desactive** la leyenda. Haga **click** en el tab **Insert**
 - Vaya al grupo **Graphics and Text** y haga **click** en el **botón desplegable** para añadir textos y elementos gráficos. **Seleccione** la opción **Line**.

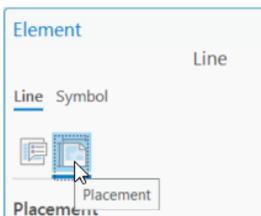


- Ubique el primer punto (**click**) encima de la **línea guía** al **lado izquierdo** para dar espacio a una serie de etiquetas que añadiremos.
- Para **terminar** la línea, haga **doble click** al **lado derecho** después de la **línea guía** que pasa por la etiqueta 1.00.

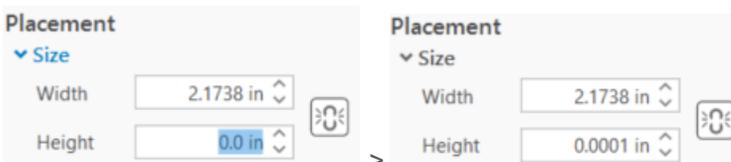


Ya que por defecto la línea no está restringida a ser horizontal, debemos ir al panel de propiedades del “elemento línea” que debe estar activada.

- Para hacer que esta línea sea horizontal diríjase al panel **Element-Line** haga **click** en el botón **Placement** bajo el tab **Line**.

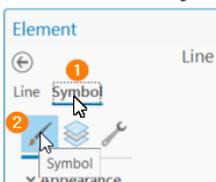


- Bajo el renglón **Size** escriba **0** en la caja de texto **Height**. Notará que el valor cambiará a 0.0001 in.

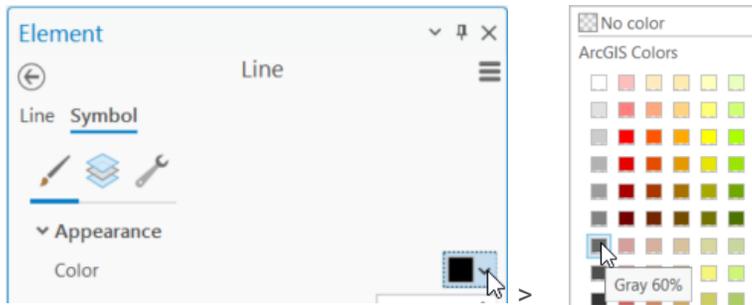


La línea debe servir para llamar la atención al lector para mostrar el umbral 1.0 de equidad *ideal* en términos de ingresos. Por lo tanto, recomendamos cambiar el color 100 por ciento negro a un tono de gris 60% por ejemplo.

- Con la línea aún activada y en el panel **Element Line** haga **click** en el **tab Symbol** y luego en el **botón Symbol**.



- Bajo el nodo **Appearance** haga **click** en el botón desplegable (drop-down) de **Color**.
- Seleccione (**click**) el color **gris 60%**.



Añadir etiquetas (text labels) para explicar secciones de la leyenda

Añadiremos cuatro etiquetas para suplementar la leyenda. Como en este ejemplo:

		Brecha salarial	
		1 = equidad	
Brecha negativa		0.44 - 0.51	(2)
		0.65 - 0.84	(32)
Equidad		0.85 - 1.00	(25)
		1.01 - 1.39	(13)
Brecha positiva		3.60	(1)
		sin datos	(5)

El primer segmento con valores menores de 1 en tonos naranja a blanco supone una brecha negativa en cuanto a los ingresos de las mujeres comparado con los varones. El segundo segmento con valores mayores de 1 y en tonos violeta supone una brecha positiva, es decir, que las mujeres tienen mayor ingresos en 14 municipios. El dato 3.60 podría ser anómalo, pero fue derivado de los valores que publicó el Negociado del Censo Federal en la Encuesta de la Comunidad.

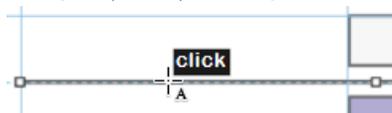
- Añadamos la **etiqueta 1.0** para mostrar el valor umbral.

- Haga **click** en el tab **Insert**.

- Vaya al grupo **Graphics and Text** del ribbon asociado al tab **Insert** y luego **click** en el botón **Straight Text**



- Ubique (**click**) la etiqueta **más o menos** en el **medio** en la sección izquierda de la línea.

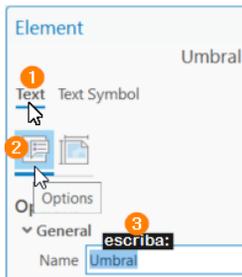


- Con esta etiqueta activada, cambiemos el nombre de la etiqueta. En el panel **Element**

- Haga **click** en el tab **Text**, luego **click** en el tab **Options**.

- Bajo la sección **Options**, en el nodo **General**, cambie el *nombre de la etiqueta* a

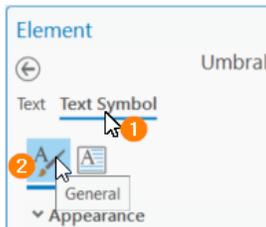
Umbral.



- Más abajo en este panel y el mismo tab **Options** cambie el texto o contenido de la etiqueta por defecto a **1.0**.



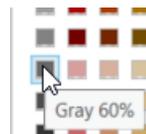
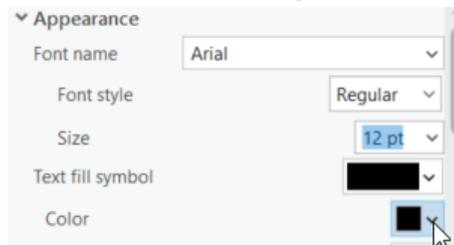
- Cambiemos el tipo de letra para que sea igual a las demás (**Arial**). En este mismo **panel Element Umbral** haga **click** en el tab **Text Symbol**, luego en el botón **General**.



- Bajo el **nodo Appearance**, y en la sección **Font Name**, seleccione (**click**) de la lista el tipo de letra a **Arial**.

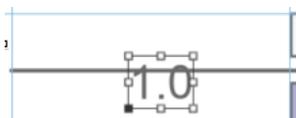


- Deje el **tamaño** de la letra en **12 puntos**.
- En la sección **Color** haga **click** en el **botón desplegable** y escoja el color **gris 60%**.

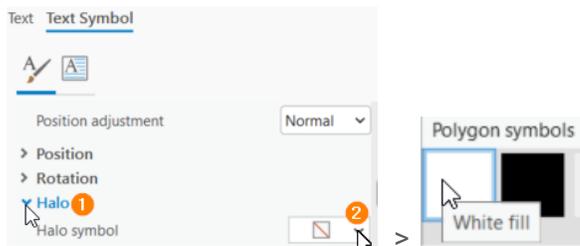


Notará que hace falta "cubrir" la línea para poder distinguir mejor el texto de la etiqueta.

