

Análisis del estado de los humedales

MANUAL DE USUARIO



Índice

Introducción	2
Instalación y configuración	3
Herramienta: Cálculo de NDVI	6
Todo sobre del NDVI	9
Herramienta: Cálculo diferencial del NDVI	11
Herramienta: Cálculo del NDWI	13
Todo sobre del NDWI	14
Herramienta: Cálculo diferencial del NDWI	15
Glosario	17



Herramientas de análisis para la determinación e interpretación del estado de los humedales.

Introducción

Los humedales son ecosistemas de incalculable valor ecológico, hidrológico y socioeconómico, fundamentales para la conservación de la biodiversidad y el equilibrio de nuestro entorno natural. Desempeñan un papel crucial en la regulación del ciclo del agua, la purificación de contaminantes y como hábitat para una diversidad de especies. En este contexto, el monitoreo preciso y continuo de su estado de convierte en una tarea imprescindible.

Herramienta.

Esta herramienta se ha diseñado con el objetivo de facilitar el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI). Estos índices son indicadores claves para poder evaluar la salud de los humedales, permitiendo a los usuarios discernir cambios significativos en la vegetación y en los cuerpos de agua.

Beneficios de su uso:

El principal beneficio de esta herramienta es proporcional al usuario la capacidad de identificar el estado de los humedales combinando los dos índices mencionados con anterioridad. Cuenta con parámetros didácticos que facilitan los análisis interpretativos del área, además de ofrecer la posibilidad de realizar análisis temporales para apreciar cambios en la salud de los humedales en términos de vegetación y humedad del suelo.

Requisitos del Sistema

Software necesario para ejecutar la herramienta:

La utilización de esta herramienta requiere la instalación de ArcGIS Pro, una plataforma avanzada de sistemas de información geográfica creada por ESRI. Este software es reconocido por su capacidad para llevar a cabo análisis geoespaciales sofisticados y es indispensable para el funcionamiento óptimo de nuestra herramienta. Además, se necesita una licencia que permita el uso de la toolbox Spatial Analyst Tools, esencial para poder hacer uso completo de las capacidades analíticas de esta herramienta. ArcGIS Pro se distingue por su robustez y versatilidad, ofreciendo



una gama de servicios que permiten la implementación de proyectos GIS con precisión y eficiencia, desde la visualización y gestión de datos espaciales hasta la realización de análisis espaciales complejos y la creación de mapas detallados.

Instalación y configuración

Pasos para instalar y configurar la herramienta.

1. Descarga de ArcGIS Pro
 - 1.1. Ingresar a la página web de Esri.
 - 1.2. Ingresar a **“Configuración de la cuenta”** (Este los redirigirá a otra pestaña)
 - 1.3. Ingresar a **“Mi configuración”**
 - 1.4. Ingresar a **“Licencias”**
 - 1.4.1. Luego presionar **“ArcGIS Pro”**
 - 1.4.1.1. Presionar **“Descargar ArcGIS Pro”**
2. Ejecutar el instalador de ArcGIS Pro
 - 2.1. Luego de la descarga, diríjase a **“Descargas”** en el explorador de archivos.
 - 2.2. Haga doble clic en el archivo **.exe** para su ejecución.
 - 2.3. Selección donde desea que se guarde la información del programa.
 - 2.4. Acepte los términos y condiciones para poder instalar el programa.
 - 2.5. Luego de que la instalación haya finalizado, ejecute el programa.

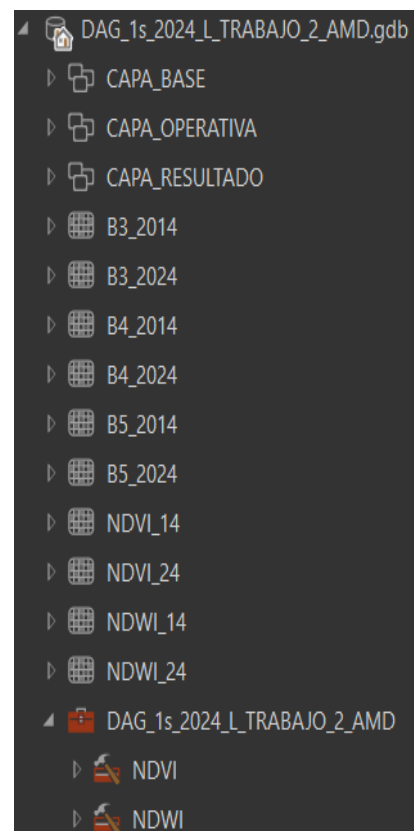
Uso de ArcGIS Pro

Para el uso de ArcGIS Pro necesitamos el proyecto, el cual se encuentra comprimido en un formato llamado Package Project File (.ppkx), dentro de este archivo se encuentra toda la información necesaria para el uso de la herramienta, Cuenta con la GeoDataBase (**GDB**) que contiene dentro de esta base diferentes Feature Dataset y Feature Class, además de contener información de bandas satelitales en formato Raster, y las herramientas necesarias las cuales se encuentran contenidas en una Toolbox.

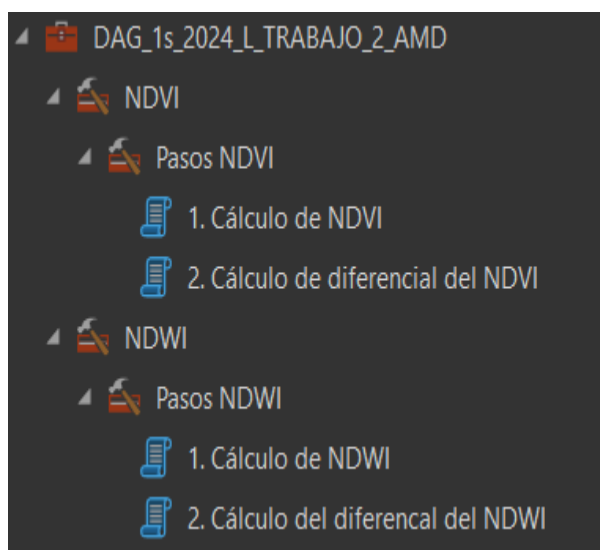


Estructura de la GDB:

1. CAPA_BASE: Esta Feature Dataset contiene las capas relacionadas con la comuna del área de estudio.
 - a. Quilicura
 - b. Uso_Quilicura
2. CAPA_OPERATIVA: Esta Feature Dataset contiene la capa que representa el polígono del área de estudio, específicamente la delimitación de los humedales de Quilicura.
3. CAPA_RESULTADO: Esta Feature Dataset no contiene ninguna Feature Class, ya que se utilizará de manera representativa para identificar que bajo esta capa se encontrarán los resultados del NDVI y NDWI. Estos resultados se presentan en formato Raster, y las Feature Dataset no contienen información Raster.
4. Además, las bandas necesarias para calcular el NDVI y el NDWI están agregadas en la GDB para facilitar su uso y hacerlo más amigable para el usuario. De esta manera, no es necesario proporcionar una lista de contenido llena de información, y los resultados se suman de manera organizada.



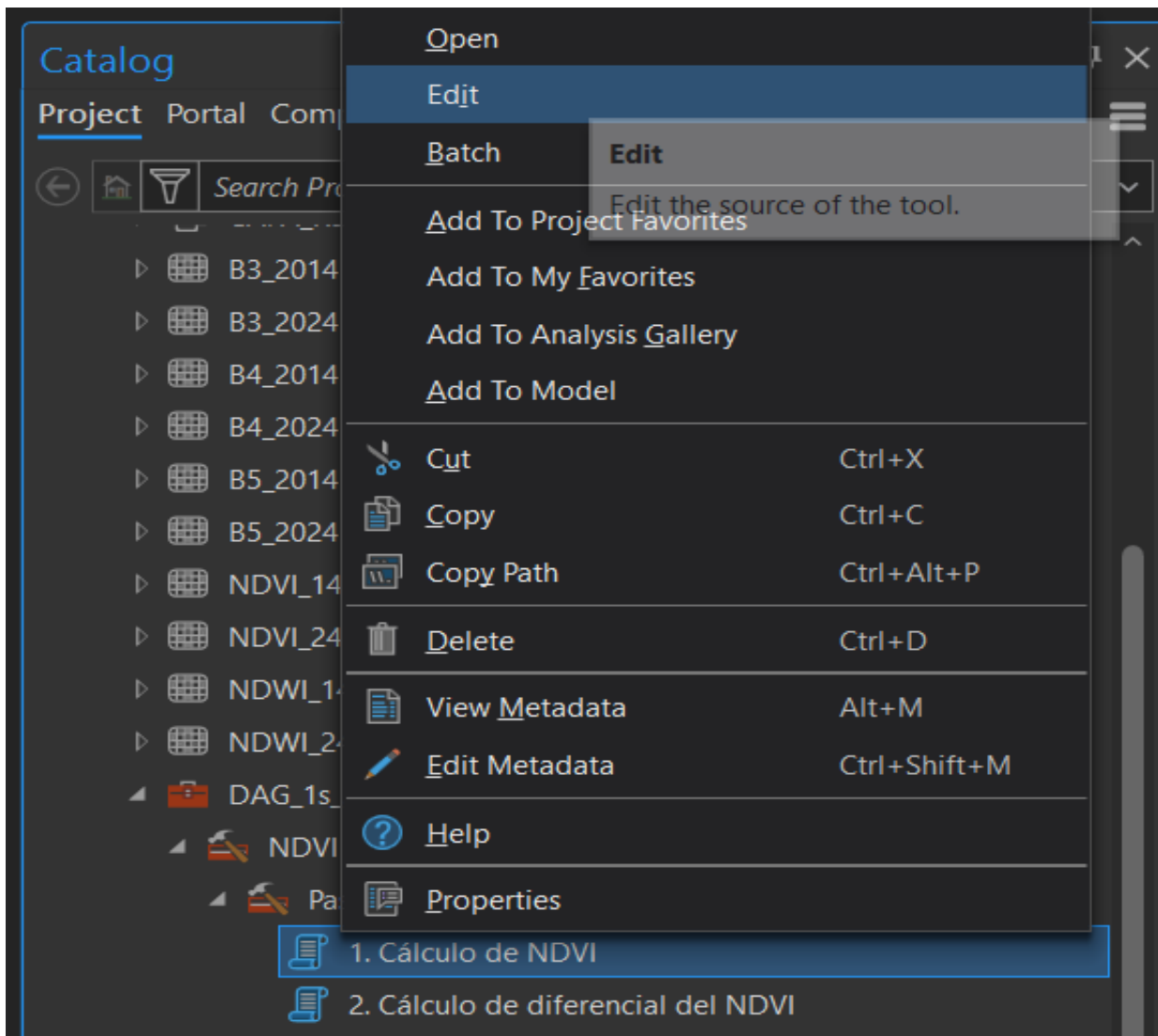
Caja de herramientas, Toolbox



La caja de herramientas de este proyecto como ha sido mencionado con anterioridad se encuentra almacenada en la GDB, esta contiene las diversas herramientas creadas para este análisis, la Toolbox contiene dos herramientas creadas. La primera denominada como NDVI y La segunda denominada como NDWI, estas Toolbox contienen dos scripts cada uno, en el que se encuentra almacenado el código de los diferentes geoprocursos que se pueden realizar.



Este script tiene el beneficio que, en caso de presentar alguna falla, se puede corregir y editándolo desde alguna extensión de Python, para ver y/o editar el código simplemente debemos presionar clic derecho en el script y seleccionar la opción de editar.





