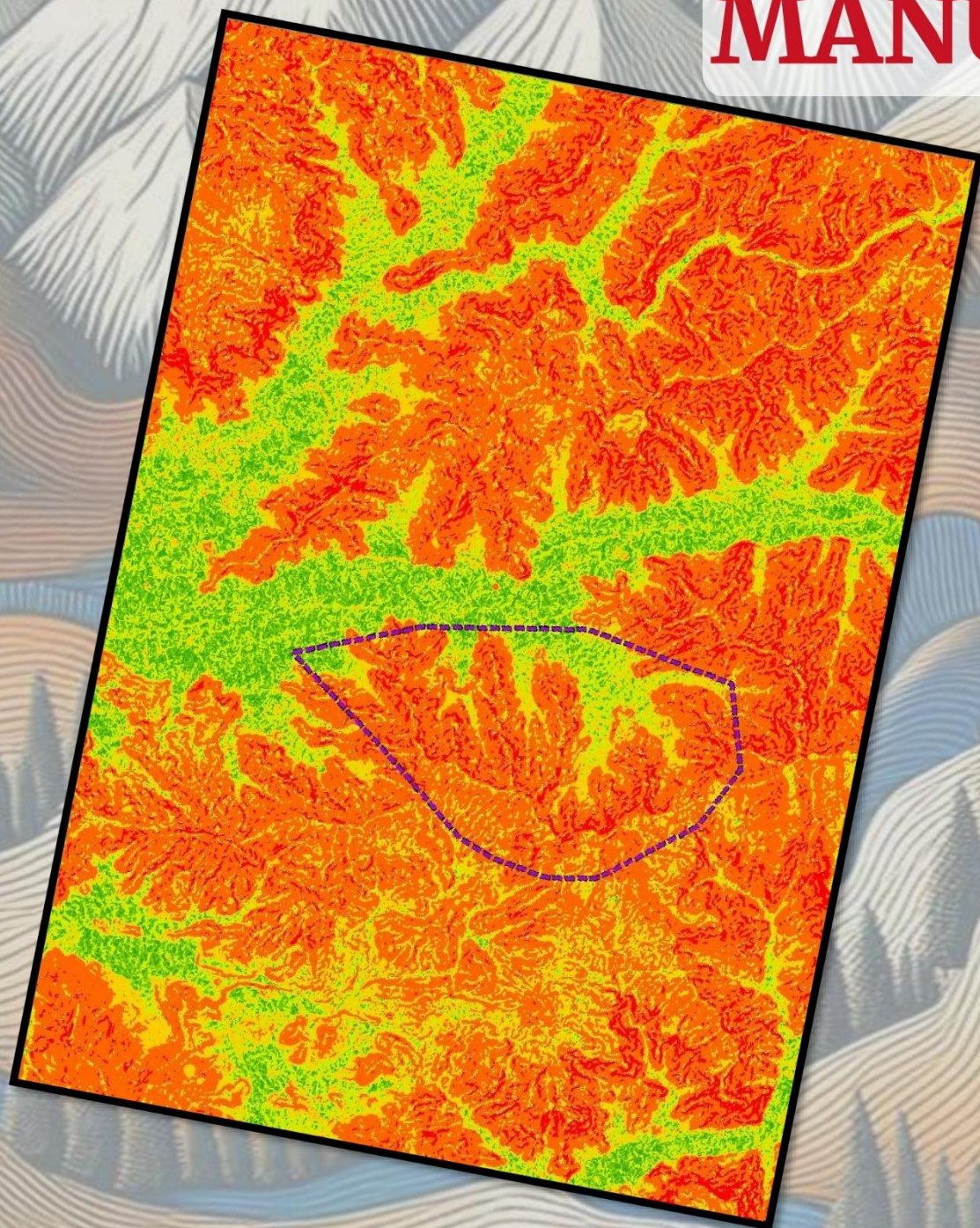


Elaboración de mapas de pendientes a través de imágenes satelitales Alos PALSAR

MANUAL



Entidades colaboradoras:



PAFICSD
PANAMERICAN FOUNDATION
FOR INTERNATIONAL COOPERATION
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT



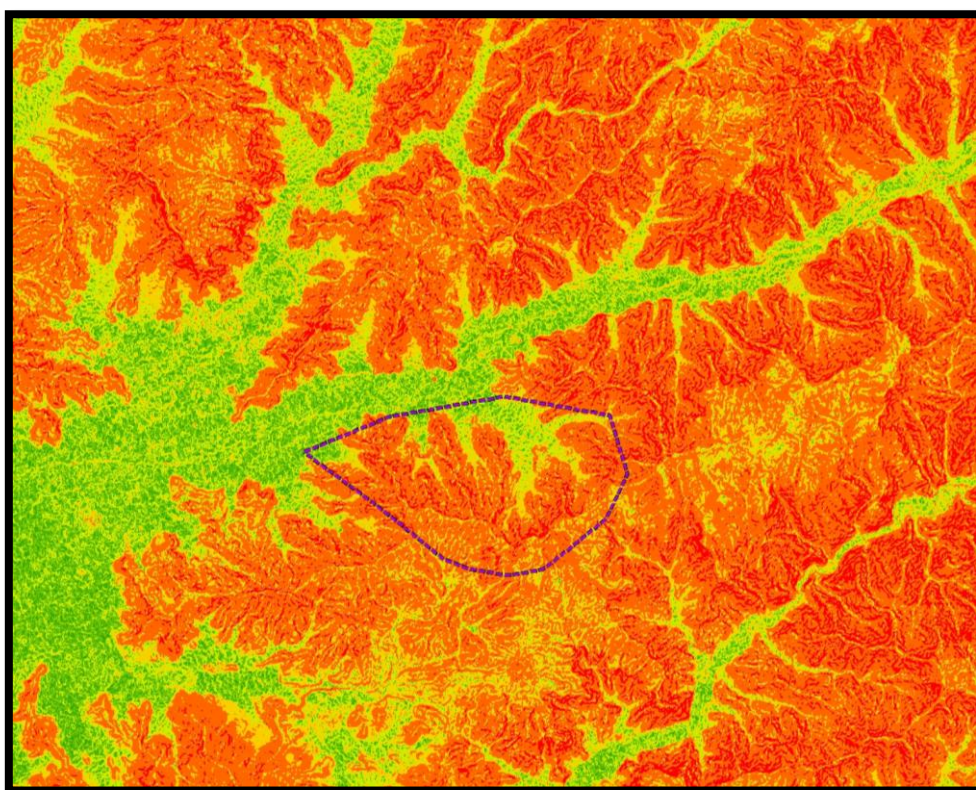
reima
Red Iberoamericana de Medio Ambiente

G F G

Contratistas Generales S.A.C.



MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE PENDIENTES A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES ALOS PALSAR



Elaboración:

Ing. Geog. Marco Andrés Moreno Tapia
Evaluador de Riesgos Acreditado

Bach. Ing. Carlos Alberto Sánchez Martel
Especialista en Sistema de Información Geográfica

Entidades colaboradoras:



Edición científica: Marco Andrés Moreno Tapia y Carlos Alberto Sánchez Martel

Diseño de portada: Marco Andrés Moreno Tapia

Editado por: Environment & Sustainability LLC

Primera edición: 12 de septiembre de 2024

ISBN: 978-9942-7096-6-0

© GRD Geoconsultores S.A., 2024



**Ambiente &
Sustentabilidad**

Editorial Ambiente & Sustentabilidad

Cámara Ecuatoriana del Libro

ISBN: 978-9942-7096

Las opiniones expresadas en este Manual pueden no coincidir con las de la Red Iberoamericana de Medio Ambiente, A.C., o las del conjunto de instituciones que la integran.

El texto fue sometido a la revisión por pares ciego a cargo de especialistas de reconocido prestigio internacional, miembros del Consejo Científico de la Red Iberoamericana de Medio Ambiente, A.C.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra sin autorización previa; sólo se solicita que se mencione la fuente e informe de ello a sus editores.

Este documento debe ser citado como:

Moreno-Tapia, M. A. y Sánchez Martel, C. A. (2020). *Manual para la elaboración de mapas de pendientes a través de imágenes satelitales ALOS PALSAR*. Editorial Ambiente & Sustentabilidad. <https://ambiente-sustentabilidad.org/coediciones>

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
PROCEDIMIENTO	5
CONJUNTO DE PASOS ESPECÍFICOS	6
CONSIDERACIONES FINALES	21

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Flujograma del procedimiento	5
Figura 2 : Acceda al siguiente sitio web: https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#	6
Figura 3 : Earthdata Login	6
Figura 4 : Selección del Conjunto de Datos	7
Figura 5 : Ubicación del Área de Estudio	7
Figura 6 : Asignación de coordenadas e importe del polígono	8
Figura 7 : Filtrado de Búsqueda	8
Figura 8 : Descarga del Archivo	9
Figura 9 : Selección del DEM	10
Figura 10 : Generación de Pendientes	11
Figura 11: Clasificación de Pendientes	12
Figura 12: Utilizar la herramienta Reclassify	14
Figura 13: Utilizar la herramienta Raster to Polygon	15
Figura 14: Agregar Columnas en la tabla de atributos	16
Figura 15: Selección de Rampa de Colores	18
Figura 16: Recorte y Agregado de Imagen Satelital	19
Figura 17: Edición de Transparencia	20
Figura 18: Resultado de las pendientes obtenidas con rangos y transparencia	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clases de pendiente, procesos esperados y la condición del terreno.	9
---	---

PRESENTACIÓN

La empresa peruana GRD Geoconsultores S.A. tiene el compromiso de generar conocimiento en temas relacionadas a la Gestión del Riesgo de Desastres y Cambio Climático, así como diversas temáticas relacionadas a las ciencias de la Tierra, lo cual es realizado mediante actividades vinculadas a los servicios que ofrece, tales como el desarrollo de los Planes específicos para la Gestión del Riesgo de Desastres, Evaluaciones de riesgos originados por fenómenos naturales, Planificación Territorial, Fotogrametría con RPAS (Drone), Procesamiento de imágenes, entre otros.