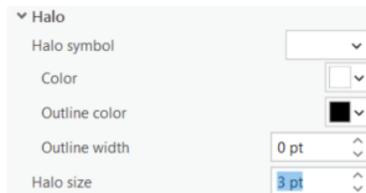
Podemos subsanar esta situación de dos maneras. Una es hacer que el fondo de la caja de texto sea opaco y blanco para igualarlo al fondo. La otra manera es añadir un halo un poco más extenso al texto, lo cual tiene el mismo efecto anterior. Usaremos la segunda opción, porque conlleva menos pasos.



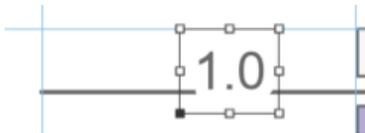
- Vaya **más abajo** en este **mismo panel**, **tab Text Symbol**, expanda el nodo **Halo**.
- Luego haga **click** en el botón desplegable **Halo Symbol** y en la sección **Polygon symbol** escoja la opción **White fill**.



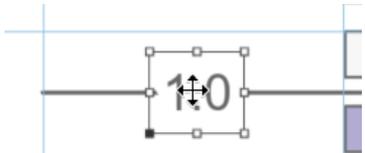
- Más abajo encontrará el parámetro **Halo Size**. En la caja de texto cambie este parámetro a **3 puntos**.



Verá que el halo del texto cubre gran parte del cuadro del texto y a la vez cubrirá la línea.



- Arrastre** la etiqueta de manera que su **centro** esté en el **centro** de la **línea**.



Añadamos la **próxima etiqueta: Equidad**, la cual se insertará al lado del **extremo izquierdo** de la línea, como aparece en esta figura:

		Brecha salarial
		1 = equidad
Brecha negativa		0.44 - 0.51 (2)
		0.65 - 0.84 (32)
		0.85 - 1.00 (25)
Equidad	1.0	1.01 - 1.39 (13)
Brecha positiva		3.60 (1)
		sin datos (5)

- Añadamos la etiqueta **Equidad** para distinguir el valor umbral 1.0.
- Haga **click** en el tab **Insert**.
- Vaya al grupo **Graphics and Text** del ribbon asociado al tab **Insert** y luego **click** en el

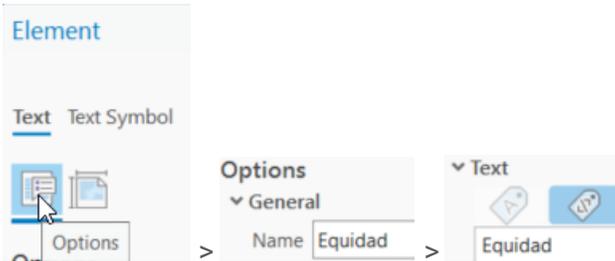
botón **Straight Text**



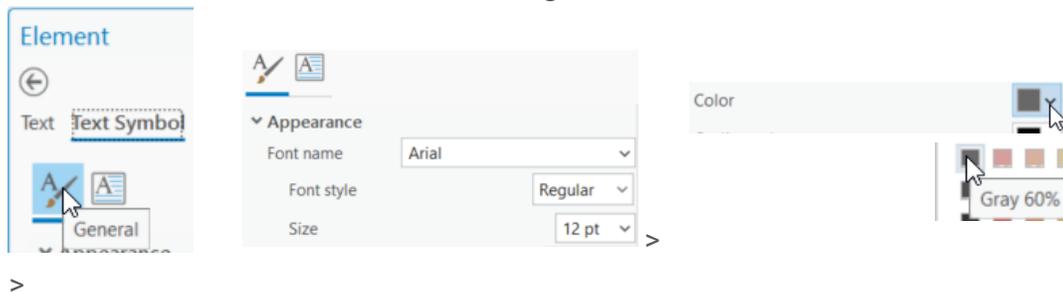
- Ubique (**click**) la etiqueta **al lado izquierdo** de la línea. Preste **atención a utilizar la línea guía** y la **línea negra** para **alinear** la nueva etiqueta.



- En el **panel Element**, tab **Text** y botón **Options**, vaya al **nodo General**.
 - En la caja de texto **General** cambie el nombre a **Salario igual**.
 - En el nodo **Text**, cambie el texto de la etiqueta a **Salario igual**.



- Haga **click** en el tab **Text Symbol** y luego en el botón/tab **General**.
 - Bajo el nodo **Appearance**, cambie el tipo de letra **Font name** a **Arial, Regular, 12** puntos.
 - En la sección **Color**, cambie el color a **gris 60%**.



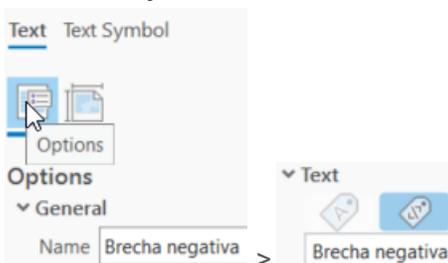
- Arrastre** la etiqueta para **centralizarla** con la **línea 1.0** y la **línea guía** a la **izquierda**.



Para las próximas etiquetas usaremos el método **Copy/Paste**. De esta manera se conservarán **propiedades** tales como **tipo de letra, tamaño y color**. A partir de estas copias solo tendremos que cambiar los nombres de las etiquetas y su contenido textual. La etiqueta **Brecha negativa** estará **alineada** con la **primera caja 0.44 – 0.51**. La etiqueta de **Brecha positiva** estará alineada con la caja con valor **3.60**, ya que el último cuadro gris representa municipios que no tienen datos de ingresos en los estimados a cinco años 2019 - 2023 de la Encuesta de la Comunidad del Censo Federal (sin datos).

Brecha salarial	
1 = equidad	
Brecha negativa	0.44 - 0.51 (2)
	0.65 - 0.84 (32)
Equidad — 1.0	0.85 - 1.00 (25)
	1.01 - 1.39 (13)
Brecha positiva	3.60 (1)
	sin datos (5)

- Seleccione (**click**) la etiqueta **Equidad**.
- Pulse** las teclas **ctrl+c** para copiar (guardar en el clipboard) y **ctrl+v** para pegar (paste) en el layout.
- Con esta nueva etiqueta seleccionada vaya al panel **Element**, haga **click** en el tab **Text**, **click** en el botón **Options** y **expanda** el nodo **General**.
 - En la caja de texto **Name** escriba el nombre de esta etiqueta **Brecha negativa**.
 - En la caja de texto **Text** escriba el contenido de texto de la etiqueta **Brecha negativa**.



- Arrastre** esta etiqueta al lado de la **primera caja** de valores **0.44 – 0.51**.

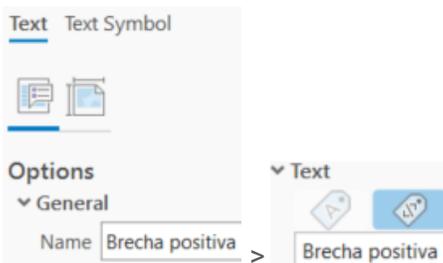
Brecha salarial	
1 = equidad	
Brecha negativa	0.44 - 0.51 (2)
	0.65 - 0.84 (32)
Equidad — 1.0	0.85 - 1.00 (25)
	1.01 - 1.39 (13)
	3.60 (1)
	sin datos (5)

*Puede mover la etiqueta mediante las teclas **ctrl** y las teclas de flechas simultáneamente para desplazarla poco a poco.*

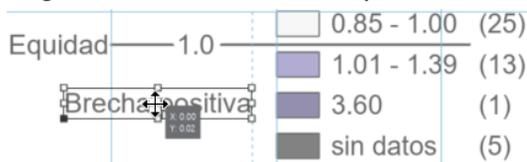
Repitamos el proceso anterior para la siguiente etiqueta **Brecha positiva**.