Este abrirá el código en algún editor de Python y se apreciaría de esta forma:

```
ndvi.py 4 x
C: > Users > Asus > Documents > ArcGIS > Projects > DAG_1s2024_1_TRABAJO_1_PARTE_2_AMD > DAG_1s2024_1_TRABAJO_1_PARTE_2_AMD.gdb > ndvi.py > ...

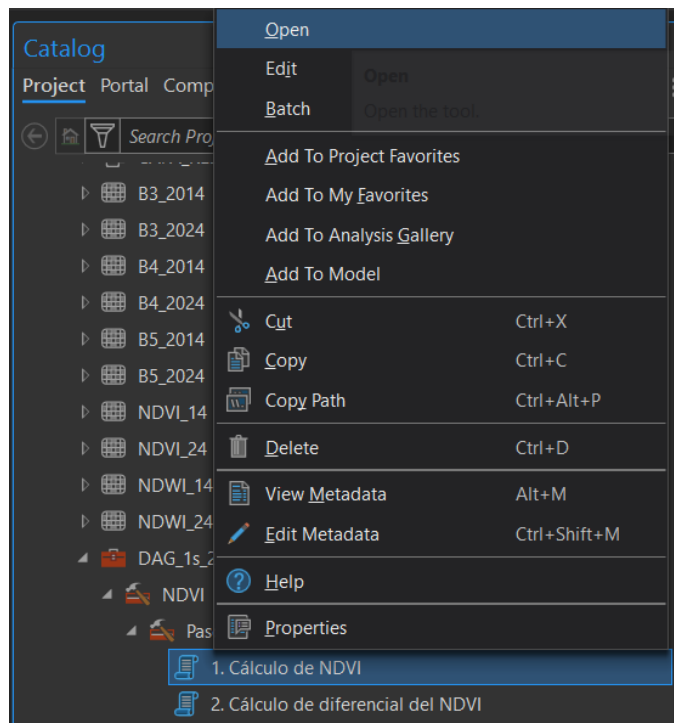
1 import arcpy
2 from arcpy.sa import *
3
4 def calcular_ndvi(b5, b4, area, ndvi_clip):
5     # Perm... archivos de salidas ya creados asi en caso de crear otro con el mismo nombre
6     # no h... (function) env: Any el otro ya que este lo hace
7     arcpy.env.overwriteOutput = True
8
9     # Confirmacion de que el usuario tiene habilitado el uso de las extensiones
10    arcpy.CheckOutExtension("spatial")
11    arcpy.CheckOutExtension("ImageAnalyst")
12
13    b5_raster = arcpy.Raster(b5)
14    b4_raster = arcpy.Raster(b4)
15    area_shp = area
16
17    # Definicion del Poligono o Shape
18    desc = arcpy.Describe(area_shp)
19    rectangle = f"({desc.extent.XMin} {desc.extent.YMin} {desc.extent.XMax} {desc.extent.YMax})"
20
21    # Expresion utilizada en la calculadora de raster
22    NDVI = Float(b5_raster - b4_raster) / Float(b5_raster + b4_raster)
23
24    arcpy.management.Clip(in_raster=NDVI, rectangle=rectangle, out_raster=ndvi_clip, in_template_dataset=area_shp, clipping_geometry="ClippingGeometry")
25
26    return ndvi_clip
27
28 if __name__ == "__main__":
29    b5 = arcpy.GetParameterAsText(0) # Ruta al archivo de la banda 5
30    b4 = arcpy.GetParameterAsText(1) # Ruta al archivo de la banda 4
31    area = arcpy.GetParameterAsText(2) # Ruta al Area de estudio de los humedales
32    ndvi_clip = arcpy.GetParameterAsText(3) # Nombre para el archivo de salida
33
34    resultado = calcular_ndvi(b5, b4, area, ndvi_clip)
```

Fuente: Elaboración Propia

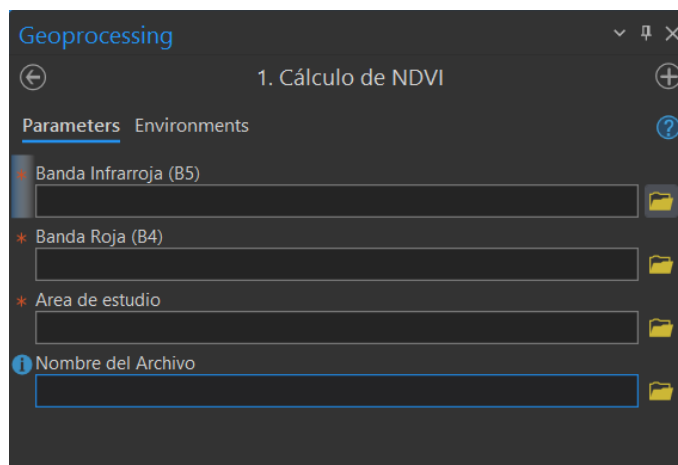
Uso de las herramientas (Toolbox):

Herramienta: Cálculo de NDVI

Para usar las herramientas debemos presionar clic derecho y seleccionar **“Open”** o simplemente haciendo **“doble clic”** en el icono del script.



Luego de abrir el script, se despliega una pestaña que solicita los diferentes archivos para procesar, para el cálculo del NDVI nos solicita las Bandas Satelitales de entradas.