Asimismo, la Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA, A.C.) es una red académica creada en Cuba en 1999 y con sede en Ecuador desde el año 2015; reconocida oficialmente por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) del país andino. Actualmente la integran más de nueve mil profesionales y estudiantes de 35 países de todo el mundo. Su principal objetivo es contribuir a la formación ambiental y al desarrollo sustentable en Iberoamérica, apegado a la política ambiental y a las estrategias gubernamentales de cada país mediante cooperación internacional; mientras que su misión es promover activamente la concienciación sobre los principales problemas ambientales a escala local, nacional e internacional; buscando soluciones que ayuden a mitigar los impactos ambientales de la actividad humana que, de forma práctica, sean socialmente justas y económicamente viables.

La *Panamerican Foundation for International Cooperation for Sustainable Development* (PAFICSD, por sus siglas en inglés) es una organización de derecho con sede en Canadá, sin ánimo de lucro, que promueve activamente la cooperación internacional para el desarrollo sustentable a través de alianzas con el sector público y privado, instituciones educativas, gobierno y otras asociaciones de la sociedad civil para brindar asesoría científico-técnica para la identificación, formulación, negociación, implementación, monitoreo y evaluación de programas y proyectos relacionados con la gestión ambiental y el desarrollo sustentable, todo ello alineado al 17 ODS de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Además, la empresa GFG Contratistas Generales S.A.C. de Perú, tiene entre sus objetivos el brindar servicios especializados en asesoramiento, evaluación y elaboración de instrumentos técnicos de Gestión del Riesgo de Desastres y Recursos Hídricos, así como instrumentos de adaptación y mitigación al Cambio Climático.

El presente manual proporciona una secuencia detallada sobre cómo elaborar un mapa de pendientes utilizando imágenes satelitales ALOS PALSAR con una resolución espacial de 12.5 metros como recurso principal.

Esperamos que el presente Manual sea de su utilidad mediante el desarrollo de una adecuada aplicación de pasos en la elaboración de mapas de pendientes a través de imágenes satelitales ALOS PALSAR.

PROCEDIMIENTO

A continuación, se presenta el Flujograma del procedimiento a seguir.

Figura 1 : Flujograma del procedimiento

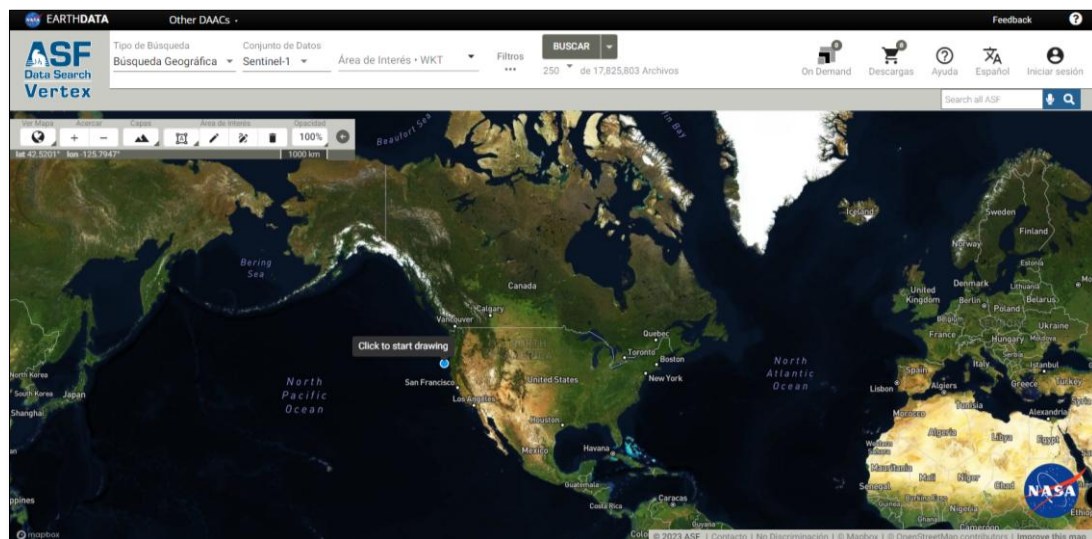


CONJUNTO DE PASOS ESPECÍFICOS

Paso 1: Acceso a la Plataforma

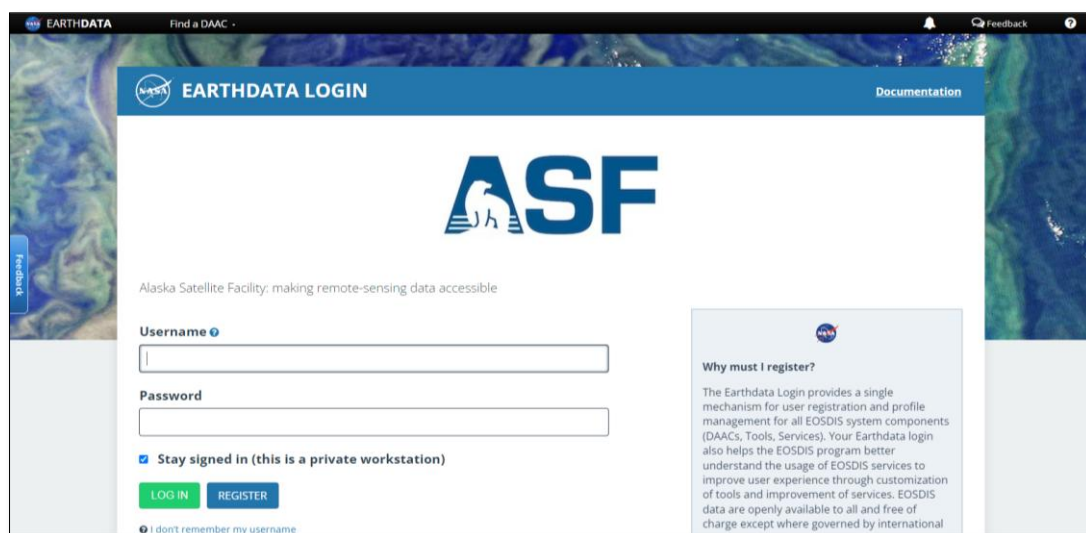
Para comenzar:

Figura 2 : Acceda al siguiente sitio web: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>



Es esencial estar registrado para poder descargar la imagen requerida. Una vez que haya iniciado sesión en el sistema con su nombre de usuario y contraseña, se habilitará la opción de descarga.

Figura 3 : Earthdata Login

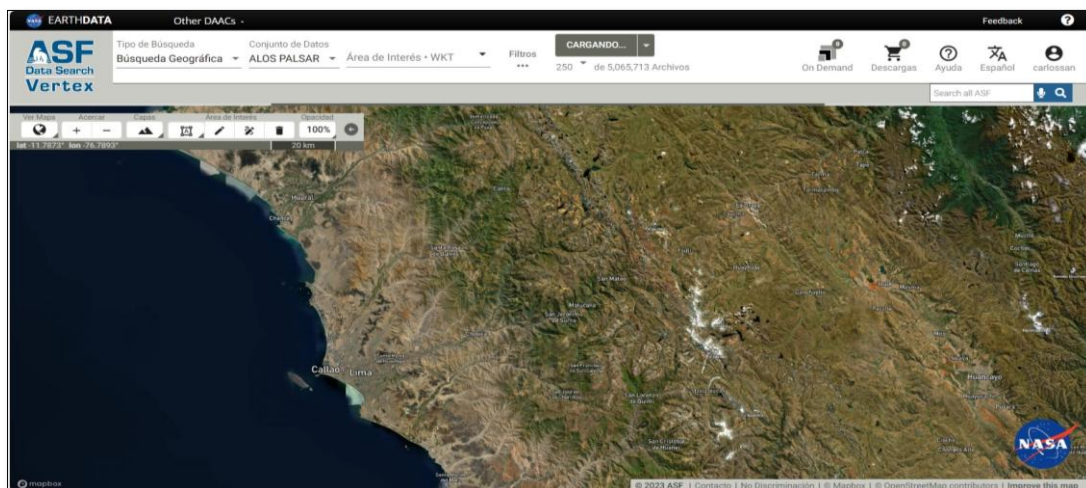


Para los fines de este manual, se procesa una imagen satelital de elevación del satélite ALOS PALSAR, que estuvo en órbita entre los años 2006 y 2011.

Paso 2: Selección del Conjunto de Datos

Selecione "**Búsqueda Geográfica**" en el tipo de búsqueda y "**ALOS PALSAR (2006-2011)**" en el conjunto de datos.

