

Manual

instructivo que contemple campañas de investigación de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) con drones y satélites.



Ing. Nino Frank Bravo Morales

Especialista Geomática
Celular: +51 995664488
Correo: nino@geomatica.pe

2024

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	7
II.	SOFTWARES IMPORTANTES PARA EL PROCESO.....	9
2.1.	Google Earth Engine - GEE.....	9
2.1.1.	Registro para el uso de GEE JavaScript API.....	9
2.1.2.	Elementos básicos de la interfaz Code Editor – JavaScript.....	12
2.2.	Python	18
2.2.1.	Instalación de Python en Windows.....	19
2.2.2.	Introducción al uso del IDE Jupyter	23
2.2.3.	Conexión de Google Earth Engine en Python	25
2.2.3.4.	Instalación de librerías Geomática en Python:.....	31
2.3.	Pix4Dmapper	32
2.3.1.	Solicitud de una licencia prueba Pix4Dmapper	32
2.4.	Aplicativo DJI Go 4	36
2.4.1.	Registrarse en la cuenta de DJI	36
2.4.2.	Instalación DJI GO 4 en Android	37
2.4.3.	Características importantes de DJI GO 4	40
2.5.	Aplicativo DroneDeploy	40
2.5.1.	Registrarse dronedeploy	41
2.5.2.	Configuración de DroneDeploy	41
2.5.3.	Instalación de aplicativo en DroneDeploy	42
2.5.4.	Activar ubicación de su Computadora o celular	43
2.5.5.	Crear un plan de vuelo con un archivo KML	43
2.6.	Software DJI Assistant 2 Series	46
2.6.1.	Descarga DJI Assistant 2	46
2.6.2.	Proceso de activación DJI Assistant 2	46
III.	PROCESOS DE IMÁGENES SATELITALES PARA PAM	48
3.1.	Características de los satélites a utilizar.....	48
3.1.1.	Sentinel2	48
3.1.2.	Planet NICFI – Reflectancia Superficie Mosaico.....	50
3.1.3.	PlanetScope	54
3.1.4.	MDE – SRTM.....	56
3.2.	Obtención de imágenes satelitales mediante GEE	56
3.2.1.	Generar una zona buffer del área interés	57

3.2.2.	Descarga de MDE mediante GEE	58
3.2.3.	Análisis de MDE y determinación de curva de nivel	60
3.2.4.	Crear mallas shapefile con Python	64
3.2.5.	Descarga de imágenes Sentinel2 y Planet NICFI	66
3.2.6.	Generar mosaico de sentinel2.....	70
3.2.7.	Generar mosaico de Planet NICFI.....	71
IV.	PROTOCOLO DE RPAS	73
4.1.	Planificación del plan de vuelo	73
4.1.1.	Generación de mapa base de cobertura	73
4.1.2.	Generación de mapa topográfico SRTM	73
4.1.3.	Establecer los planes de vuelo y punto despegue	74
4.1.4.	Subir el kml al control para el plan vuelo.....	74
V.	BIBLIOGRAFIA.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Google Earth Engine aplicaciones	9
Figura 2.	Página oficial Google Earth Engine.....	9
Figura 3.	Registro en GEE.....	10
Figura 4.	Selección de cuenta en GEE.....	10
Figura 5.	Crear un proyecto mediante el registro no comercial en GEE.....	10
Figura 6.	Seleccionar uso no pago.....	11
Figura 7.	Aceptamos los términos de servicio de Google cloud.	11
Figura 8.	Registro en Google cloud solo en paso 1	11
Figura 9.	Crear un nuevo proyecto GEE.	12
Figura 10.	Resumen del uso GEE.	12
Figura 11.	Vista inicial del API de GEE.	13
Figura 12.	Nombre de usuario.....	13
Figura 13.	Opciones disponibles dentro de la pestaña de New.	14
Figura 14.	Vista del panel de repositorio dentro de Code Editor.....	14
Figura 15.	Herramientas en GEE.	15
Figura 16.	Visualización assets	15
Figura 17.	Característica de assets.	16
Figura 18.	Características de la pantalla de rutina.	16
Figura 19.	Imprimiendo una variable texto en JavaScript.	17
Figura 20.	Visualización inspector.....	17
Figura 21.	Vista de la pestaña de Tasks.....	17
Figura 22.	Visualización de la pantalla del mapa.....	18
Figura 23.	Página descargar Python 3.9.13.....	19
Figura 24.	Instalación Python 3.9.13	19
Figura 25.	Activamos todas las opciones features.	20
Figura 26.	Crear una carpeta en C y install.....	20
Figura 27.	Ventana de Simbología del sistema ponemos Python –version.....	21
Figura 28.	Instalación de la librería de pandas.....	21
Figura 29.	Visualización de la instalación de dependencia pandas.....	21
Figura 30.	Instalación de Jupyter Notebook y Lab.	22
Figura 31.	Ejecutar el IDE de Jupyter-lab.exe	22
Figura 32.	Primera visualización de Jupyter lab.	22