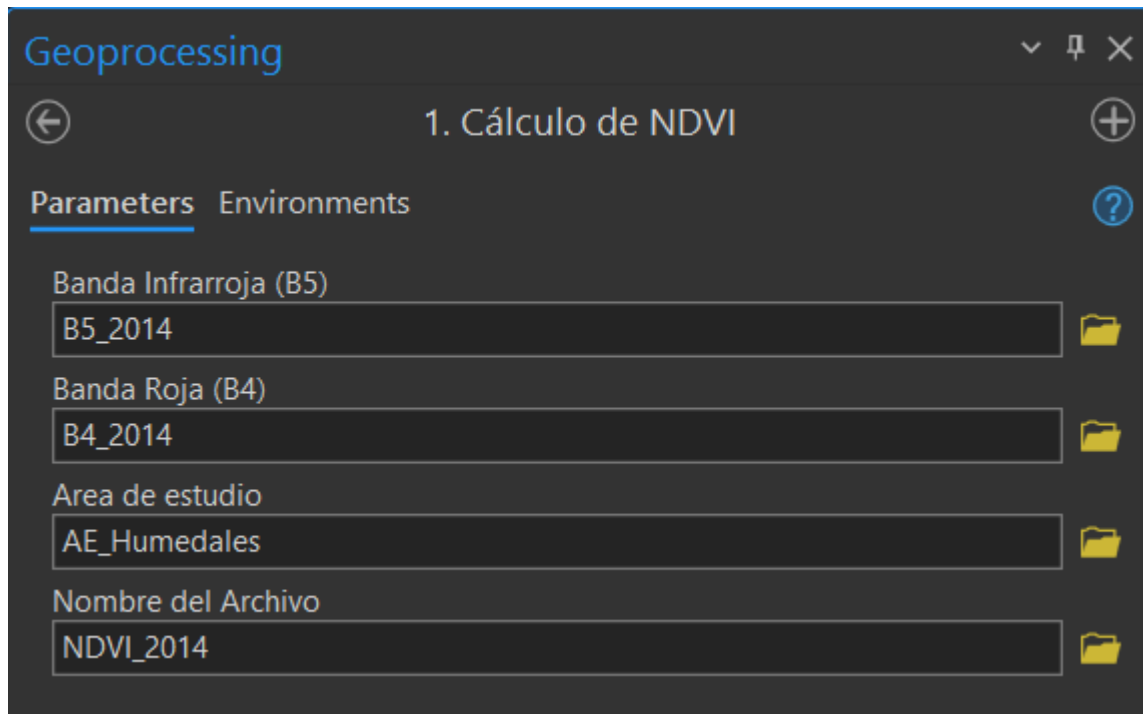
Primero la herramienta solicita la información de la banda infrarroja que se denota con el nombre B5, luego la Banda Roja denota con el nombre B4, luego el Área de estudio que es una Feature Class ubicada dentro de la Feature Dataset **“CAPA_OPERATIVA”** con el nombre de **“AE_Humedales”** y por último escribimos el nombre con el cual queremos que se guarde el archivo resultante de ese proceso, para seleccionar la variable solicitada hay que seleccionar la carpeta que se encuentra en el lado derecho de la imagen (Numero), y buscamos en la GDB con el nombre de **“DAG_1s_2024_L_TRABAJO_2_AMD.gdb”**, por último presionamos Run para que se ejecute el geoproceso.

Datos importantes:

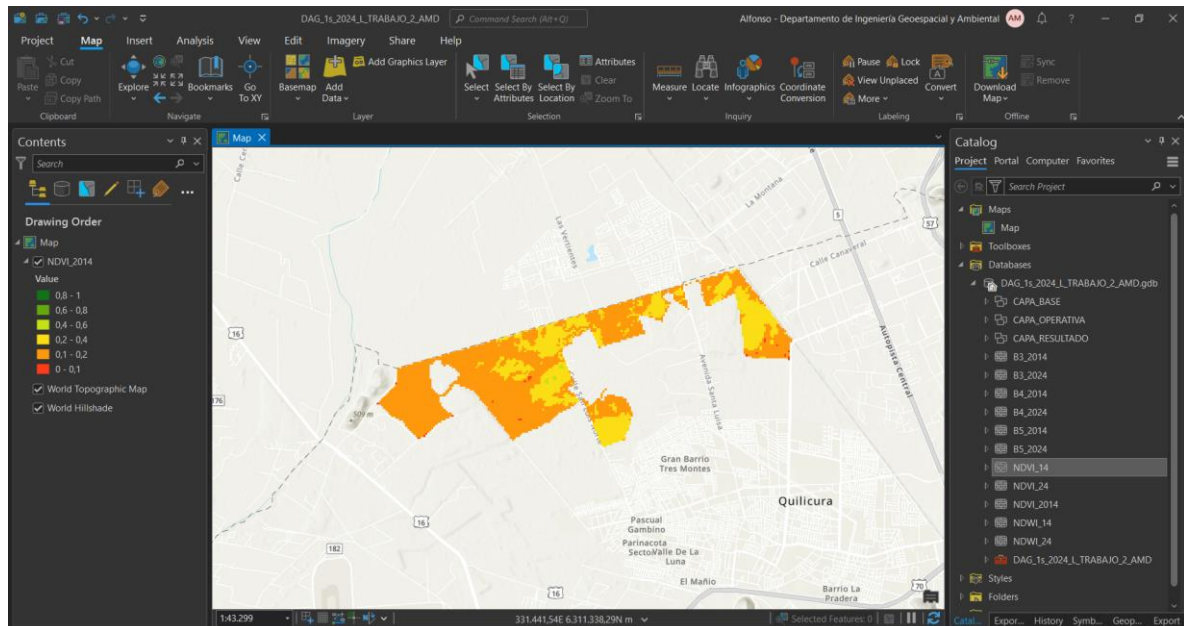
1. El cálculo del NDVI se realiza con bandas obtenidas en la misma fecha.
2. En cada campo donde se solicitan las variables se encuentra la banda la que se encuentra asociada al nombre, ejemplo: La banda infrarroja es la Banda con el nombre B5_año, la Banda Roja es la banda con el nombre B4_año, que se encuentran en la GDB.
3. Con lo explicado con anterioridad la intención es lograr que el usuario comprenda que si quiere realizar el cálculo del NDVI tiene que ser con bandas del mismo año, ejemplo: Banda infrarroja (B5): B5_2014 y Banda roja (B4): B4_2014.



Ejemplo visual:



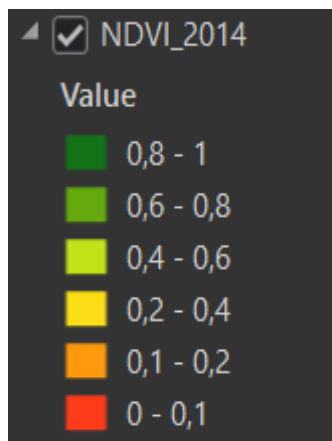
El resultado obtenido con las variables seleccionadas en el ejemplo visual es





Como se logra apreciar el resultado ya se encuentra con parámetros determinados, los cuales fueron determinados para estimar la salud y estado de los humedales.