Figura 4 : Selección del Conjunto de Datos

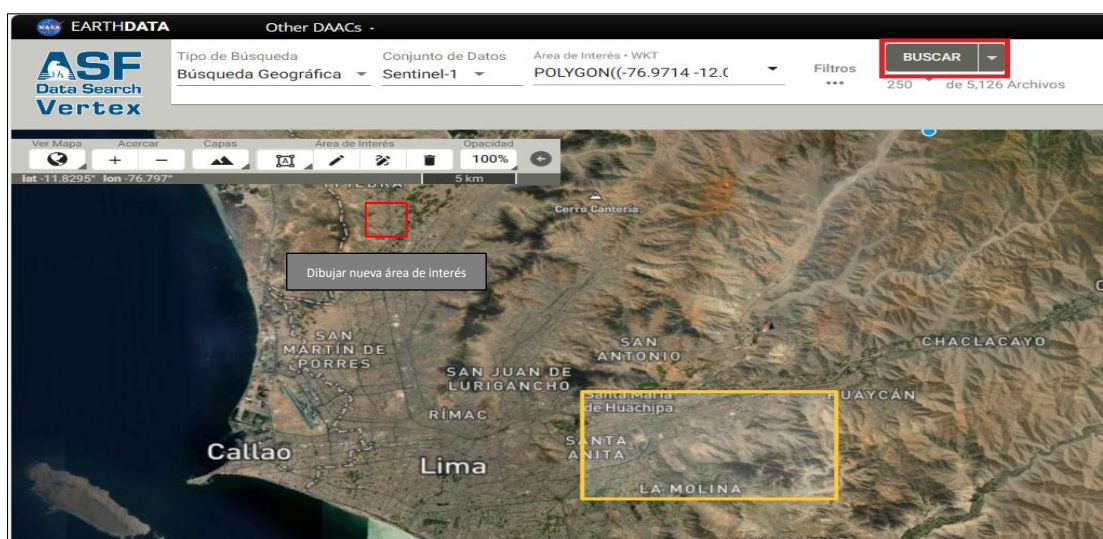


Paso 3: Ubicación del Área de Estudio

Hay tres opciones para definir el área de estudio:

a) Puede mover el cursor para buscar manualmente la zona de estudio, luego haga clic en "**dibujar nueva área de estudio**" y dibuje el polígono manualmente, finalmente click en "**buscar**".

Figura 5 : Ubicación del Área de Estudio



b) Asigne coordenadas en grados, minutos y segundos en “**Área de Interés WKT**”.

Ejemplo se puede colocar un polígono rectangular de la siguiente manera: POLYGON((-76.9858 -12.0871,-76.9196 -12.0871,-76.9196 -12.0332,-76.9858 -12.0332,-76.9858 -12.0871). El polígono se dibujará automáticamente. Finalmente, click en **BUSCAR**.

c) Importe el polígono en formato shp, geojson, kml, zip. Finalmente, click en **BUSCAR**.

Figura 6 : Asignación de coordenadas e importe del polígono

Paso 4: Filtrado de Búsqueda

Si obtiene muchos resultados, es conveniente filtrar la búsqueda. Haga clic en "filtros" y defina filtros de fecha, tipo de archivo y modo de Haz según sus necesidades.

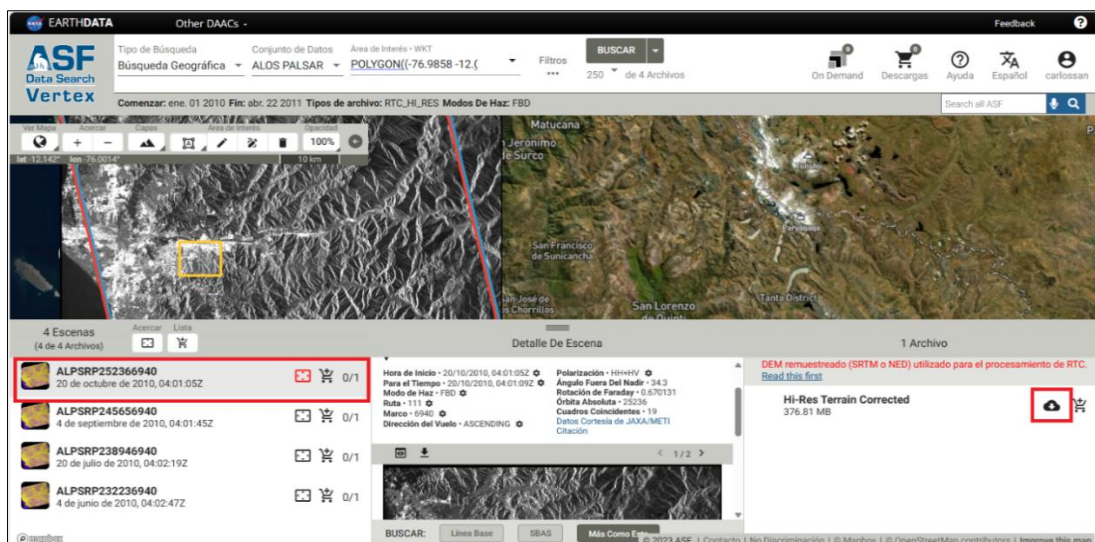
- En filtros de fecha se podría poner desde las últimas fechas que se hizo el registro, fecha de inicio 1/1/2010 y fecha de final 21/4/2011.
- En Tipo de archivo “**Hi-Res Terrain Corrected**”
- En modo de Haz “**FBD**”
- Finalmente, click en **BUSCAR**

Figura 7 : Filtrado de Búsqueda

Paso 5: Descarga del Archivo

Una vez que haya filtrado los resultados y haya seleccionado un archivo, haga clic en "descargar archivo".

Figura 8 : Descarga del Archivo



Paso 6: Visualización en ArcMap

Abra el archivo con la extensión. dem.tif en ArcMap y colocar un polígono de área de estudio. Es importante conocer el rango de pendientes deseado para el proceso.

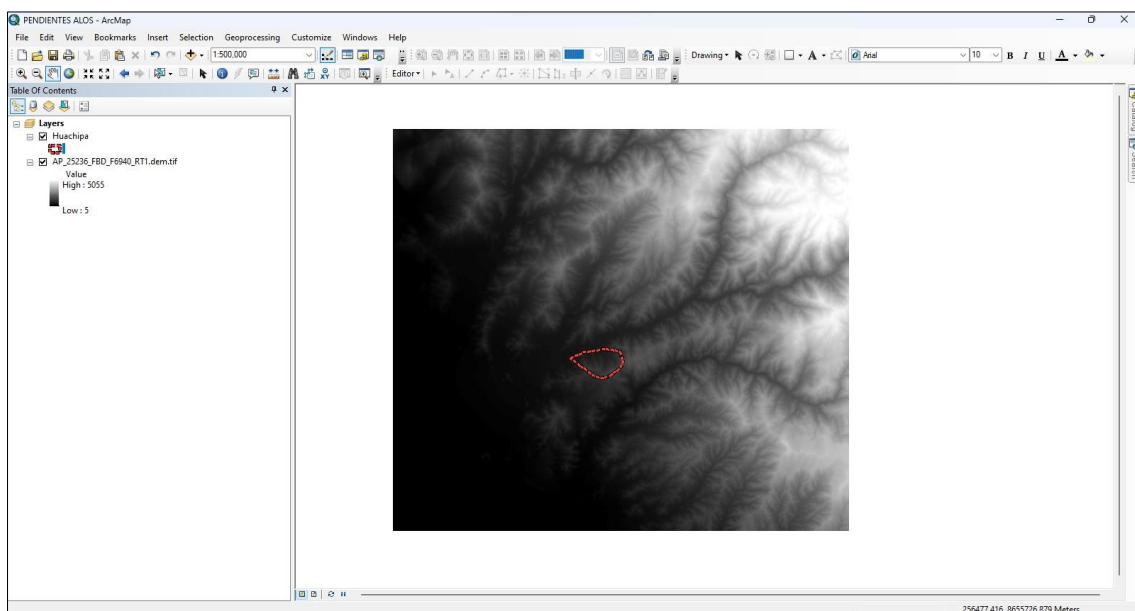
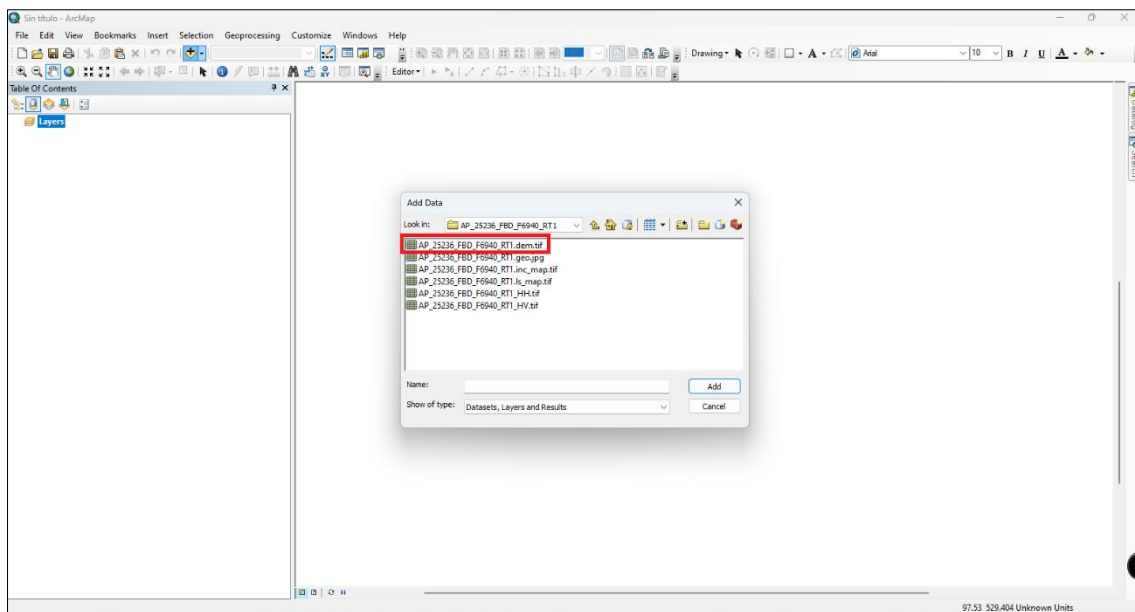
Para este caso se usará el rango de pendientes según la siguiente tabla:

Tabla 1: Clases de pendiente, procesos esperados y la condición del terreno.