Figura 33.	Ejecutar jupyter-lab.exe.....	23
Figura 34.	Creación de carpeta: “01_BGR_PAM”.	24
Figura 35.	Creación de nuevo script.	24
Figura 36.	Lo cambiamos con el nombre: 01_Introduccion_Python.....	24
Figura 37.	Cambio de modos para desarrollar en Python.	25
Figura 38.	Instalación de la librería earthengine-api.....	25
Figura 39.	Descarga de Google Cloud CLI.....	26
Figura 40.	Proceso de instalación parte 1.	26
Figura 41.	Proceso de instalación parte 2.	27
Figura 42.	Activación en Google cloud CLI mediante email.	27
Figura 43.	Paso para el permiso Google cloud SDK.	28
Figura 44.	Selección del proyecto de GEE.	28
Figura 45.	Ejecutar jupyter-lab.exe.....	29
Figura 46.	Autenticación de GEE.	29
Figura 47.	Generación del toque de autorización.	30
Figura 48.	Pegamos el código y un enter script.	31
Figura 49.	Inicializamos en GEE en Python.	31
Figura 50.	Instalar librerías de geomática.	31
Figura 51.	Página oficial de Pix4D	33
Figura 52.	Creamos una cuenta en Pix4D.	33
Figura 53.	Productos de software PIX4D.	34
Figura 54.	Solicitar uso de prueba PIX4Dmapper	34
Figura 55.	Nos compartirá un PDF para descargar el software con el código activación.	34
Figura 56.	Proceso de activación del Pix4DMapper.	35
Figura 57.	Registro en la página oficial DJI.	36
Figura 58.	Iniciar sesión en DJI.	36
Figura 59.	Descarga de DJI GO 4.	37
Figura 60.	Obtención del aplicativo DJI GO 4 formato APK.....	37
Figura 61.	Sentinel2 – bandas espectrales y resolución espacial	48
Figura 62.	Level 1C corrección al tope atmosfera - TOA.....	49
Figura 63.	Level 2A corrección atmosférica – Reflectancia superficie SR.	50
Figura 64.	Crear cuenta en planet NCIFI.....	51
Figura 65.	Rellenar información de uso y tipo de organización.	52
Figura 66.	Activar con el link que le llega al email.	52

Figura 67.	Rellenar los datos solicitados.	52
Figura 68.	Iniciar sesión en planet.	53
Figura 69.	Solicitar permiso de la base de datos tropical Américas.	53
Figura 70.	Visualización de planet NICFI en GEE.	54
Figura 71.	Solicitud de registro en planet Scope.	55
Figura 72.	Modelo digital de elevación SRTM.....	56
Figura 73.	Área de interés con su zona de rectángulo.	56
Figura 74.	Mapa base de cobertura del área de interés	73
Figura 75.	Mapa topográfico SRTM de altitud – Curva de nivel.	73
Figura 76.	Generación de planes de vuelo y puntos de localización despegue.	74
Figura 77.	Generación de plan de vuelo Pilot2.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Característica imagen Sentinel-2 sensor MSI	49
Cuadro 2.	Característica de las bandas Planet NICFI.....	51
Cuadro 3.	Característica de las bandas PlanetScope.....	54

I. INTRODUCCIÓN

El subsector minero en el Perú es uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de la economía peruana, lo cual se ve reflejado en los diferentes indicadores macroeconómicos en la última década como producción, inversión, empleo, exportaciones, transferencias, entre otros.