- Seleccione (**click**) la etiqueta **Brecha negativa** para copiarla.
- Pulse** las teclas **ctrl+c** para copiar (guardar en el clipboard) y **ctrl+v** para pegar (paste) en el layout.

- En el panel **Element** haga **click** en el tab **Text** y luego en el botón/tab **Options**.
- En el nodo **General** vaya a la sección **Name** y cambie el nombre a **Brecha positiva**.
- En el nodo **Text** cambie el contenido de la etiqueta a **Brecha positiva**.



- Arrastre la etiqueta **Brecha positiva**, al lado de la caja **3.60**. Utilice la alineación que le sugiere ArcGIS Pro con respecto a la etiqueta “Brecha negativa”.



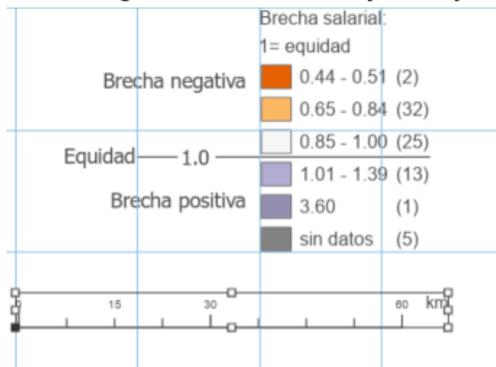
Puede mover la etiqueta mediante las teclas **ctrl** y las teclas de flechas simultáneamente para desplazarla poco a poco.

- La leyenda “aumentada” se verá así:

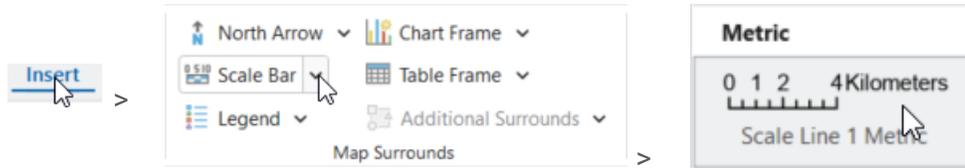


Añadir escala gráfica

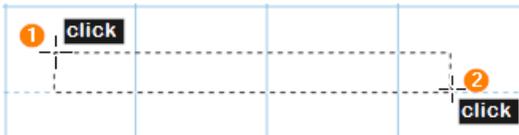
ArcGIS Pro ofrece una variedad de tipos de escalas: **gráficas** y **nominales** (representadas por fracciones). La escala gráfica permite al lector **hacer la relación entre las distancias en el papel y las distancias reales en el terreno**. Al terminar esta sección, la escala gráfica se verá como en esta figura, localizada bajo la leyenda, pero a cierta distancia para disociarlas.



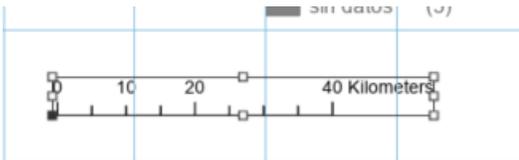
- Para añadir una **escala gráfica**, haga **click** en el tab **Insert** y luego **click** en el botón desplegable **North Arrow**.
- En el menú desplegado de escalas disponibles escoja (**click**) bajo la sección **Metric** el **primer elemento** de la fila **Scale Line 1 Metric**.



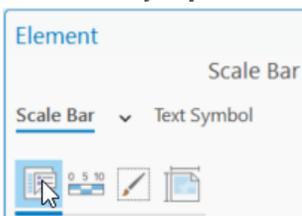
- Ubique la escala** como en esta ilustración, en el medio de los últimos cuatro cuadros de la esquina inferior derecha de la página, justo debajo de la leyenda.



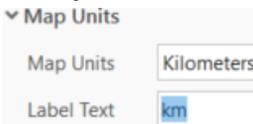
- La escala quedará por defecto de esta manera, con las líneas y letras 100% negras.



- Cambiamos** la palabra **Kilometers** a **kms**.
 - Con la escala seleccionada vaya al panel **Element Scale Bar**. Haga **click** en los tabs **Scale Bar** y **Options**.



- Más abajo en este tab **Options** y dentro del nodo **Map Units**, vaya a la caja de texto **Label Text** y escriba **km**. (se abrevia en km no en kms)



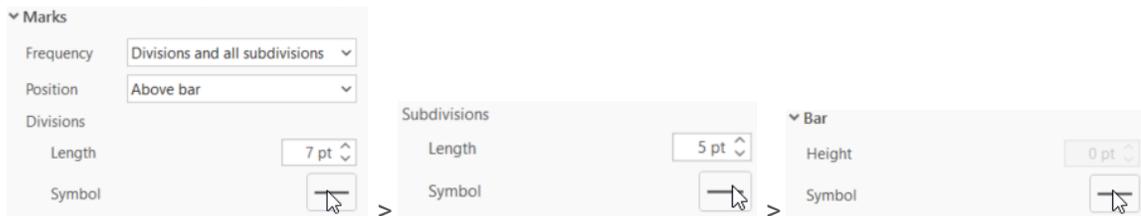
Bajemos el nivel de negro de las líneas a **60%** para que sea coherente con el resto de los elementos de la composición.

- Haga **click** en el tab **Properties**.



- Navegue hacia abajo en este panel. Dentro del **nodo Marks** están los **controles** para **cambiar** el aspecto de las **líneas** que componen la **escala gráfica**.

- Cambie el color de las divisiones a gris 60% y repita el proceso para las subdivisiones y la barra principal.**

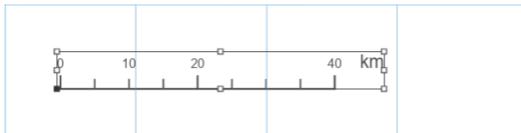


Cambiamos el aspecto de los números y la etiqueta kms para que sean coherentes con el color del resto de los elementos de la composición.

- Haga **click** en el tab **Text Symbol** del panel **Element Scale Ba...**
- Ubíquese en el **tab General**.
- Bajo el nodo **Appearance** vaya a la sección **Color** y cambie el color a **gris 60%**.



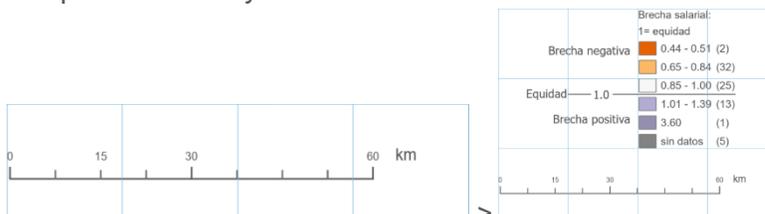
La escala lucirá ahora en consonancia con los demás elementos de texto. Sin embargo, hay espacio para estirar un poco más la escala.