Clase de Pendiente		Procesos característicos y condiciones del terreno
Grados	%	
0 - 2	0 - 2	Plano a casi plano. Denudación no apreciable. Tráfico y laboreo sin dificultad bajo condiciones secas. Alta capacidad de almacenamiento.
2 - 4	3 - 7	Suavemente inclinado. Movimientos en masa de flujo lento de diferentes clases, erosión hídrica (laminar e inicio de surcos). Laboreo aun con maquinaria pesada es posible. Peligro de erosión moderado. Alta capacidad de almacenamiento.
4 - 8	8 - 15	Relieve inclinado. Condiciones similares al anterior, pero menos facilidad de laboreo. Peligro de erosión severo. Moderada capacidad de almacenamiento.
8 - 16	16 - 30	Moderadamente escarpado. Movimientos en masa (reptación), erosión laminar y en surcos, ocasionalmente deslizamientos. No es posible el laboreo mecanizado sin terraceo. Peligro muy severo de erosión y deslizamientos. Altos valores de escorrentía. Baja capacidad de almacenamiento.
16 - 35	31 - 70	Escarpado. Procesos denudacionales intensos de diferente clase. Posibilidades limitadas de laboreo. Peligro de erosión severo. Valores de escorrentía muy altos.
> 35	> 70	Muy escarpado. Derrumbes de rocas, procesos denudacionales intensos. Valores de escorrentía muy altos.

Fuente: (Van Zuidam, 1986)

Figura 9 : Selección del DEM

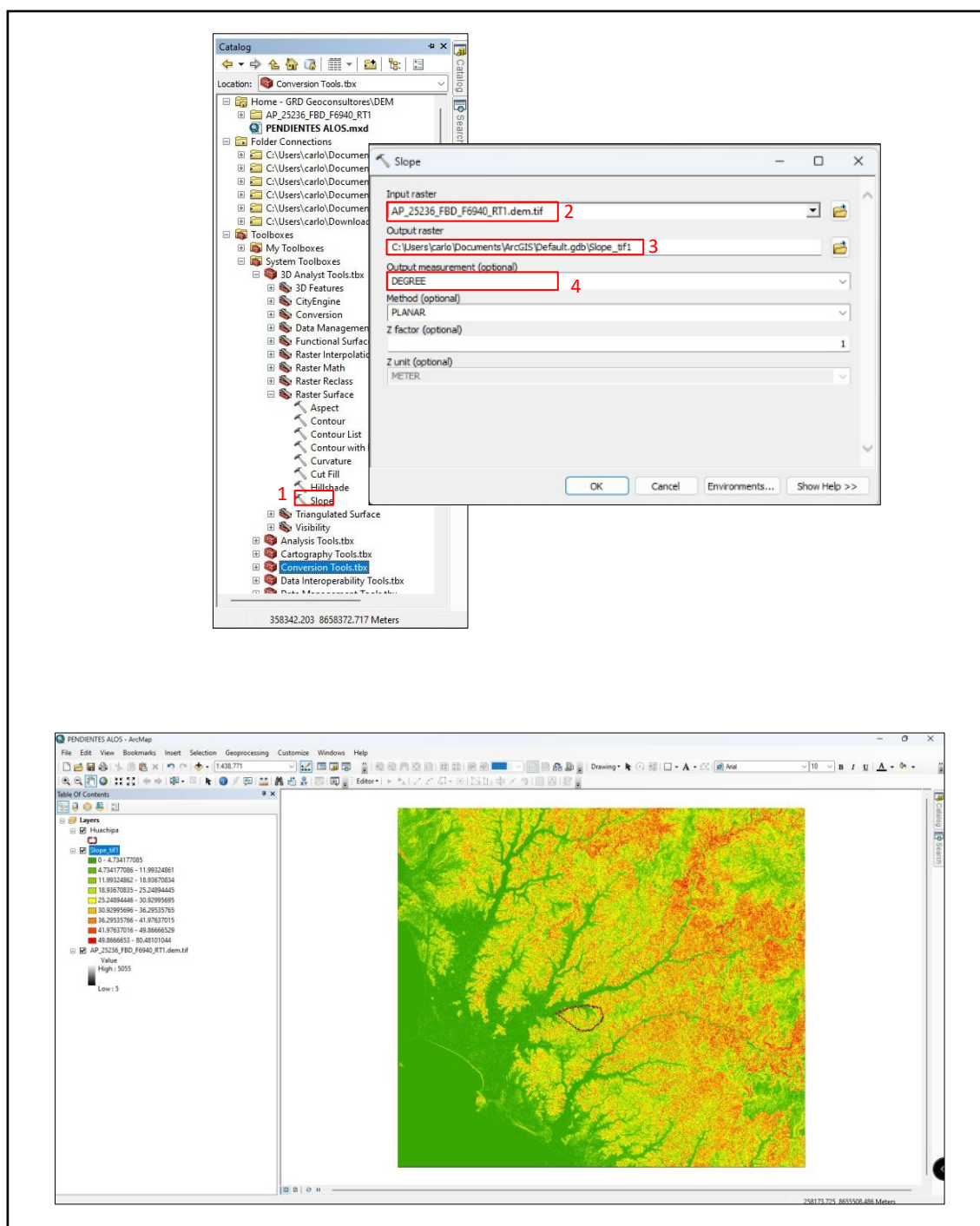


Paso 7: Generación de Pendientes

Utilice la herramienta **"Slope"** para generar las pendientes.

- En Raster Surface, elegir Slope.
- En la ventana de **"Slope"** seleccione el archivo DEM como entrada en Input raster y establezca la ruta de salida para el nuevo archivo generado en Output raster. Luego, se elige la unidad de salida para la identificación de la pendiente. Para este ejemplo, se mantiene en DEGREE (Grados) y el Z factor se mantiene en 1 por defecto. Luego click en Ok.