No obstante, la minería en el pasado no contemplaba normas ambientales, por lo que su desarrollo trajo consigo los Pasivos Ambientales Mineros (en adelante, **PAM**) que son componentes mineros como instalaciones, restos o depósitos de residuos de dichas operaciones, abandonadas o inactivas que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

Teniendo en cuenta lo antes indicado, el Ministerio de Energía y Minas (en adelante, **MINEM**) busca establecer un sistema integral para adoptar acciones concretas en la gestión de los PAM a fin de disminuir los daños al ambiente, salud humana y prevenir los conflictos sociales, de acuerdo a la Ley N° 28271, Ley que regula los pasivos ambientales mineros de la actividad minera, sus respectivas modificatorias (en adelante, **Ley de PAM**) y el Reglamento de Pasivos Ambientales Mineros aprobado con Decreto Supremo N° 003-2009EM (en adelante, **Reglamento de PAM**). Asimismo, se viene realizando los encargos de remediación de los PAM con niveles de alto y muy alto riesgo, a través de la empresa estatal Activos Mineros (en adelante, **AMSAC**).

Además, conforme lo señala la Ley de PAM y su reglamento, el Estado interviene en la remediación de PAM con niveles de riesgos alto y muy alto; es por ello que de acuerdo al inventario actualizado aún se registra PAM que no tienen un responsable identificado; por lo que el MINEM viene realizando acciones con la finalidad de conocer las características de dichos PAM.

En ese sentido, el MINEM y el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (en adelante, **INGEMMET**) suscribieron un Convenio Específico cuyo objetivo es realizar los estudios geoquímicos, mineralógicos, geológicos e hidrogeológicos que resulten necesario sobre **47 PAM** sub tipo relaves, con la finalidad de que el Estado determine el tipo de intervención sobre los mismos.

Por otro lado, existen investigaciones tanto nacionales como internacionales que han demostrado que ciertos PAM sub tipo relaves podrían contener contenido metálico y podría darse el caso de reaprovechar de acuerdo a la normativa actual.

Bajo ese contexto, y de acuerdo al Convenio Marco suscrito entre el MINEM y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (en adelante, **BGR**) de Alemania es necesario contar con una **capacitación en campo sobre la tecnología de drones y datos por satélite** en la investigación geoambiental de PAM.

II. SOFTWARES IMPORTANTES PARA EL PROCESO

2.1. Google Earth Engine - GEE

GEE combina un catálogo de varios petabytes de imágenes satelitales y conjuntos de datos geoespaciales con capacidades de análisis a escala planetaria. Los científicos, investigadores y desarrolladores utilizan Earth Engine para detectar cambios, mapear tendencias y cuantificar diferencias en la superficie de la Tierra. Earth Engine ahora está disponible para uso comercial y sigue siendo gratuito para uso académico y de investigación.

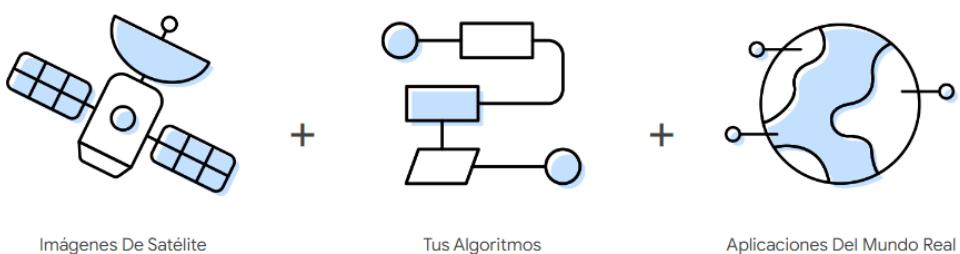


Figura 1. Google Earth Engine aplicaciones

Fuente: <https://earthengine.google.com/>

2.1.1. Registro para el uso de GEE JavaScript API

Lo primero que hay que hacer para poder utilizar la API de JavaScript de GEE es ingresar a su sitio web para registrarse como usuario, por medio de la siguiente: <https://earthengine.google.com/>

Paso 1. Ingresando a la página oficial le damos clic en la esquina superior derecha donde dice **Get Started**.