Todo sobre del NDVI



Uso del NDVI: El NDVI puede medir la salud y/o el tipo de vegetación de la zona dependiendo de la interpretación que le dé el usuario, además el NDVI es un índice el cual se mide entre el rango de los valores que se encuentran entre el $[-1, +1]$ donde los valores bajo el 0 representan plantaciones enfermas o inertes y los valores positivos mientras más cercanos al +1 significa que la vegetación se encuentra muy saludable, pero para facilitar el análisis de los usuarios se limito entre el rango $[0, +1]$, ya que es la información que nos interesa.

Por otro lado, para la determinar el tipo de vegetación de la zona también será un indicador relevante, debido a que la vegetación que se encuentra normalmente en los humedales es hidrófila, estas son especies que se adaptan a los ambientes acuáticos y se localizan en cuerpos de agua dulce, salada, humedales, etc. Estas se encuentran en el rango de los valores $[0,2 - 0,4]$ pero además de este rango también es relevante el rango $[0,4 - 0,6]$ debido a que se encuentra vegetación densa y saludable que puede incluir bosques húmedos o matorrales densos que se encuentran en humedales. Por esta razón es de suma importancia la interpretación del usuario que realice el análisis del NDVI.

En la GDB se encuentran las bandas de dos fechas con 10 años de diferencia entre ellas, Las bandas necesarias para el calculo del NDVI se encuentren para los 2014 y el 2024, se podrán estar preguntando ¿Cuál es la relevancia de esto?, ¿De qué sirve que tengamos información de los años 2014 y 2024?, bueno es de suma importancia, debido a que con esa información podemos hacer una comparativa visual con la función **“SWIPE”** que se encuentra en la sección **“Raster Layer”** y con esto podemos interpretar visualmente en la actualidad, haciendo un contraste con la información del 2014.

Información importante para el uso de SWIPE:

1. Importante tener los dos NDVI en el mapa de visualización (2014 y 2024)
2. Para que funcione la herramienta debe estar seleccionada la capa que se encuentra primero en la posición del catálogo.
3. Teniendo esto listo, mantenemos el clic seleccionado en el visor del mapa y movemos el cursor para que se vaya desplazando la imagen y se logre apreciar la imagen que se encuentra en segunda posición.

Muestra Visual:

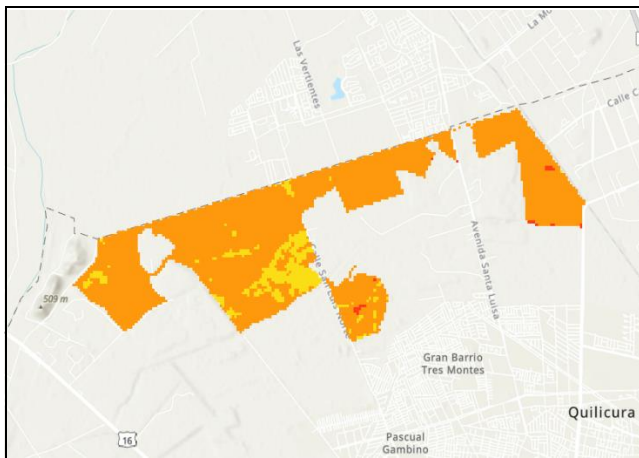


Imagen sin la herramienta SWIPE

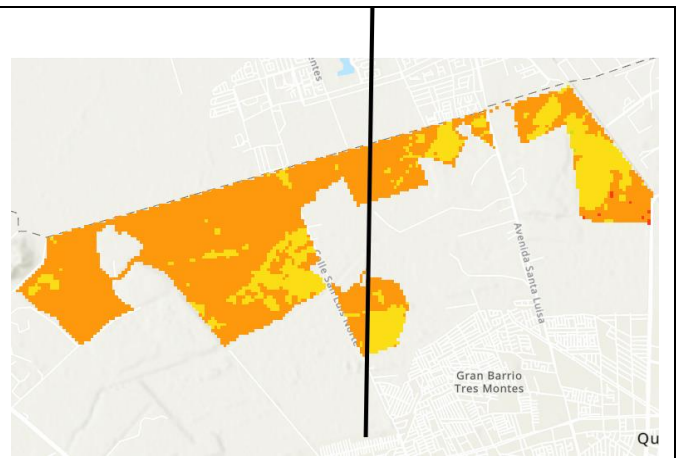
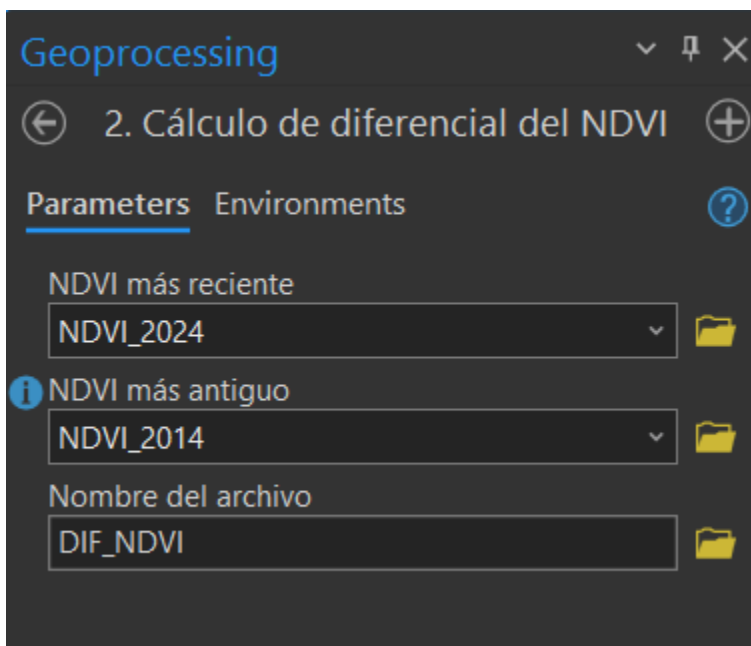


Imagen con la herramienta SWIPE

Con la herramienta **SWIPE** se logra interpretar de una manera mas atractiva y sencilla para el usuario y que este pueda presenciar la diferencia temporal del NDVI en el Área de estudio.