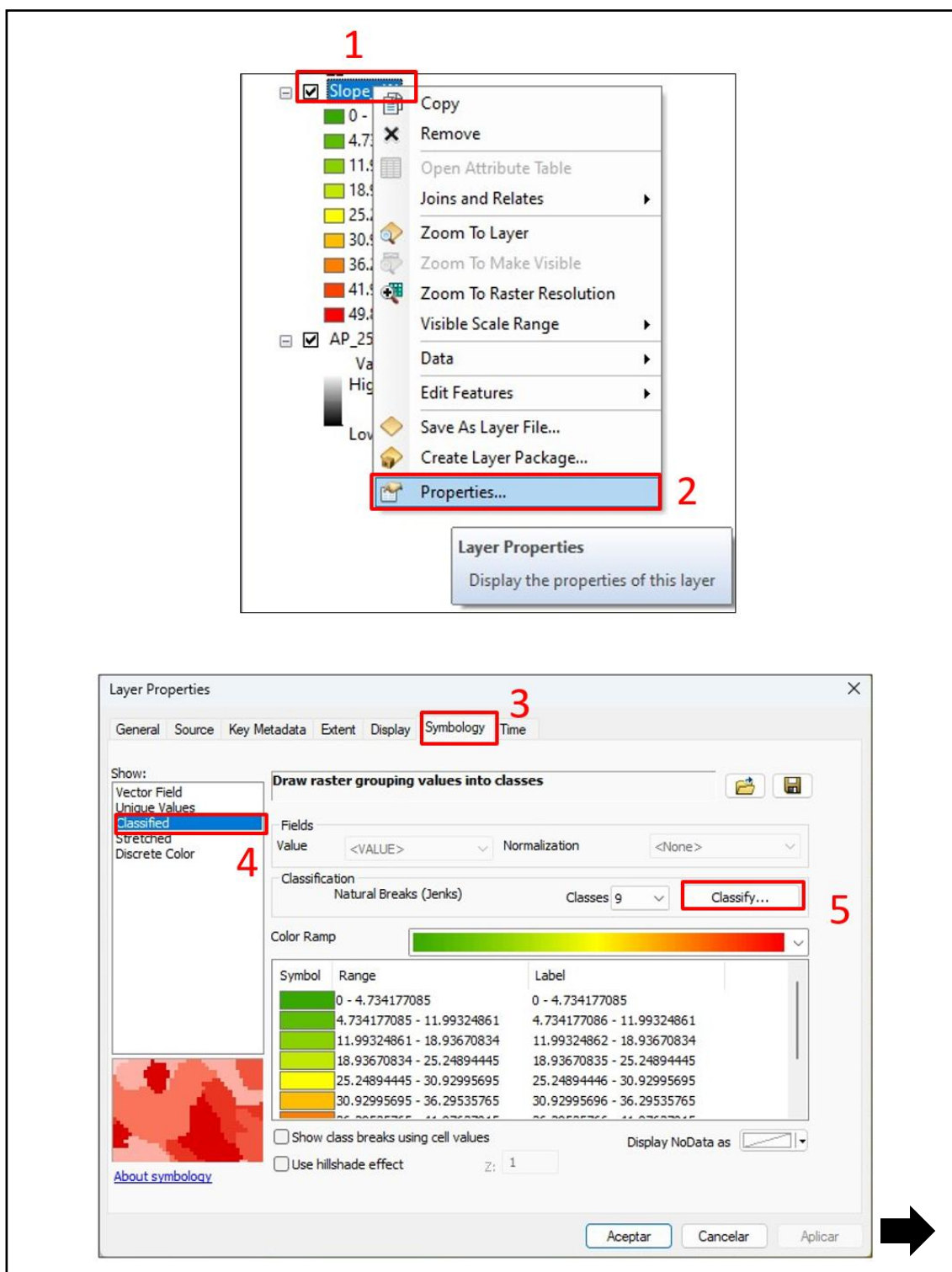
Figura 10 : Generación de Pendientes

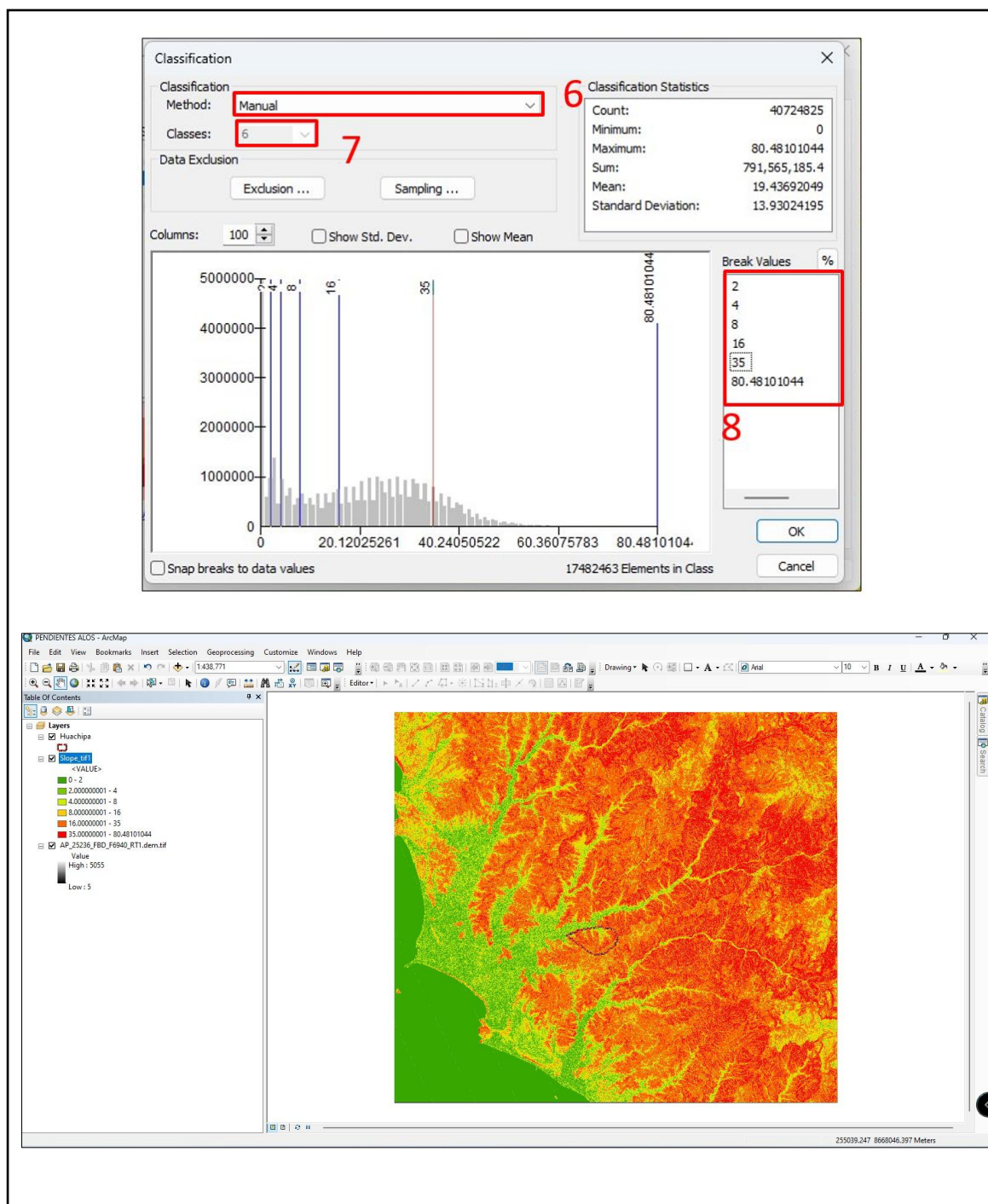


Paso 8: Clasificación de Pendientes

Elija el método manual de 6 clases de acuerdo con las clases de pendiente de Van Zuidam (0°-2°, 2°-4°, 4°-8°, 8°-16°, 16°-35°, >35°). Luego configure los valores de clasificación en Break Values y finalmente click en ok.

Figura 11: Clasificación de Pendientes





Paso 9: Utilizar la herramienta Reclassify.

Utilice la herramienta "Reclassify" con el raster de pendiente generado anteriormente. En input raster colocar el raster que se generó anteriormente, en Redass fiels se deja por defecto VALUE, en Classify poner los datos de acuerdo con la clasificación de pendientes. Luego se asigna la ruta de salida en output raster y click en ok.

Figura 12: Utilizar la herramienta Reclassify

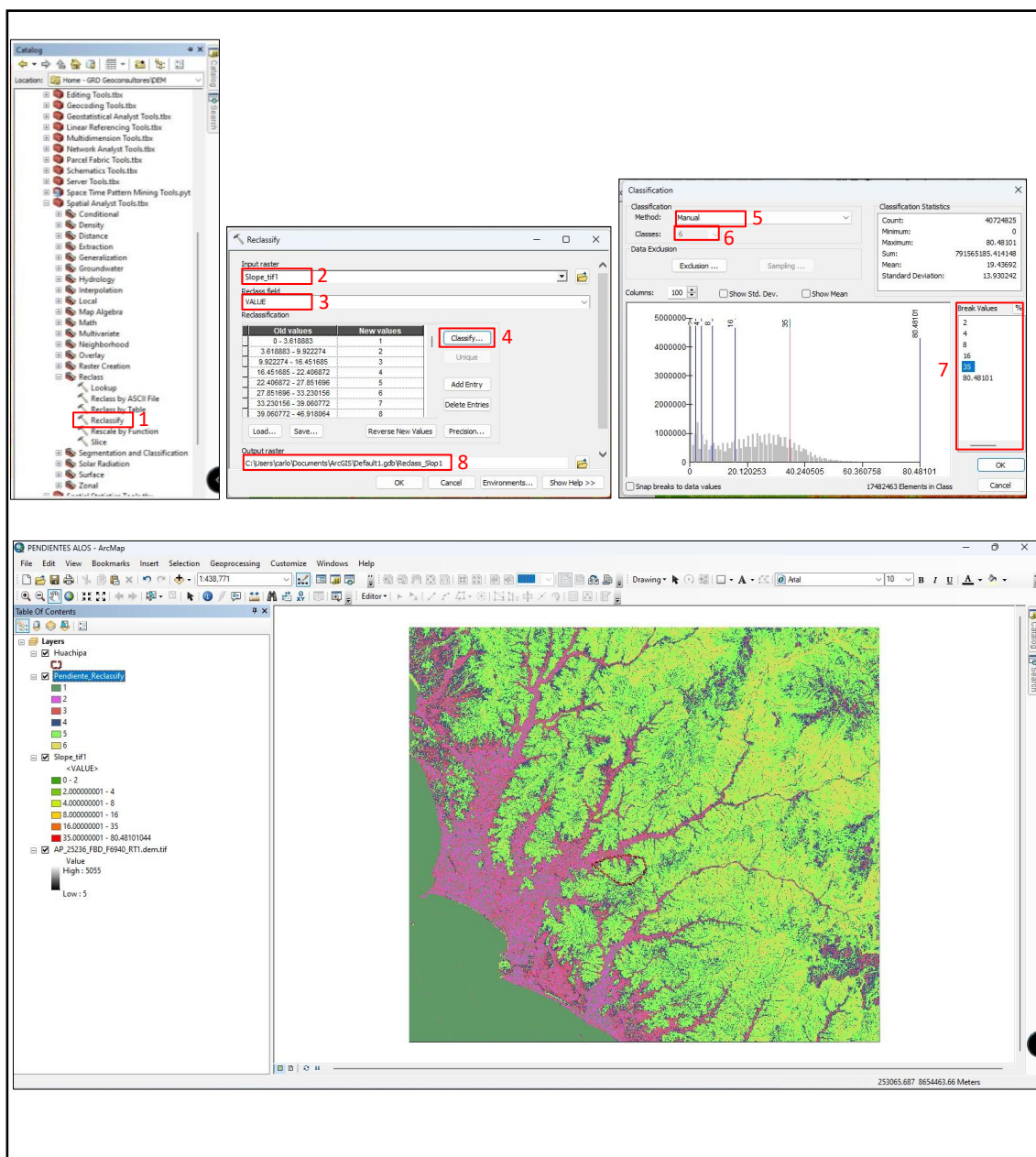
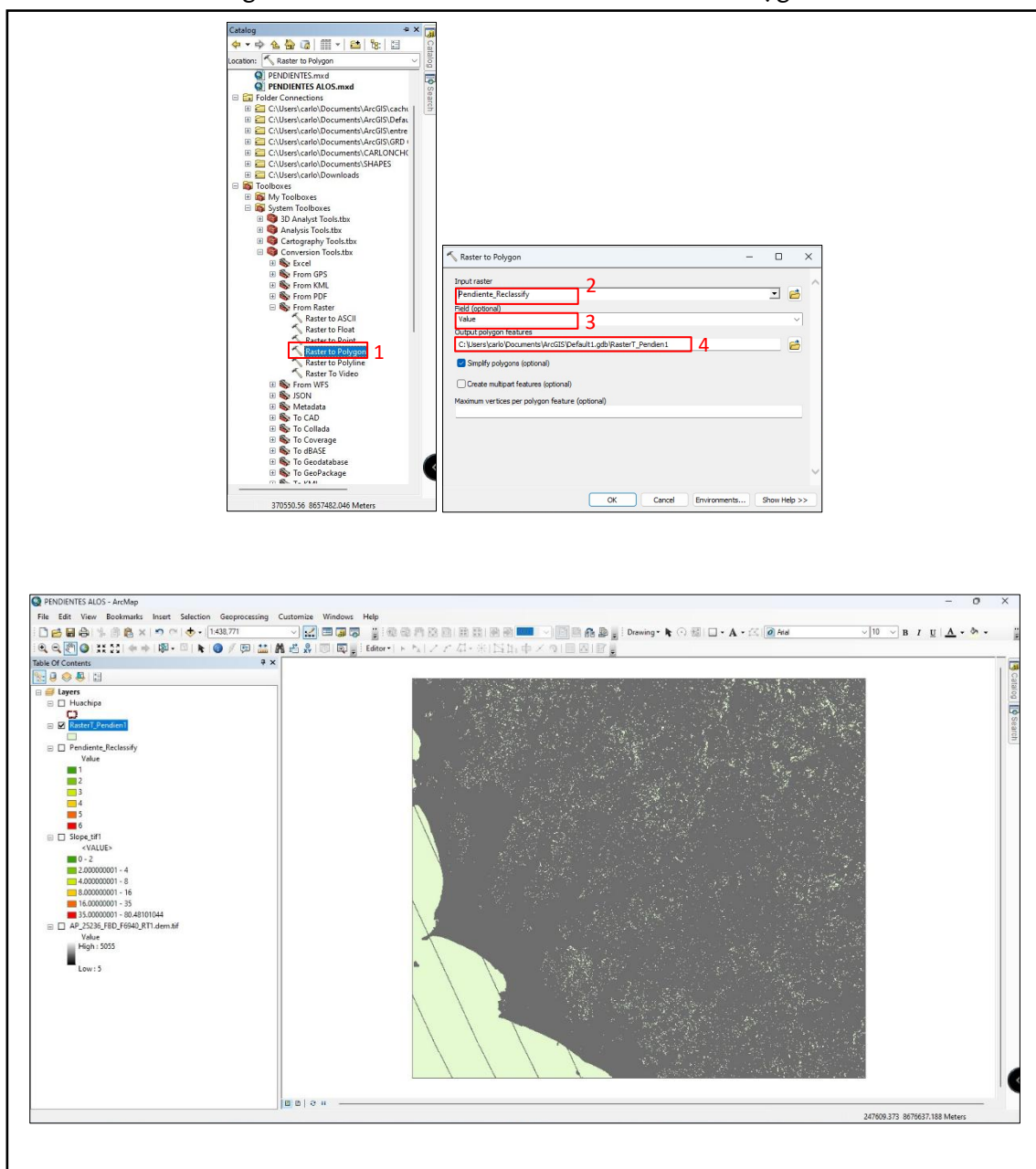