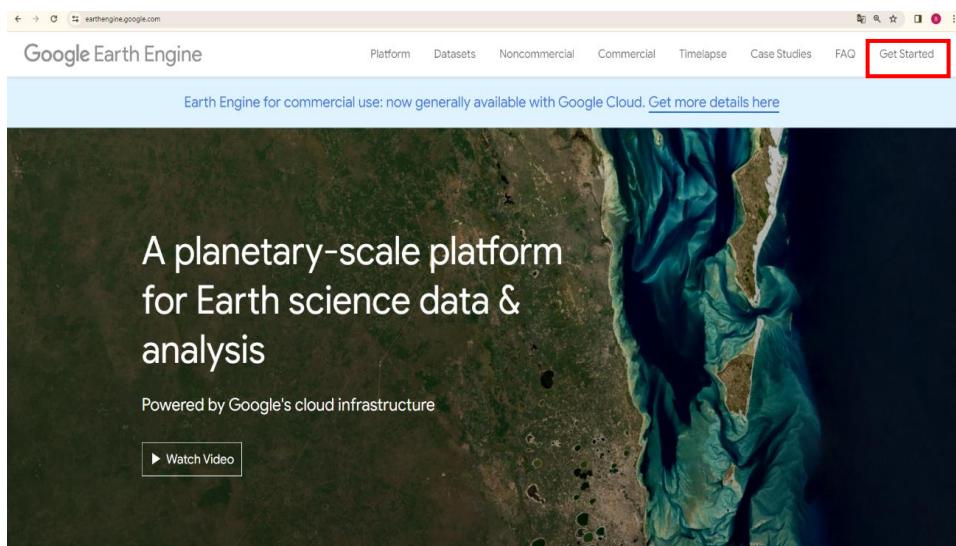


Figura 2. Página oficial Google Earth Engine.

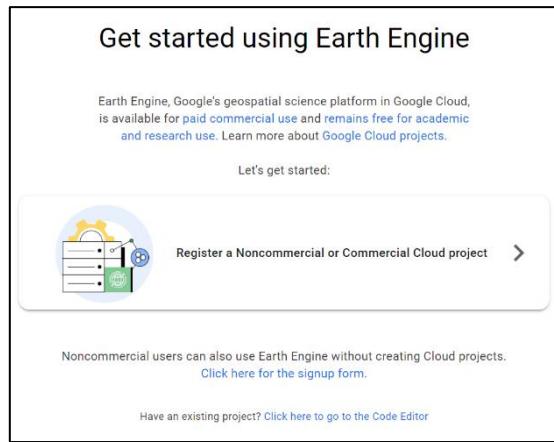


Figura 3. Registro en GEE.

Nota: Se recomienda usar una cuenta de Google que tenga suficiente espacio disponible en Google Drive, ya que será la forma más fácil de exportar los resultados generados en GEE.

Paso 2. Seleccionar la cuenta de Google a registrarse, ejemplo

bgrgeomatica@gmail.com.

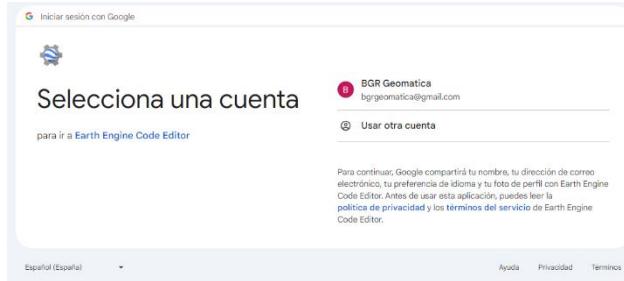


Figura 4. Selección de cuenta en GEE

Paso 3. Los usuarios no comerciales es recomendable crear un proyecto en Google cloud para el uso de GEE, para ello vamos a ingresar en “[“Register a Noncommercial or Commercial Cloud project”](#)”, como se muestra en la figura siguiente:

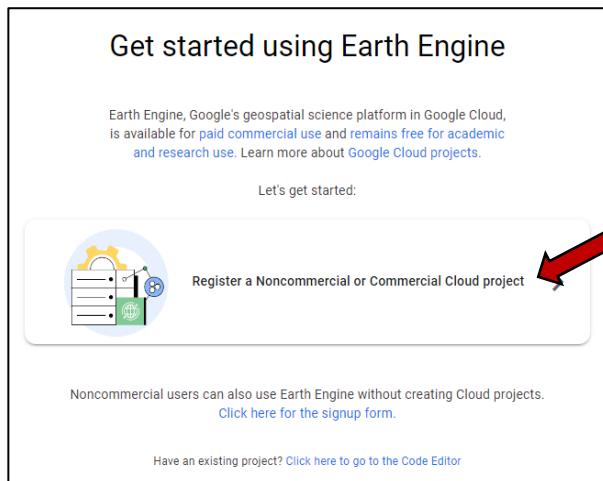


Figura 5. Crear un proyecto mediante el registro no comercial en GEE.

Paso 4. En esta parte seleccionamos el uso no pago, sin fines de lucro, para realizar investigaciones gubernamentales o capacitaciones.

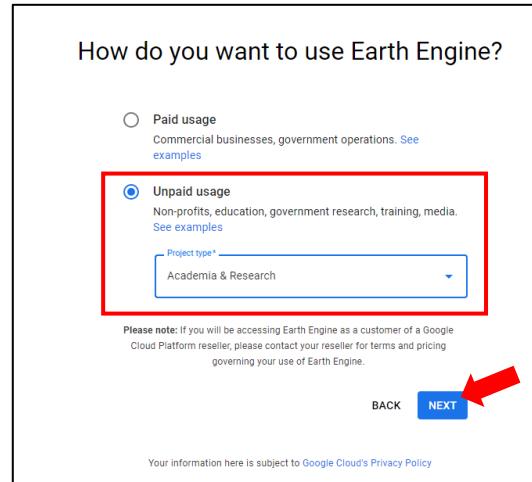


Figura 6. Seleccionar uso no pago.

Paso 5. Se debe aceptar las condiciones de Google cloud para crear un nuevo proyecto. Link condiciones: <https://console.cloud.google.com/>

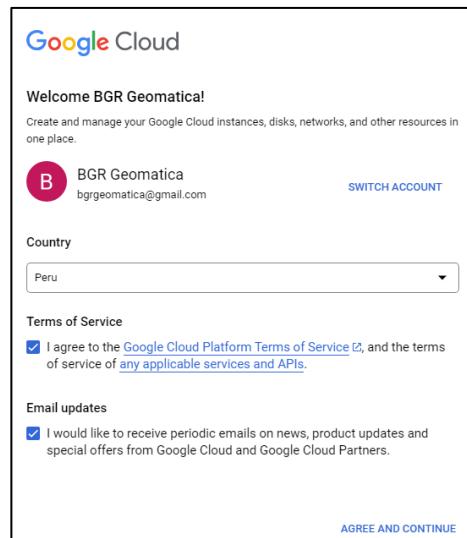


Figura 7. Aceptamos los términos de servicio de Google cloud.

Ahora nos registramos gratis en Google cloud solo hasta el paso 1 / 2.

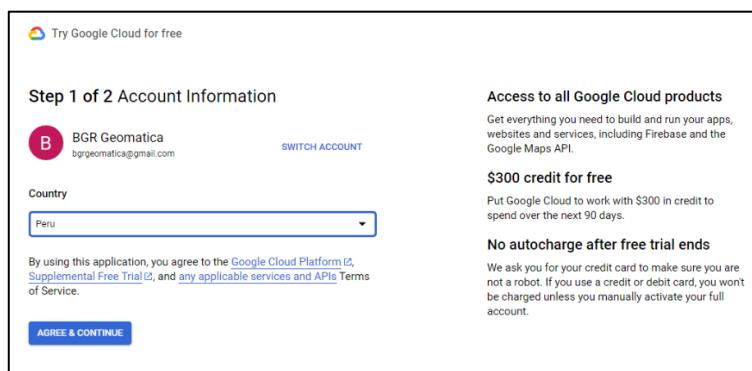


Figura 8. Registro en Google cloud solo en paso 1.