- Con la escala seleccionada haga **click** en el extremo izquierdo y estírela hasta la línea guía a la izquierda. Luego repita el proceso y estire el extremo derecho hasta que toque la última línea guía a la derecha.

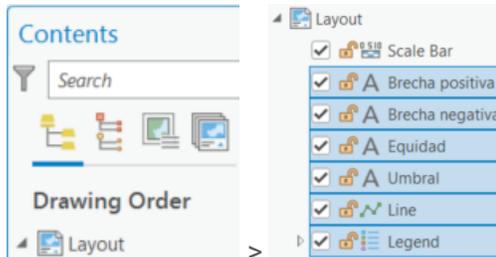


- El resultado no estará alineado ni con respecto a los cuatro cuadros donde está ni tampoco con la leyenda.

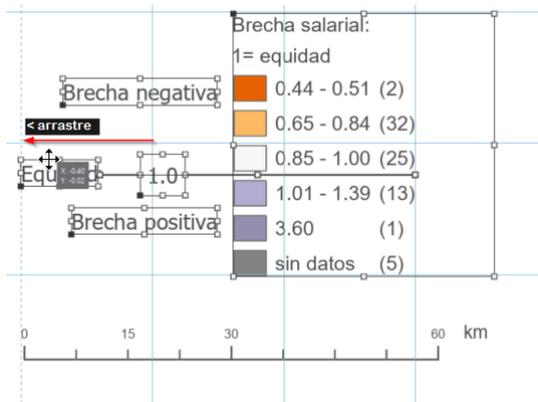


Podemos alinearlos pero en lugar de mover la escala, **moveremos la leyenda y las etiquetas** un poco más **a la izquierda** para que el **valor cero** de la **escala** esté **alineado** con la **etiqueta Equidad**.

- En lugar de seleccionar interactivamente los elementos de la leyenda, diríjase al **panel Contents** de este **Layout**.
- Bajo el **nodo Layout seleccione (shift+click)** los **elementos desde Brecha positiva hasta Legend**. No seleccione el elemento Scale Bar.



- Arrastre los elementos en conjunto hasta la línea guía de 10 pulgadas**. Note que **estará alineado con el lado izquierdo del cero de la escala**.

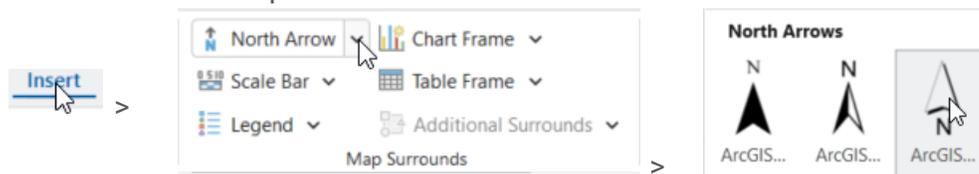


Aunque son elementos diferentes, esta alineación añade coherencia a la composición. La distancia nos ayuda a percibir que la leyenda y la escala son elementos diferentes.

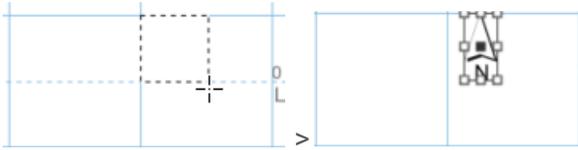
Añadir orientación:

La orientación en el data frame por lo general se refiere al **norte geográfico** basado en el **sistema de coordenadas** que utilice. ArcGIS Pro tiene herramientas para cambiar la orientación del data frame como en el ejercicio del segundo capítulo de este libro, pero no es el caso en este ejercicio de preparación de página para impresión. ArcGIS Pro tiene una variedad de símbolos para representar el norte geográfico.

- Para añadir una **escala gráfica**, haga **click** en el tab **Insert** y luego **click** en el botón desplegable **North Arrow**.
- En el menú desplegado de flechas disponibles escoja (**click**) el **tercer elemento ArcGIS North 3** de la primera fila. Esta es una versión reducida de la rosa de los vientos.

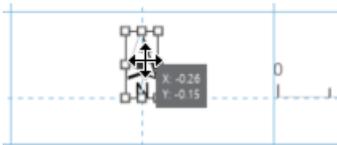


- Haga **click** en la **esquina** entre la **línea** guía **9 pulgadas** vertical y la **línea 2 pulgadas** horizontal y **arrastre** haciendo una **caja** que **ocupe** $\frac{1}{4}$ del **cuadro** como aparece en la figura y suelte el botón del mouse.

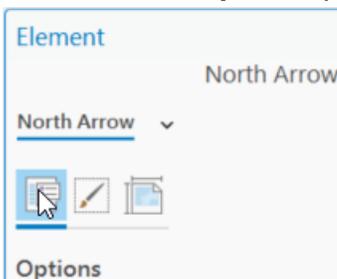


Vamos a cambiar el **color** de la **letra** y el **borde** de la **flecha**, además de **alinearla** con la **base inferior** de la **escala**.

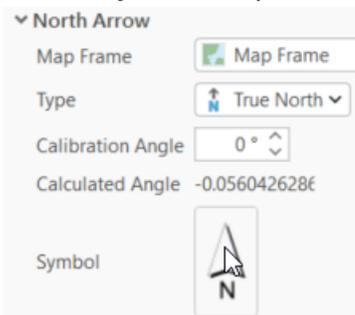
- Con la **flecha** del norte **seleccionada** **arrastre** su **centro vertical** hasta la **línea** guía **vertical** de **9 pulgadas** al **mismo tiempo** **alinee** con la **base inferior** de la **escala**.



- Para **cambiar** el **color** del **borde** y la **letra** N, vaya al **panel Element North Arrow** y haga **click** en el **tab Options** que está bajo el **tab North Arrow**.



- Más abajo en este panel, bajo el **nodo North Arrow** haga **click** en el botón **Symbol**.



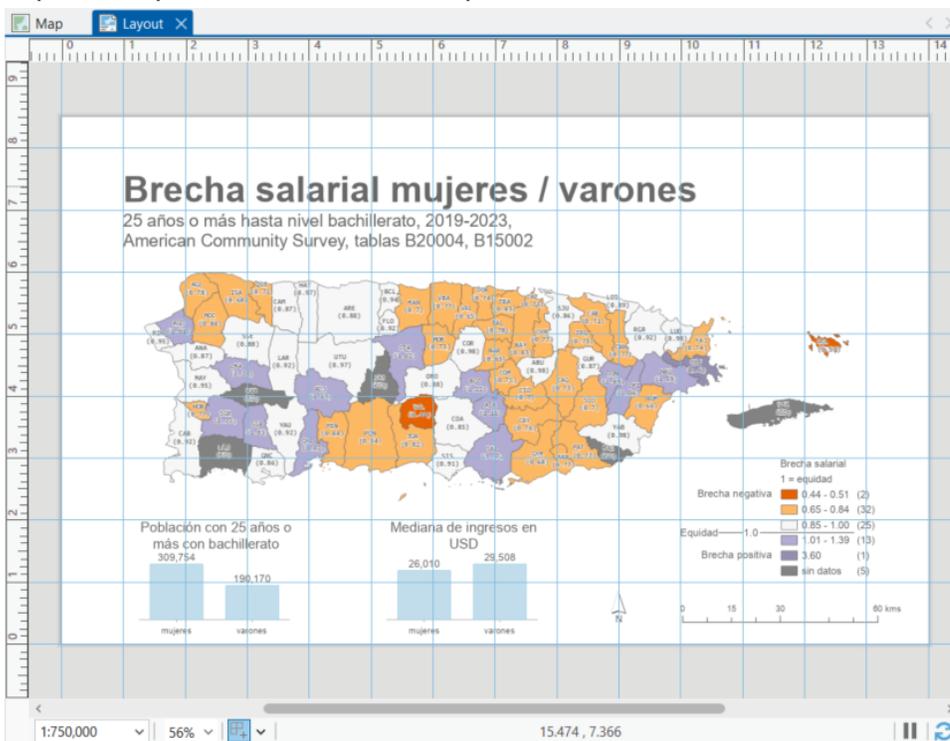
- En este nuevo tab **Point Symbol** haga click en el botón desplegable **Color** y cambie el color a **gris 60%**.