Herramienta: Cálculo diferencial del NDVI

Llamamos a la herramienta realizando doble clic en el script, y rellenamos la información solicitada, para esta ocasión no hay necesidad de utilizar la carpeta y buscar en la GDB las variables, ya que esta herramienta solicita la información **Raster** que se encuentra en la tabla de contenidos, por lo que la interfaz se vería así.



Donde el NDVI calculado con las bandas del año 2024 irán en la primera casilla, luego el NDVI calculado con las bandas del año 2014 y por ultimo el nombre del nuevo archivo.

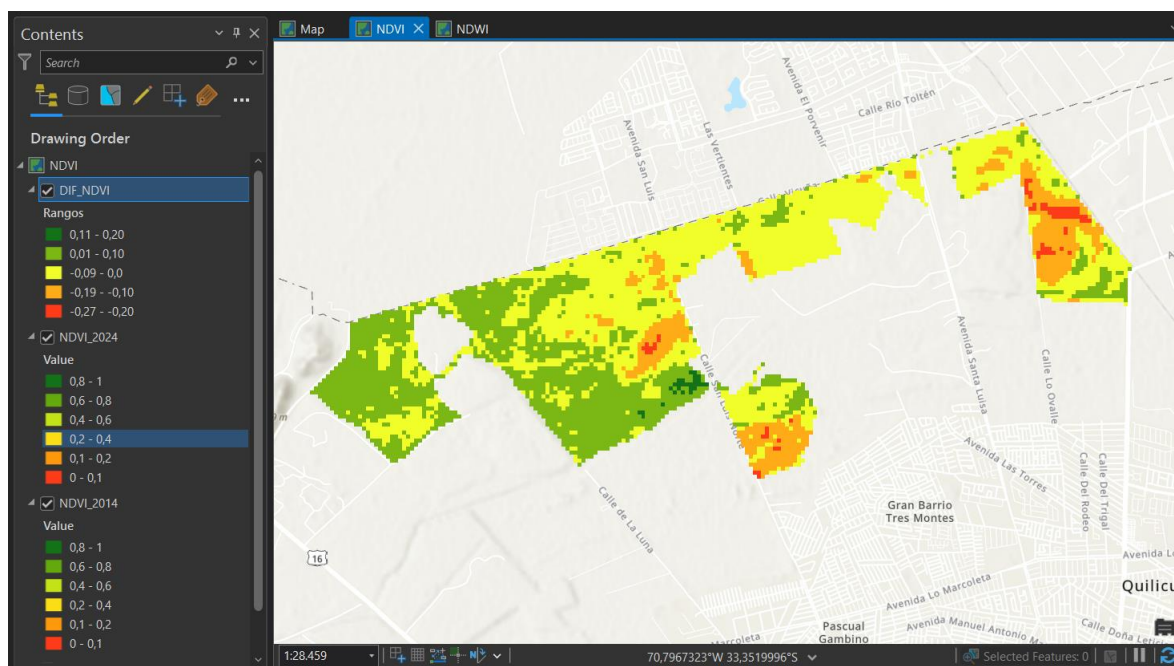
Obteniendo como resultado la variación temporal de los NDVI entre los últimos 10 años, teniendo valores + que significa un aumento en la vegetación, mientras que los valores – significan una disminución en la vegetación.

Con esta información resultante del diferencial del NDVI, podemos llegar a concluir que hay:

1. Crecimiento o degradación de vegetación: Si la diferencia es positiva, podría indicar un crecimiento de vegetación en el área de los humedales.
2. Impacto de eventos climáticos o actividades humanas: Si la diferencia es negativa, podría señalar una degradación debido a sequias, inundaciones o perturbaciones humanas.

Este análisis depende del contexto donde se encuentren ubicados los humedales.

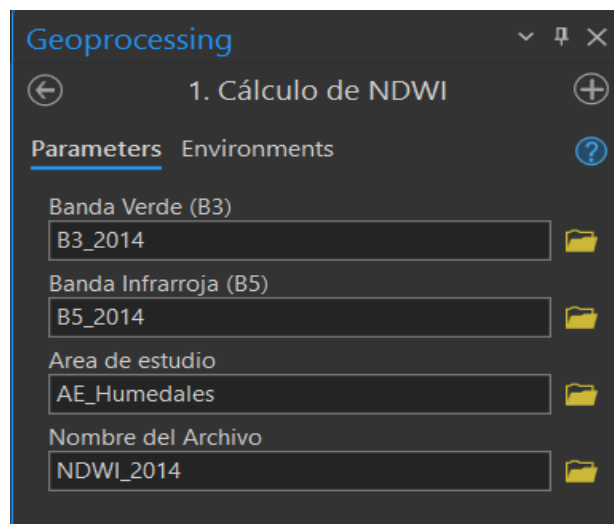
Muestra visual:



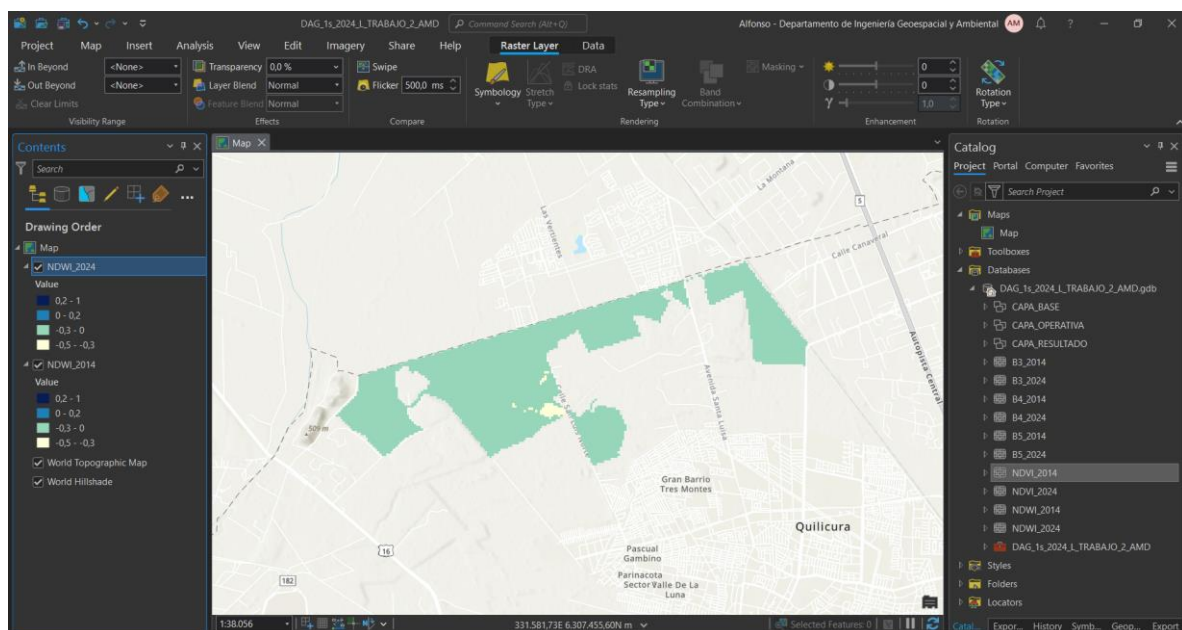
Esta limitado solo con valores muy cercanos a 0, ya que lo que nos interesa es si el valor es positivo o negativo para la interpretación.

Herramienta: Cálculo del NDWI

Para el uso de esta herramienta debemos dirigirnos a la toolset del NDWI, esta herramienta tiene el mismo uso que el NDVI, se trabaja con la misma metodología que se utilizó para el cálculo del NDWI, ya que son índices similares lo único que cambia es la expresión y la banda utilizada, en este caso para el calculo de este se necesitaran las Bandas Verdes (B3) y las Bandas Infrarrojas (B5), se sigue utilizando como el mismo Feature Class “**AE_Humedales**”, por ultimo agregamos el nombre del archivo resultante y seleccionamos Run para que se ejecute el geoproceso.

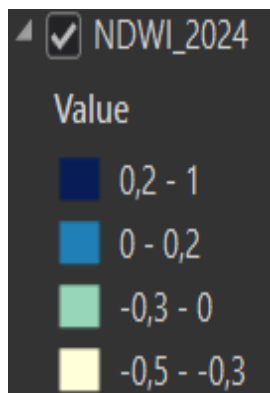


El resultado obtenido con las variables seleccionadas en el ejemplo visual es



Como se logra apreciar el resultado ya se encuentra con parámetros determinados, los cuales fueron determinados para estimar la salud y estado de los humedales.

Todo sobre del NDWI



☒ NDWI_2024

Value

0,2 - 1

0 - 0,2

-0,3 - 0

-0,5 - -0,3

Uso del NDWI: El NDWI es importante para la evaluación de humedales y áreas acuáticas, ya que este mide la presencia y distribución del agua en función de las diferencias en la reflectancia de las bandas espectrales, al igual que el NDVI los parámetros de medición varían entre $[-1, +1]$ donde los valores negativos muestran sequía si el valor es inferior a $-0,3$, por otro lado si los valores se encuentran entre 0 y $0,2$ existe presencia de humedad, este es el rango típico de áreas húmedas y suelos saturados, y por último el rango entre $0,2$ y 1 indica que hay presencia de agua, indicando la presencia de cuerpos de agua abierta. Para este proceso también se puede utilizar la herramienta **SWIPE** ubicada en **Raster Layer** en la sección de **Compare**, con el fin de apreciar de una manera agradable el cambio del NDWI entre los años 2014 y el 2024.

Muestra Visual:

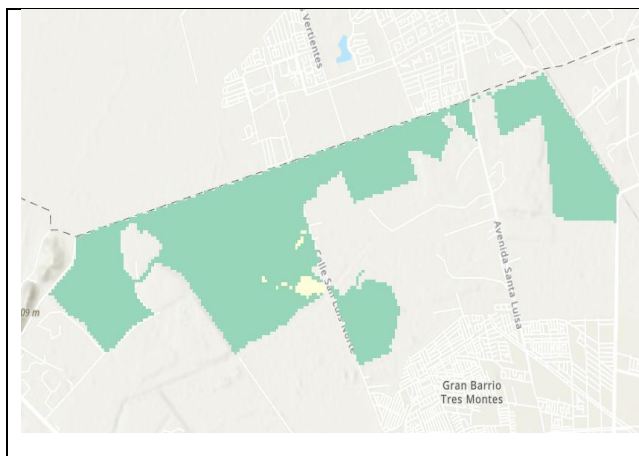


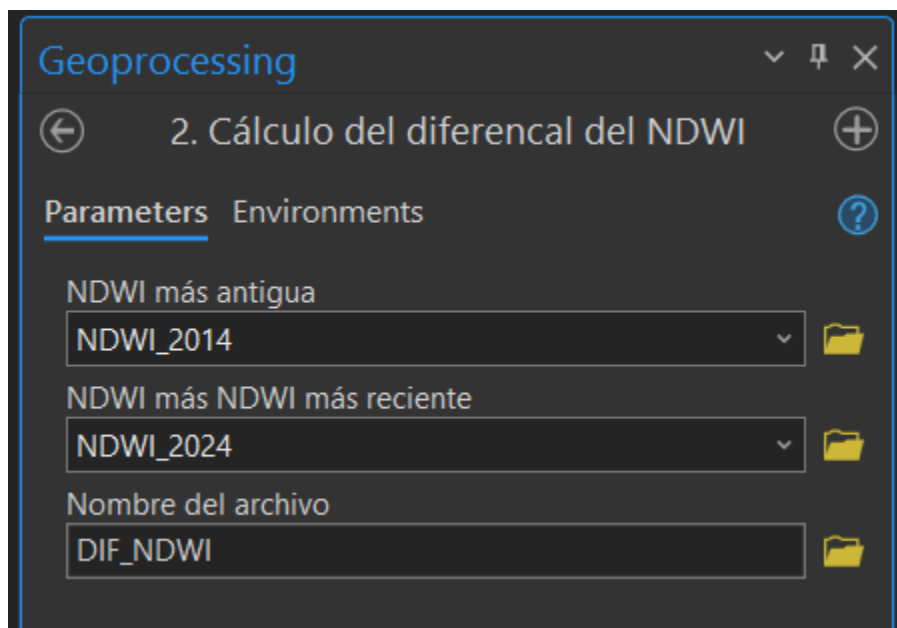
Imagen sin la herramienta SWIPE



Imagen con la herramienta SWIPE

Herramienta: Cálculo diferencial del NDWI

Llamamos a la herramienta realizando doble clic en el script, y rellenamos la información solicitada, para esta ocasión no hay necesidad de utilizar la carpeta y buscar en la GDB las variables, ya que esta herramienta solicita la información **Raster** que se encuentra en la tabla de contenidos, por lo que la interfaz se vería así.