Paso 6. Crear un nuevo proyecto de Google cloud, como se muestra en la siguiente figura:

How do you want to use Earth Engine?

Create a new project in Google Cloud, or choose one you are authorized to access to enable the API:

Create a new Google Cloud Project

Organization:

Project-ID*: ee-bgrgeomatica

Choose a unique ID. This cannot be changed later.

Project Name (optional): Earth Engine Projetc Geomatica

Choose a name to help you identify the Cloud Project

Choose an existing Google Cloud Project

BACK **NEXT** →

Figura 9. Crear un nuevo proyecto GEE.

Paso 7. Un resumen del uso que vamos a realizar en GEE.

How do you want to use Earth Engine?

Project usage
Academia & Research

Project info
ee-bgrgeomatica
Earth Engine Projetc Geomatica

BACK **NEXT** →

Project information cannot be changed later

Figura 10. Resumen del uso GEE.

2.1.2. Elementos básicos de la interfaz Code Editor – JavaScript

Una vez abierta la API de JavaScript Code Editor, se observan cuatro partes importantes: La pantalla de repositorios, la pantalla de rutinas, la pantalla de mapa y la pantalla de control.

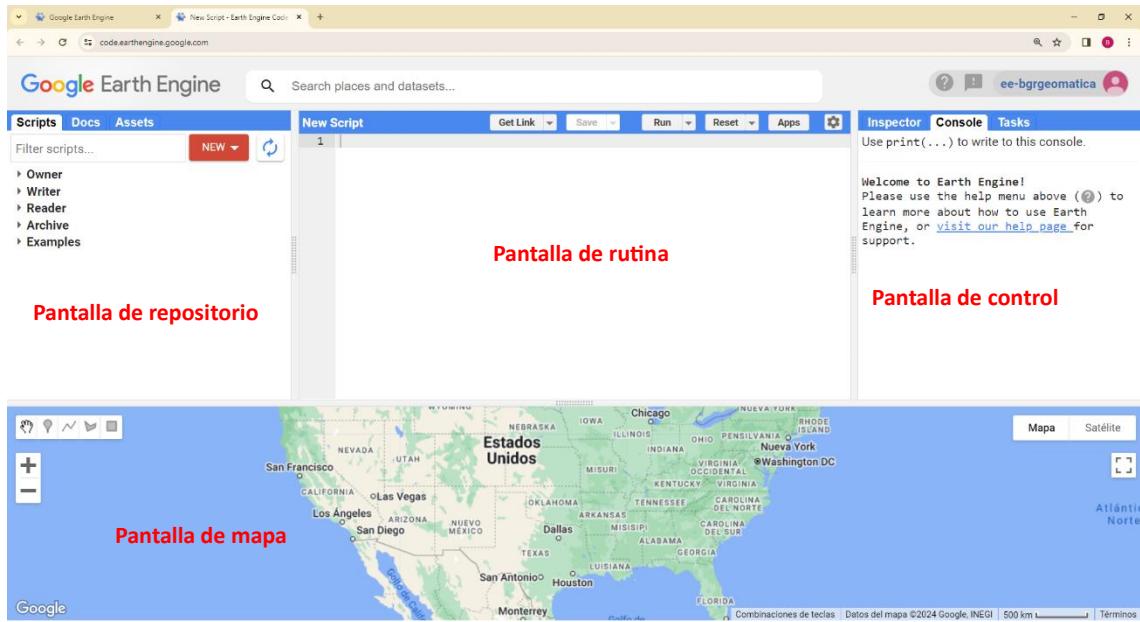


Figura 11. Vista inicial del API de GEE.

2.1.2.1. Pantalla de repositorio

➤ Script

La pantalla de repositorios es el espacio donde se guardan y ordenan las rutinas o scripts del usuario. En ella se pueden crear repositorios y carpetas para organizar los archivos de código, como se muestra a continuación. Para ello se generar su nombre de usuario puedan ubicarlo.