De esta manera la flecha y la letra tendrán el mismo nivel de gris que el resto de los elementos.

Muchas veces hay que hacer cambios por distintas razones. Aunque el mapa ya está “terminado”, una evaluación rápida nos muestra que hay más espacio en blanco en la parte superior que en la parte inferior de la composición.

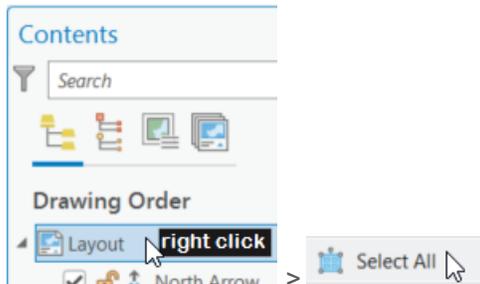


Note que en esta composición hay más espacio libre en la parte superior. Esto se puede remediar si desplazamos todos los elementos media pulgada hacia arriba. También podemos desplazar un poco a la izquierda la escala y la flecha de orientación.

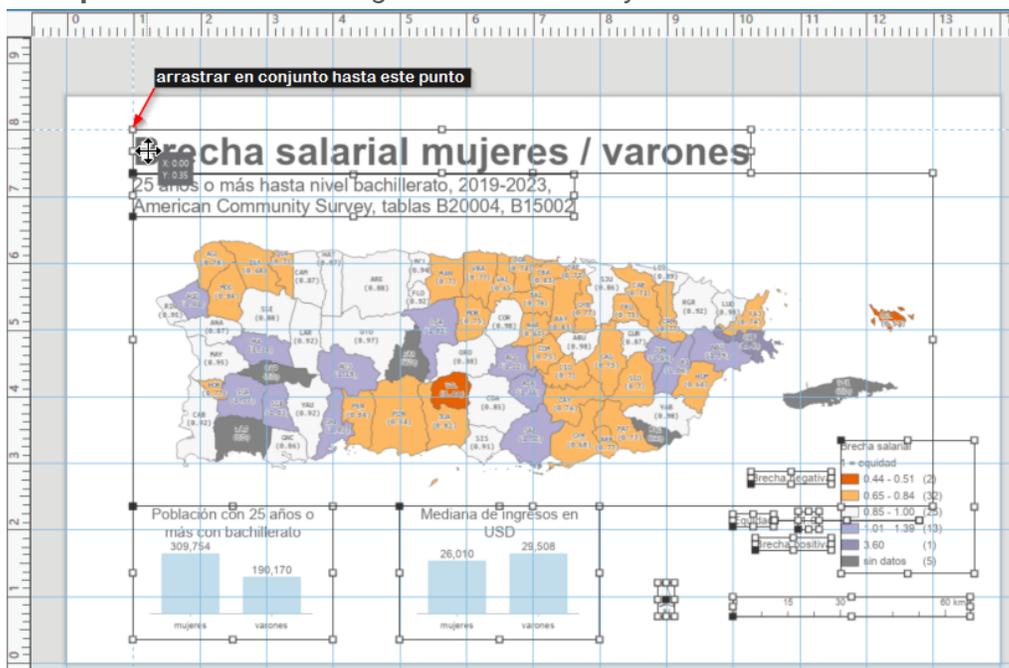
Esta desproporción de espacio puede dar problemas en algunas impresoras que definen márgenes más o menos retirados de los bordes de la página. Para balancear mejor la composición, desplazaremos todos los elementos en conjunto hacia arriba.

Para poder mover todos los elementos en conjunto, vamos a seleccionarlos desde el **panel Contents del Layout**.

- Vaya al **panel Contents** del Layout. Haga **right click** en el **nodo Layout** y escoja la opción **Select All**.



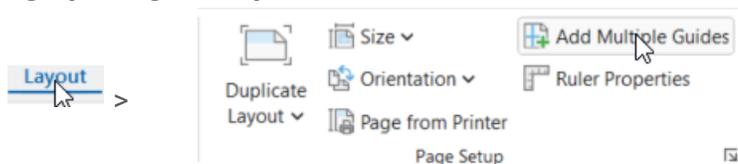
- Con **todos los elementos seleccionados**, arrastre hasta que el **título principal** pegue con la **esquina** entre las **líneas guía 8" horizontal** y **1" vertical**.



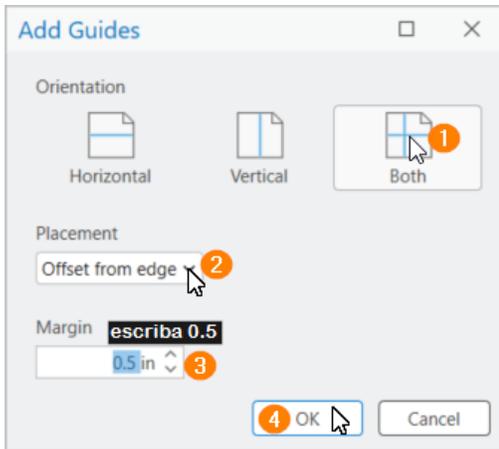
Ya que tenemos más espacio en la parte inferior de la página, podemos **mover** la **escala** y la **flecha** de orientación. **Antes**, **añadiremos dos líneas guía** adicionales a **0.5 pulgadas horizontal** y a **13.5 vertical**. Estas líneas nos ayudarán a acomodar mejor la escala gráfica.

Para **añadir** otras **líneas guía**, insertemos primero la línea a 0.5 pulgadas.

- Haga **click** en el **tab Layout** y luego **click** en el botón **Add Multiple Guides**, localizado en el **grupo Page Setup** de este **ribbon**.