Figura 13: Utilizar la herramienta Raster to Polygon.



Paso 11: Agregar Columnas en la tabla de atributos

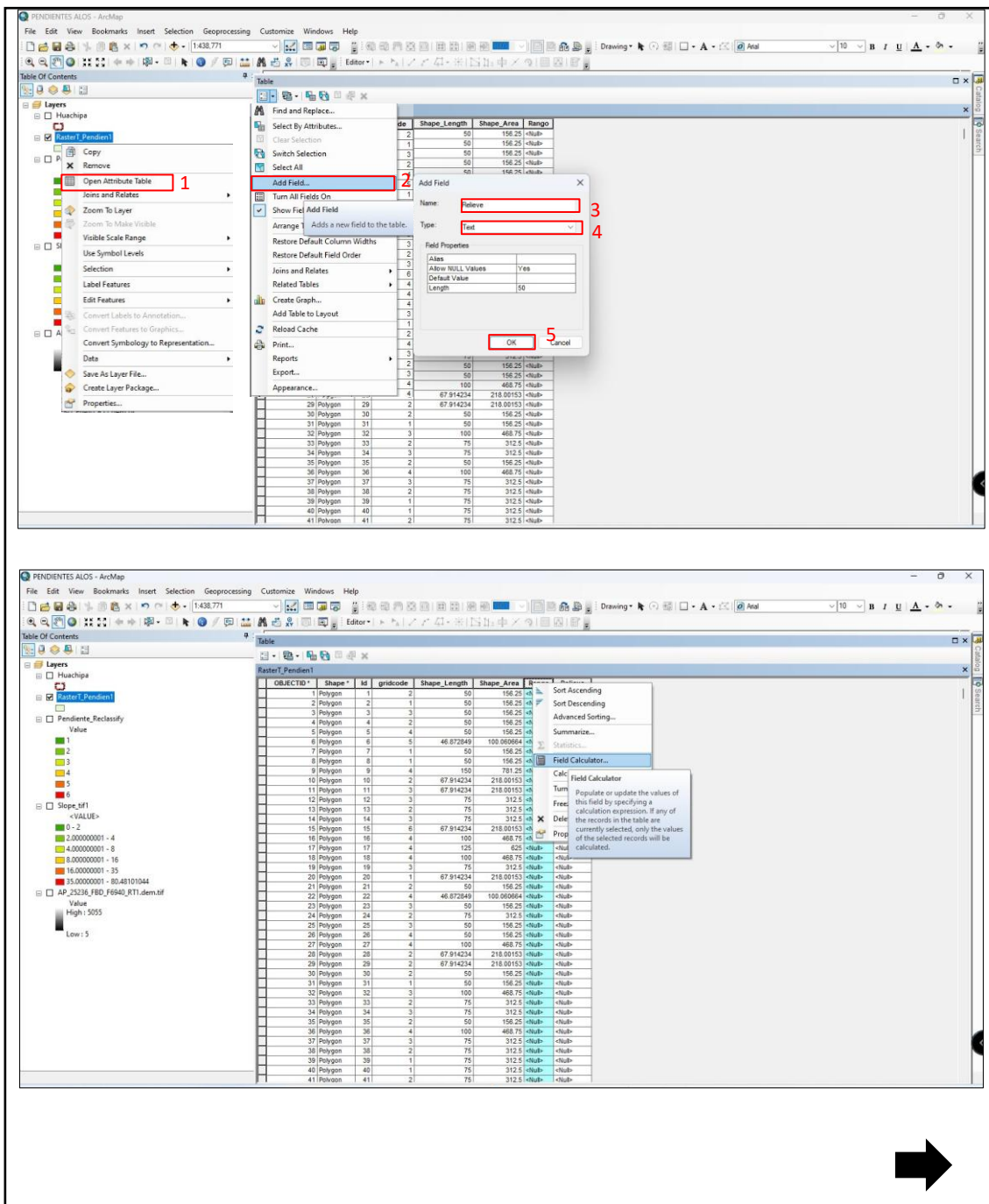
Para añadir dos columnas a la tabla de atributos del polígono, denominadas "Rango" y "Relieve", y calcular sus valores mediante el "Field Calculator", siga estos pasos:

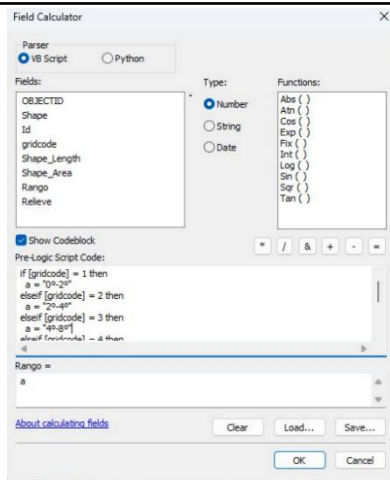
- Para agregar columnas a la tabla de atributos, haga clic en "Add Field". Luego, en el campo "Name" (nombre), introduzca el nombre de la columna, y establezca el tipo de dato como "Text".
- Calcule el campo de la columna "Rango" utilizando el "Field Calculator". Active la opción "Show Codeblock" y asigne la variable "a" a la columna "Rango". A

continuación, ingrese el código correspondiente en pre-logic script code tal como se muestra en el ejemplo.

- Calcule el campo de la columna "Relieve" también utilizando el "Field Calculator". Active la opción "Show Codeblock" y asigne la variable "b" a la columna "Relieve". Luego, ingrese los códigos necesarios en pre-logic script code de acuerdo con el ejemplo proporcionado.

Figura 14: Agregar Columnas en la tabla de atributos





```

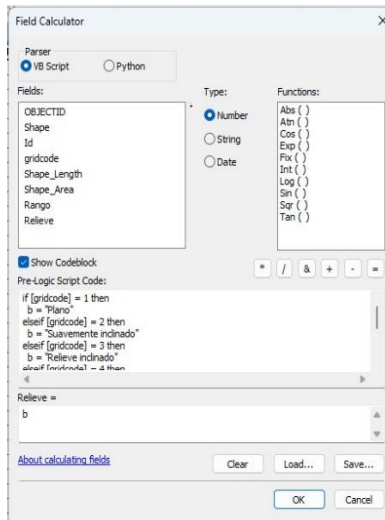
if [gridcode] = 1 then
a = "0°-2°"
elseif [gridcode] = 2 then
a = "2°-4°"
elseif [gridcode] = 3 then
a = "4°-8°"
elseif [gridcode] = 4 then
a = "8°-16°"

```

```

elseif [gridcode] = 5 then
a = "16°-35°"
elseif [gridcode] = 6 then
a = ">35°"
end if

```



```

if [gridcode] = 1 then
b = "Plano"
elseif [gridcode] = 2 then
b = "Suavemente inclinado"
elseif [gridcode] = 3 then
b = "Relieve inclinado"
elseif [gridcode] = 4 then
b = "Moderadamente escarpado"

```

```

elseif [gridcode] = 5 then
b = "Escarpado"
elseif [gridcode] = 6 then
b = "Muy escarpado"
end if