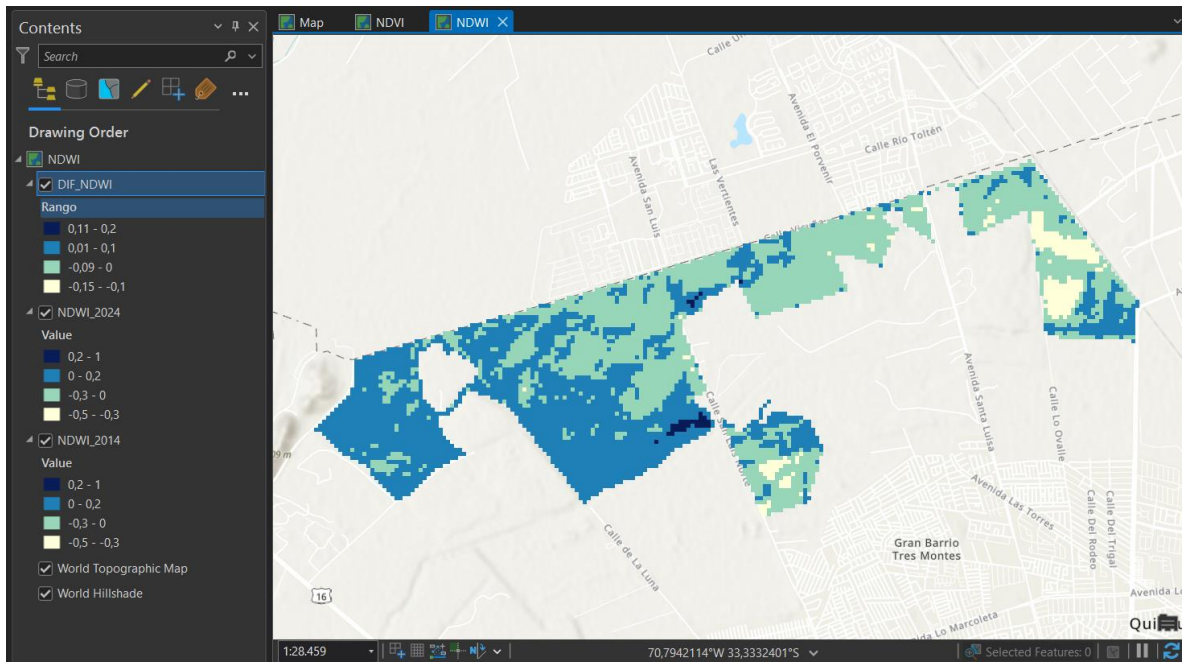


Donde el NDWI calculado con las bandas del año 2024 irán en la primera casilla, luego el NDWI calculado con las bandas del año 2014 y por último el nombre del nuevo archivo.

Obteniendo como resultado la variación temporal de los NDWI entre los últimos 10 años, teniendo valores + que significa un aumento en la cantidad de agua o una mayor humedad en la vegetación, mientras que los valores – o cercanos a 0 significan una disminución en la presencia de agua en el año 2024 en comparación del año 2014, en caso de ser así podría deberse a cambios en la vegetación, sequías o alteraciones en los humedales.

En resumen, el calculo del diferencial del NDWI multitemporal, ayuda a evaluar como ha variado la humedad y presencia de agua en el área de estudio, Este análisis depende del contexto donde se encuentren ubicados los humedales.

Muestra visual:



Esta limitado solo con valores muy cercanos a 0, ya que lo que nos interesa es si el valor es positivo o negativo para la interpretación, así se puede determinar el aumento o disminución de la humedad en los humedales.



Glosario

Sistema de Información Geográfica (SIG): Es una tecnología que combina datos geoespaciales con atributos para permitir el análisis espacial y la visualización de información geográfica.

Geodatabase (GDB): Es un sistema de gestión de bases de datos que permite almacenar, administrar y analizar datos geoespaciales.

Dataset: Es un conjunto de datos relacionados que se almacenan y gestionan como una entidad única en una base de datos.

Feature Class: En el contexto de un SIG, corresponde a una colección de entidades geográficas (punto, línea y polígono) que comparten el mismo tipo de geometría.

Polígono: Es una figura geométrica bidimensional con lados rectos, definida por una secuencia cerrada de segmentos de línea.

Package: Es un archivo que encapsula datos y elementos de un proyecto SIG para facilitar el intercambio y la colaboración.

Raster Dataset: Es una colección de datos organizados en una cuadrícula regular (como una imagen de píxeles). Se utiliza para representar información geoespacial, como imágenes satelitales o mapas.

Toolbox: Es una colección de herramientas o funciones en un software de SIG (como ArcGIS). Estas herramientas se utilizan para realizar tareas específicas, como análisis espacial o procesamiento de datos.

NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada): Es una métrica que evalúa la salud y densidad de la vegetación. Se calcula a partir de datos de reflectancia en el infrarrojo cercano y rojo. Valores altos indican vegetación **saludable**.

NDWI (Índice de Agua de Diferencia Normalizada): Es una métrica que evalúa la presencia de agua en una superficie. Se basa en datos de reflectancia en el infrarrojo cercano y el infrarrojo medio. Valores altos indican áreas con agua.