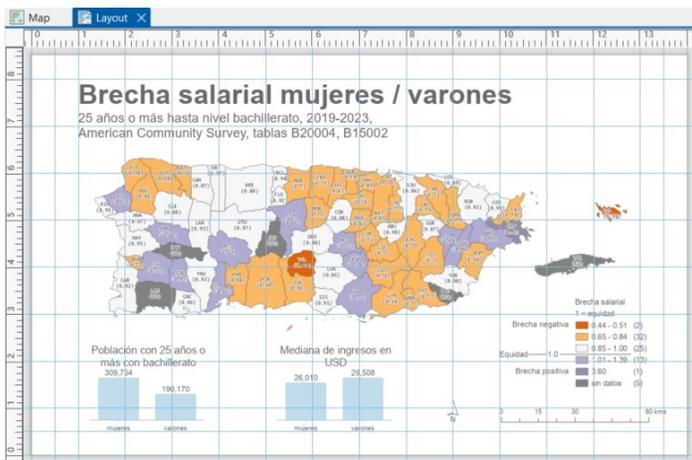


- En la forma **Add Guides** que aparecerá, **siga los pasos** como están en la **figura** a continuación.



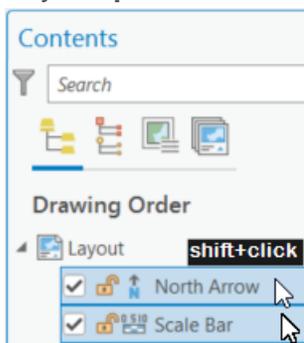
Esto nos permitirá insertar líneas guía a una distancia de media pulgada de los bordes de la página.

Resultado:

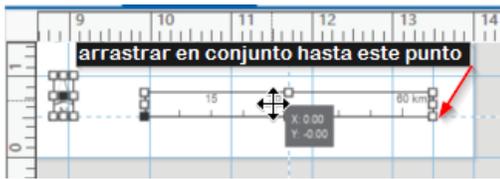


El próximo paso será **arrastrar la escala y la flecha** de orientación hasta la **línea 0.5 horizontal** y que al mismo tiempo el extremo derecho de la escala se pegue a la **línea 13.5 vertical**.

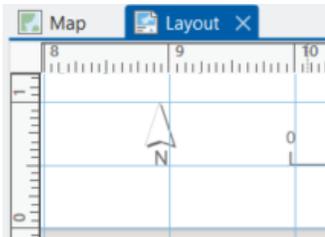
- ☐ Vaya al **panel Contents** y **escoja** los ítems **North Arrow** y **Scale Bar**.



- Arrastre ambos elementos de manera que la esquina inferior derecha de la escala se adhiera al cruce de líneas 0.5, 13.5.

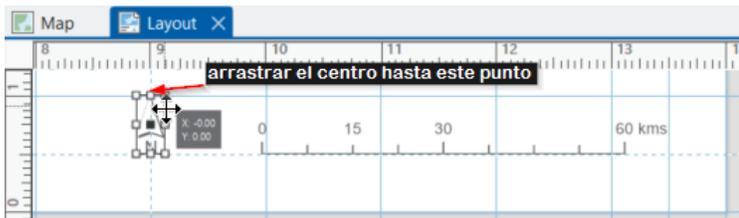


- Notará que la flecha de orientación parece estar desalineada en cuanto a la línea guía vertical 9".

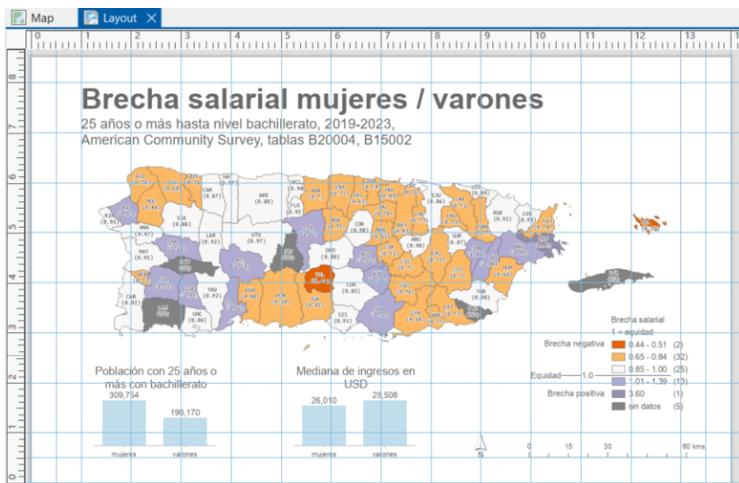


Recuerde que estas líneas no aparecerán en el mapa impreso como tampoco aparecerán si exportamos la composición. Aparecerán solo si hacemos captura de pantalla.

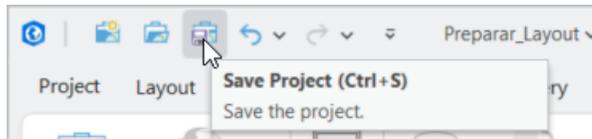
- Arrastre solo la flecha de orientación hasta que el centro vertical coincida con la línea vertical de 9".



Y este será el resultado:



- Guarde este proyecto. Haga **click** en el botón **Save Project** para guardarlo.

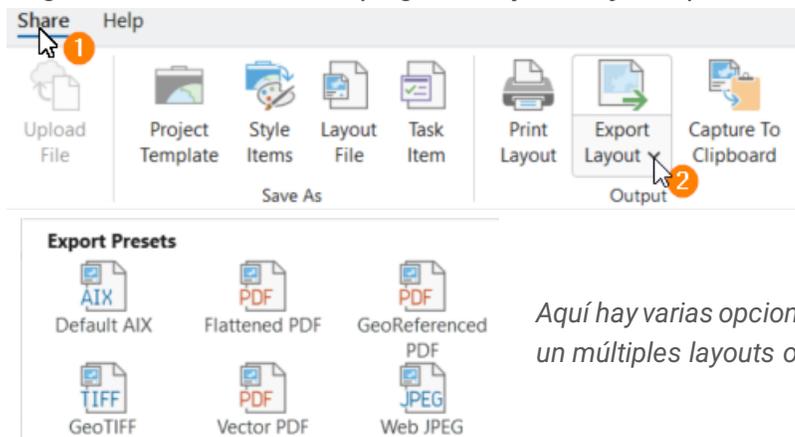


Exportar el mapa a formato PDF

La composición está terminada. En caso de que debamos **compartir** esta composición con otras personas que **no tengan ArcGIS Pro**, el paso siguiente es **exportar esta composición a formato PDF**. Otra manera de **compartir** esta composición **con todos los datos y trabajo realizado** es **compartir** el “proyecto” en un archivo especial. Esto **no** se trata de **copiar** el archivo **Project** con sufijo **aprx**. Esta acción creará un **archivo “Package”** cuyo nombre tendrá el sufijo **ppkx**. Este contendrá todos los **datos** del mapa (en el visor) con todas las **simbologías** y la **página de impresión** (layout) con **todos** sus **elementos**. Esta opción solo **sirve** para **quienes** tengan una **licencia de ArcGIS Pro**.

Vamos a realizar la primera opción: exportar solamente la composición a un formato gráfico como PDF.

- Para **convertir** esta **página de impresión a otro formato**, haga **click** en el **tab Share** y haga **click** en el **botón** desplegable **Export Layout** que está en el grupo **Output**.



Aquí hay varias opciones y dependen también si hay un múltiples layouts o si hay uno solo.