```

Table

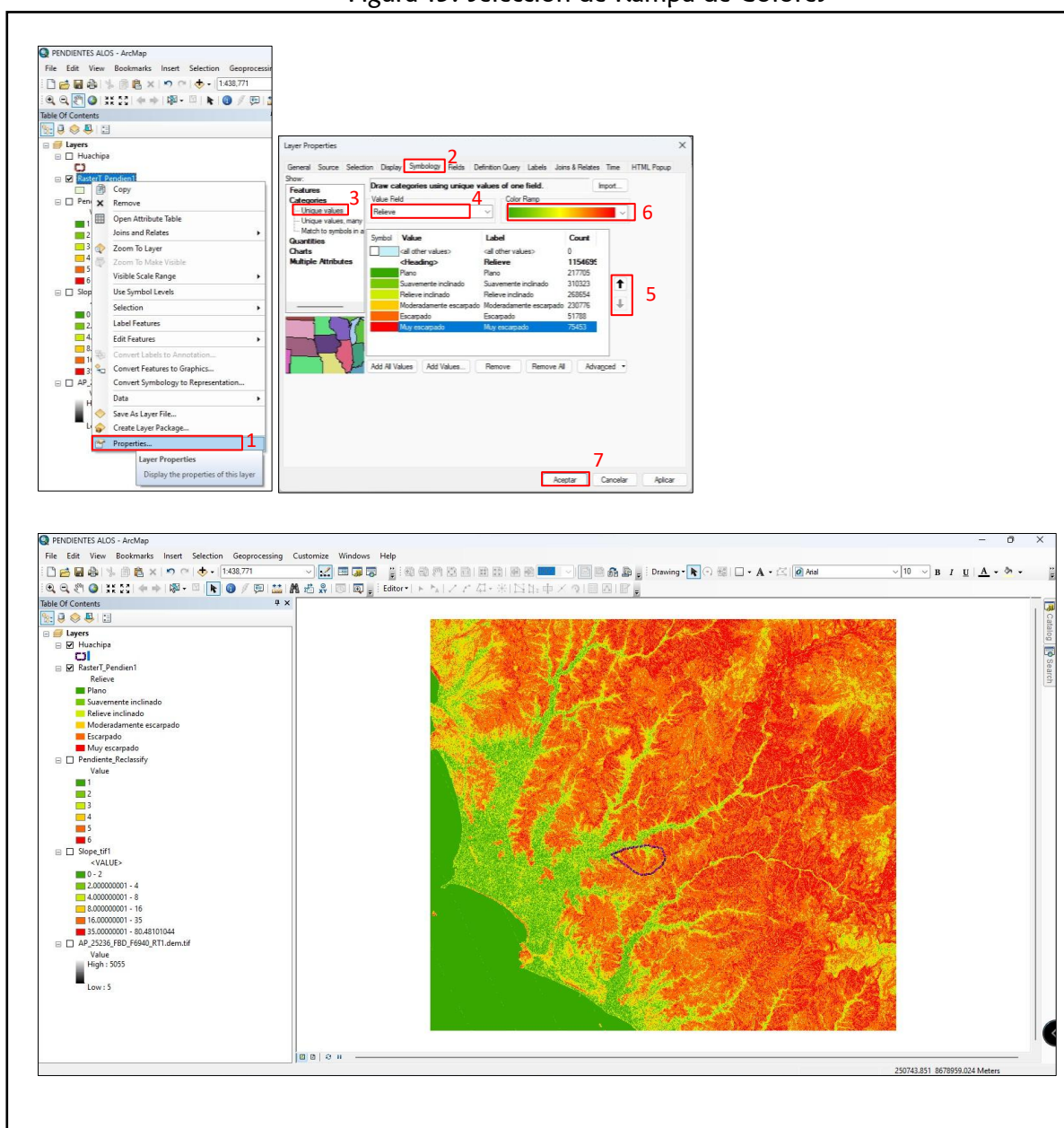
OBJECTID	Shape	Id	gridcode	Shape_Length	Shape_Area	Rango	Relieve
1	Polygon	1	2	50	156.25	2°-4°	Suavemente
2	Polygon	2	1	50	156.25	0°-2°	Plano
3	Polygon	3	3	50	156.25	4°-8°	Relieve incl
4	Polygon	4	2	50	156.25	2°-4°	Suavemente
5	Polygon	5	4	50	156.25	8°-16°	Moderadam
6	Polygon	6	5	46.872849	100.05064	16°-35°	Escarpado
7	Polygon	7	1	50	156.25	0°-2°	Plano
8	Polygon	8	1	50	156.25	0°-2°	Plano
9	Polygon	9	4	150	781.25	8°-16°	Moderadam
10	Polygon	10	2	67.914234	210.00153	2°-4°	Suavemente
11	Polygon	11	3	67.914234	210.00153	4°-8°	Relieve incl
12	Polygon	12	3	75	312.5	4°-8°	Relieve incl
13	Polygon	13	2	75	312.5	2°-4°	Suavemente
14	Polygon	14	3	75	312.5	4°-8°	Relieve incl
15	Polygon	15	6	67.914234	210.00153	>35°	Muy escarp
16	Polygon	16	4	100	468.75	8°-16°	Moderadam
17	Polygon	17	4	125	402	8°-16°	Moderadam
18	Polygon	18	4	100	468.75	8°-16°	Moderadam
19	Polygon	19	3	75	312.5	4°-8°	Relieve incl
20	Polygon	20	1	67.914234	210.00153	0°-2°	Plano
21	Polygon	21	2	50	156.25	2°-4°	Suavemente
22	Polygon	22	4	46.872849	100.05064	8°-16°	Moderadam
23	Polygon	23	3	50	156.25	4°-8°	Relieve incl
24	Polygon	24	2	75	312.5	2°-4°	Suavemente
25	Polygon	25	3	50	156.25	4°-8°	Relieve incl
26	Polygon	26	4	50	156.25	8°-16°	Moderadam
27	Polygon	27	4	100	468.75	8°-16°	Moderadam
28	Polygon	28	2	67.914234	210.00153	2°-4°	Suavemente
29	Polygon	29	2	67.914234	210.00153	2°-4°	Suavemente
30	Polygon	30	2	50	156.25	2°-4°	Suavemente
31	Polygon	31	1	50	156.25	0°-2°	Plano
32	Polygon	32	3	100	468.75	4°-8°	Relieve incl
33	Polygon	33	2	75	312.5	2°-4°	Suavemente
34	Polygon	34	3	75	312.5	4°-8°	Relieve incl
35	Polygon	35	2	50	156.25	2°-4°	Suavemente
36	Polygon	36	4	100	468.75	8°-16°	Moderadam
37	Polygon	37	3	75	312.5	4°-8°	Relieve incl
38	Polygon	38	2	75	312.5	2°-4°	Suavemente
39	Polygon	39	1	75	312.5	0°-2°	Plano
40	Polygon	40	1	75	312.5	0°-2°	Plano
41	Polygon	41	2	75	312.5	2°-4°	Suavemente

Paso 12: Selección de Rampa de Colores

Defina una rampa de colores para visualizar el relieve.

- Para ello, haga clic en "Propiedades", a continuación, acceda a "Symbology". En la sección "Categories", seleccione "Unique Values" y, en "Value Field", elija la opción "relieve". Luego, organice las categorías según sus necesidades utilizando las flechas para ajustar la representación de acuerdo a la imagen deseada.
- Una vez que haya organizado las categorías, elija una paleta de colores que se ajuste a su preferencia en "Color Ramp" y, finalmente, confirme la selección.

Figura 15: Selección de Rampa de Colores

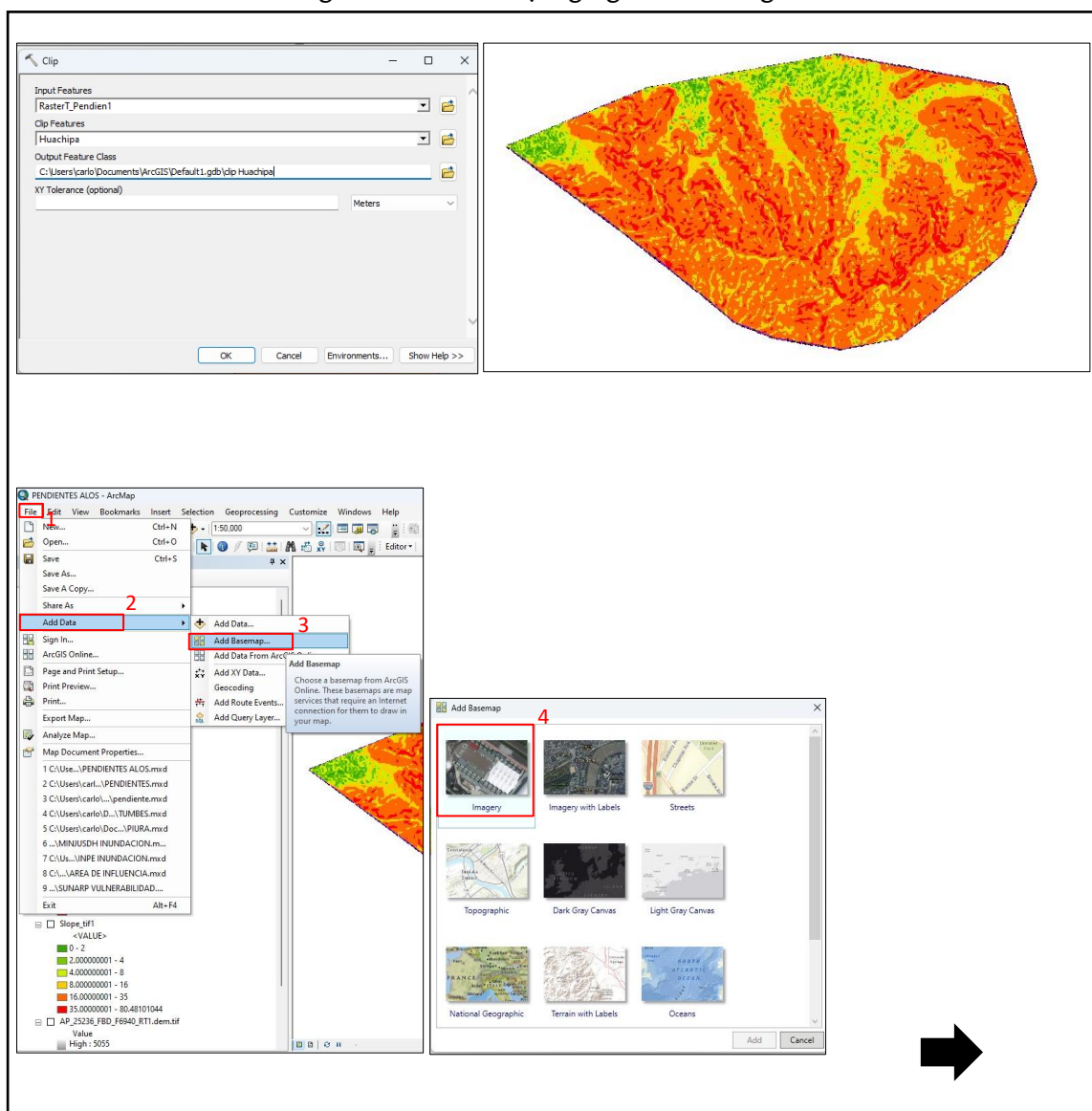


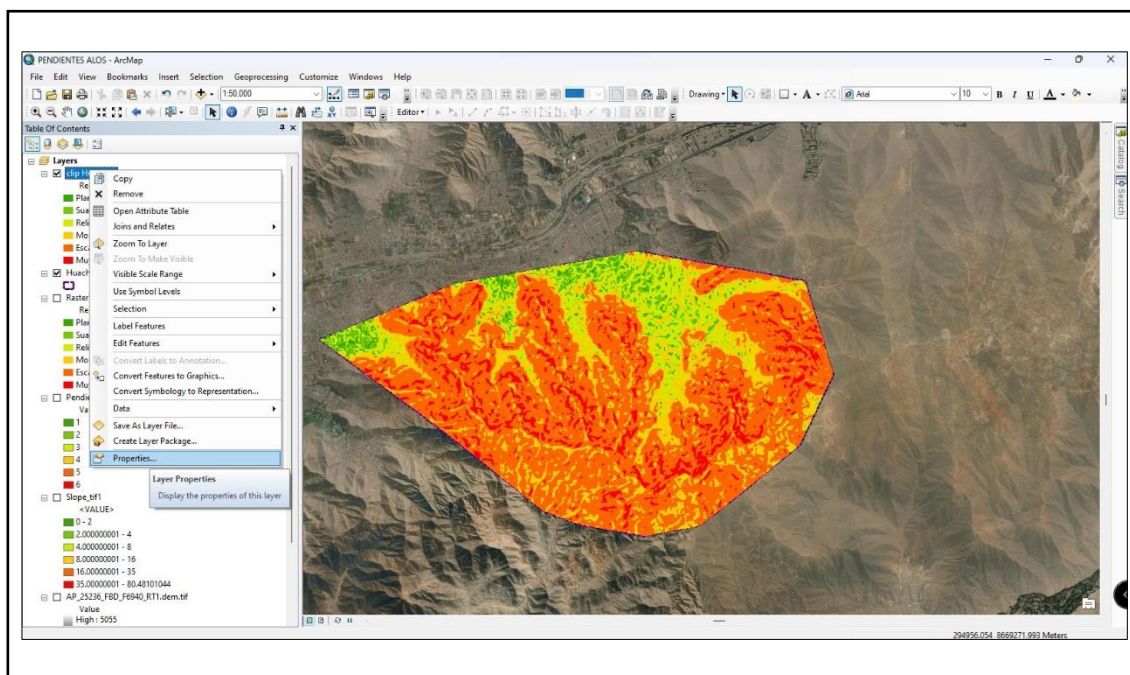
Paso 13: Recorte y Agregado de Imagen Satelital

Para recortar el área de estudio y agregar una imagen satelital, siga estos pasos:.

- Usar la herramienta "Clip" para delimitar la zona de estudio. En "Input Features" selecciona el polígono de pendientes del raster generado. En "Clip Features" indique el polígono que se requiere hacer el recorte (para el ejemplo es una zona de Huachipa). Finalmente, en output feature class la ruta de salida donde se guarda el nuevo archivo generado.
- Para añadir una imagen satelital, acceda a la opción "File" y elija "Add Data". Luego, seleccione "Add Basemap" (Agregar mapa base) y haga clic en "Imagery".

Figura 16: Recorte y Agregado de Imagen Satelital





Paso 14: Edición de Transparencia

Ajuste la transparencia del polígono en las propiedades para lograr una visualización óptima. Por ejemplo, puede establecer una transparencia del 40%.

En las opciones de "Propiedades", seleccione "Display" y, a continuación, ajuste el valor de la transparencia (en este ejemplo, se ha configurado al 40%). Esto permitirá optimizar la representación del polígono en su mapa.

Figura 17: Edición de Transparencia

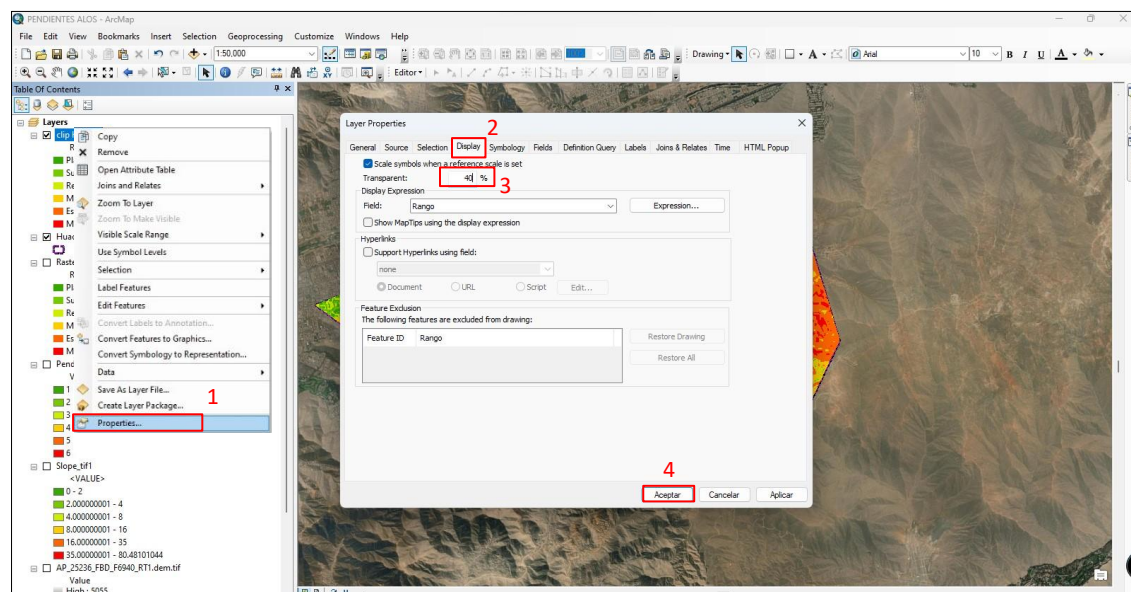
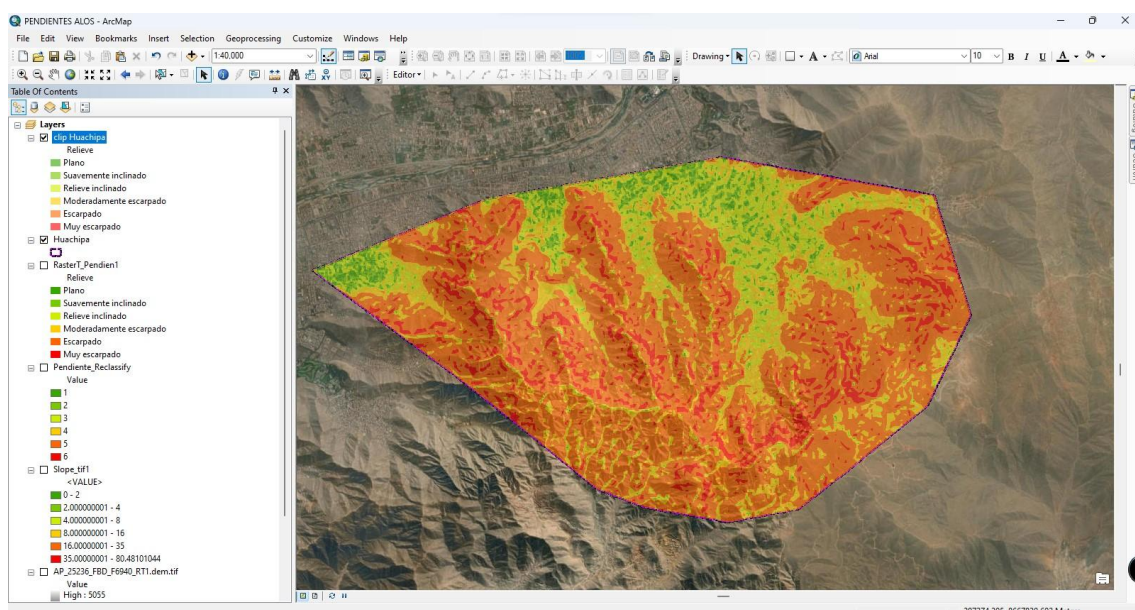


Figura 18: Resultado de las pendientes obtenidas con rangos y transparencia



CONSIDERACIONES FINALES

Esta metodología es aplicada para la generación de mapas de pendientes con rangos específicos, los cuales deben guardar relación con los fenómenos naturales evaluados.

Para una evaluación de riesgos por movimientos en masa, es necesario identificar pendientes abruptas a escarpadas; para una inundación pluvial, es necesario identificar las zonas planas o ligeramente inclinadas; para eventos de incendios forestales, es importante destacar las pendientes moderadas a fuertes, entre otras.



MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE PENDIENTES
A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES ALOS PALSAR

ISBN: 978-9942-7096-6-0



GRD GEOCONSULTORES S.A. ®

informes@grd.pe

www.facebook.com/GRD.PERU

(+51) 960 344 177