Formatos:

AIX	<i>Para programas como Adobe Illustrator o InDesign.</i>
Flattened PDF	<i>Convierte a formato Adobe Portable Document (PDF) pero antes convierte todos los elementos a imágenes rasterized. Esto puede ser útil cuando usamos elementos o tipos de letra que otras computadoras no necesariamente tienen. La calidad de impresión es igual pero los elementos originales serán transformados a formato pixelado o ráster, lo cual afecta cómo se ve en la pantalla.</i>

GeoReferenced PDF	Convierte la composición a formato PDF y conservará la referencia geográfica del sistema de coordenadas del map frame.
GeoTIFF	Convierte el layout a formato ráster TIFF con el sistema de coordenadas del map frame.
Vector PDF	Convierte el layout a formato PDF que conserva las líneas y letras en su formato vectorial original. Puede dar problemas cuando la computadora receptora no tenga los conjuntos de tipos de letras que estén en el layout. Esto puede afectar cómo se verán los títulos y todas las etiquetas si no hay correspondencia entre los tipos de letras.
JPEG Web JPEG	Convierte el layout a formato imagen o ráster. A diferencia del formato TIFF, JPEG es un formato comprimido que implica pérdida de nitidez en la imagen a favor de la compresión, lo cual genera un archivo que ocupa menos espacio.

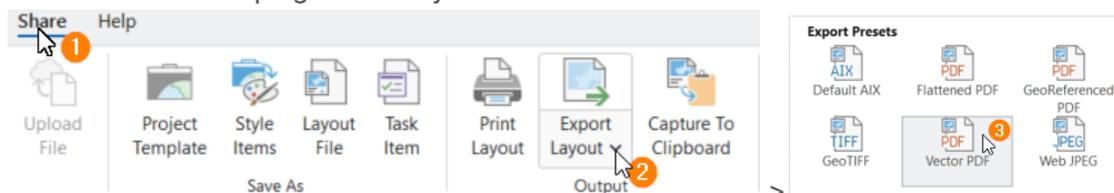
La **exportación** de una composición está sujeta a **múltiples consideraciones**. Las **opciones** que podemos usar dependerán de varios **factores** como los tipos de **letra**, el **tamaño** de impresión, si es para **salida** en **impresoras**, si es para **exportar** para **archivo** en **Internet**, si es para una **publicación** de un **artículo**, si es para **preparar** un **mapa digital** con **coordenadas**, **layers** y mostrar **atributos**, entre otras.

Aunque en esta composición usamos el **tipo de letra Arial** que es de **uso general**, lo que puede dar problemas es el tipo de letra de las **etiquetas** que están en los **municipios**. Ese tipo de letra es **Ubuntu Mono** (monoespaciada). Las letras monoespaciadas son ideales para **alinear números** y **letras** pero este tipo de letra **Ubuntu Mono no** viene **instalada** por defecto en el sistema operativo **Windows**. Afortunadamente ArcGIS Pro permite **exportar** este tipo de **letra Ubuntu Mono** (de uso libre y comercial permitido) e **incorporarla** en el PDF de **salida** para que pueda verse **igual** en otras computadoras.

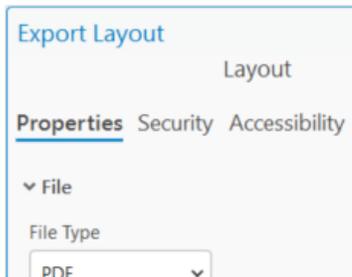
Esas consideraciones entran en los dominios de **producción gráfica** que es área de influencia de artistas gráficos, diseñadores hasta arquitectos.

Exportaremos la composición a formato PDF con la opción Vector PDF.

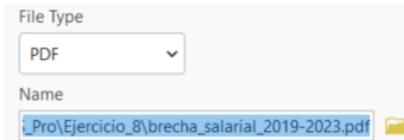
- Para **convertir** esta **página de impresión** a **otro formato**,
 - Haga **click** en el **tab Share** y haga **click** en el **botón** desplegable **Export Layout** que está en el grupo **Output**.
 - En el menú desplegable escoja el formato de salida **Vector PDF**.



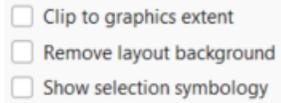
A la derecha de la interfaz gráfica de ArcGIS Pro aparecerá el panel **Export Layout**.



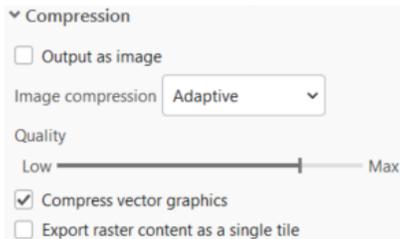
- En la sección **Name** escriba la dirección y nombre del archivo **C:\Tutorial_ArcGIS_Pro\Ejercicio_8\brecha_salarial_2019-2023.pdf**.



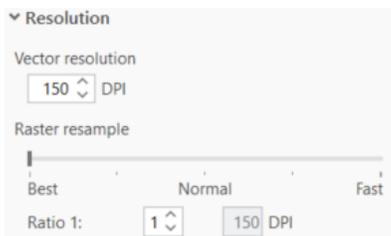
- Deje las siguientes opciones sin check como están por defecto:



- En la sección **Compression** mantenga las opciones como están:



- En la sección **Resolution** mantenga las opciones como están.



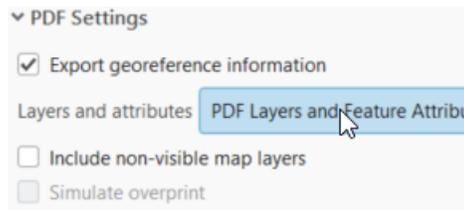
- En la sección **Fonts** asegúrese de que la opción **Embed fonts** esté **check**.



- En la sección **PDF Settings** haga **check** en la opción **Export georeference information**. Esto creará un PDF con coordenadas geográficas y que podrá ser medido en Adobe Acrobat.

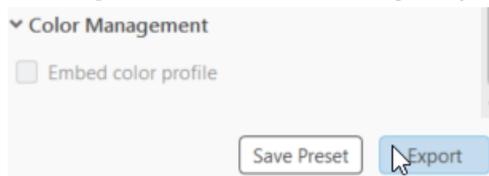


En la subsección **Layers and Attributes** de **PDF Settings** escoja la opción **PDF Layers and Feature Attributes**.



No haga check en **Include non-visible map layers**.

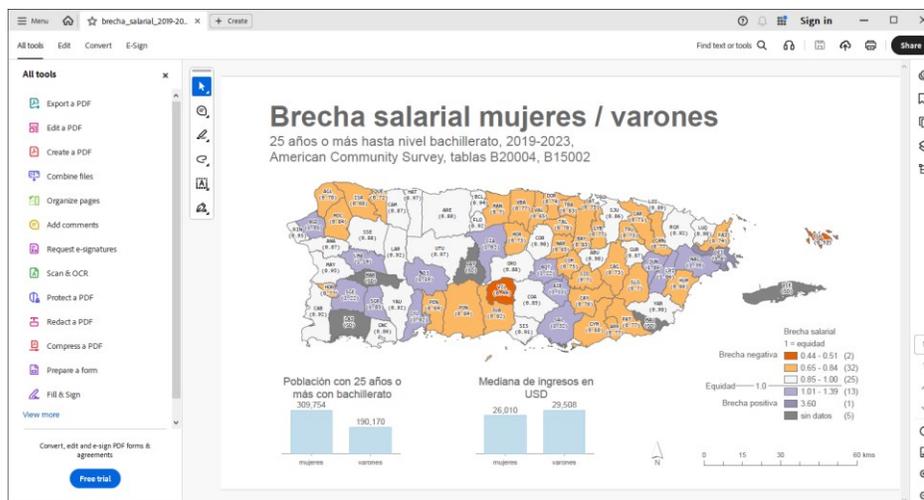
- La sección **Color Management** de este panel estará deshabilitada; no es necesaria en este caso.
- Haga **click** en el botón **Export** para realizar la exportación del archivo PDF.



- En la sección informativa con fondo verde en este panel haga **click** en el enlace **View exported file** para abrir el archivo PDF en [Adobe Acrobat](https://www.adobe.com/acrobat) si está instalado.



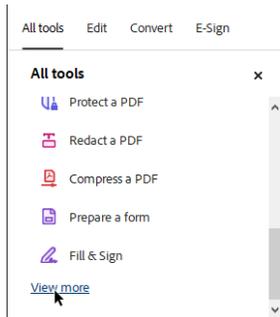
El archivo PDF resultante debe verse de esta manera en Adobe Acrobat:



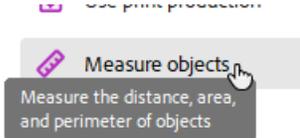
Acceder a referencia geográfica y atributos del mapa en Acrobat Reader

Para **acceder** las **coordenadas** y los **atributos** del **mapa** tenemos que buscar la herramienta **Measure objects** dentro de las herramientas “All Tools” de Acrobat.

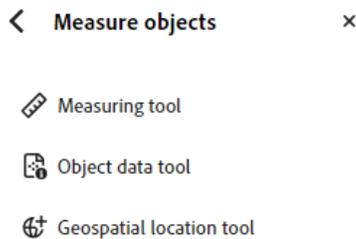
- En **Adobe Acrobat** vaya al panel **All Tools** a la izquierda.
- En la parte inferior de este panel haga **click** en el enlace **View More**



- Haga **click** en la herramienta **Measure objects**.

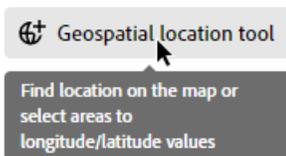


- La herramienta **Measure objects** tiene tres opciones. **Measuring tool**, **Geospatial Location tool** y **Object data tool**. Esta última nos devolverá datos de los polígonos que componen los elementos geográficos del geodato: los municipios en este caso, junto a los valores de la tabla de atributos.

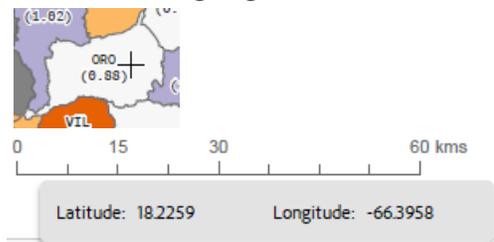


Empecemos con la herramienta **Geospatial location tool**.

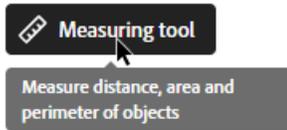
- Haga **click** en la opción **Geospatial location tool**.



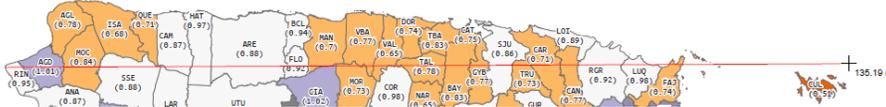
- En la **parte inferior derecha** de **Acrobat** aparecerá un **cuadro** simple que muestra las **coordenadas geográficas** en formato **decimal**.



- Haga **click** en el botón **Measuring tool**.



- Haga una **línea recta** desde el **extremo oeste** del Municipio de **Rincón** hasta el extremo este de la isla Culebrita.

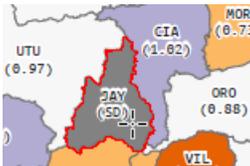


Al principio de este capítulo indicamos **la distancia** entre **Rincón** y la **isla Culebrita** y se midió en más o menos **135 kilómetros**.

- Haga **click** ahora en el botón **Object data tool**.



- Haga **cuatro clicks** seguidos en el municipio de **Jayuya**.



Al lado superior derecho de la interfaz de Acrobat aparecerá el panel **Model Tree** con una **lista de objetos**. Como seleccionamos al Municipio de **Jayuya**, el objeto identificado como **72073** nos devolverá los **datos** de la **tabla** de atributos en la **sección inferior** de este panel.

Property	Value
OBJECTID	38
shape	Polygon
cntyidfp	72073
municipio	Jayuya
abrev	JAY
shape_Length	69164.12861
shape_Area	115272892.964459
GEO_ID	72073
NAME	Jayuya
B20004_001E	18086
B20004_011E	Null
B20004_017E	17981
B15002_015E	608
B15002_032E	1020
brecha	Null
ratio_mvb	1.68

Note que el campo **B20004_011E** no muestra la mediana de ingresos de varones. Por lo tanto, el campo brecha muestra **Null** o vacío porque el campo brecha contiene la división entre los campos **B20004_011E** y el campo **_017E**.

- Si desea compartir el proyecto con sus datos, refiérase al capítulo 2, sección [Compartir el proyecto](#).

Con esto terminamos este capítulo y práctica. Cierre sus sesiones de ArcGIS Pro y Acrobat.

Preguntas:

1. ¿Para qué se utiliza el tab Layout?

2. ¿Cómo podemos cambiar la extensión territorial y escala en el layout?

3. ¿Cómo se añade un título al mapa?

4. ¿Qué mecanismo hay en ArcGIS Pro para añadir una leyenda?

5. Menciona dos tipos de escala que podemos añadir al mapa (page layout)

6. ¿Qué función tiene la escala en un mapa?

7. ¿Para qué sirven las líneas guía?

Referencias:

ArcGIS:

Law, D. et al, Getting to Know ArcGIS Pro 2nd Ed. ESRI Press, 2019 Redlands California, EEUU.

Mitchel, A. The ESRI Guide to GIS Analysis, ESRI Press, 1999, Redlands California

Sistemas de Información Geográfica:

Burrough, P., McDonnel, R. Principles of Geographical Information Systems Oxford University Press, 1998, New York.

Martínez-Llario, José M. PostGIS 2: Análisis Espacial Avanzado Ed. 1 Rev 2, 2012-13, CreateSpace Independent Publishing Platform, Universidad Politécnica de Valencia, España

Cartografía/Diseño gráfico:

Williams, R. The Non-Designer's Design Book Peachpit Press, Berkeley, California

Estadísticas, error estadístico, muestreo:

Sánchez-Viera, J. Fundamentos del Razonamiento Estadístico, Centro Caribeño de Estudios Postgraduados, 1988, San Juan, Puerto Rico.