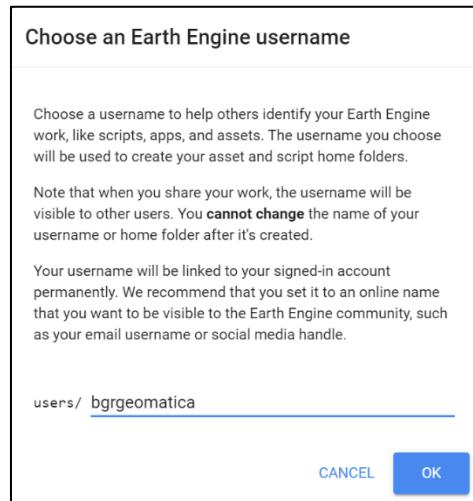


Figura 12. Nombre de usuario

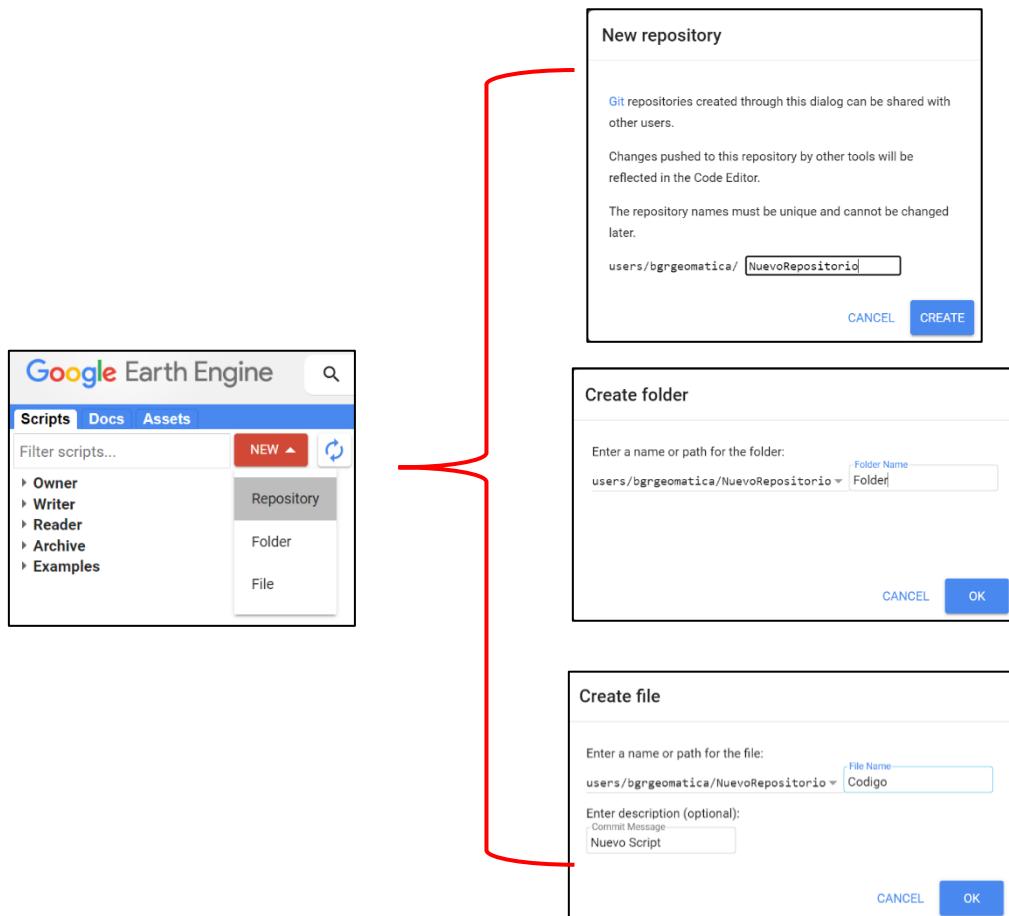


Figura 13. Opciones disponibles dentro de la pestaña de New.

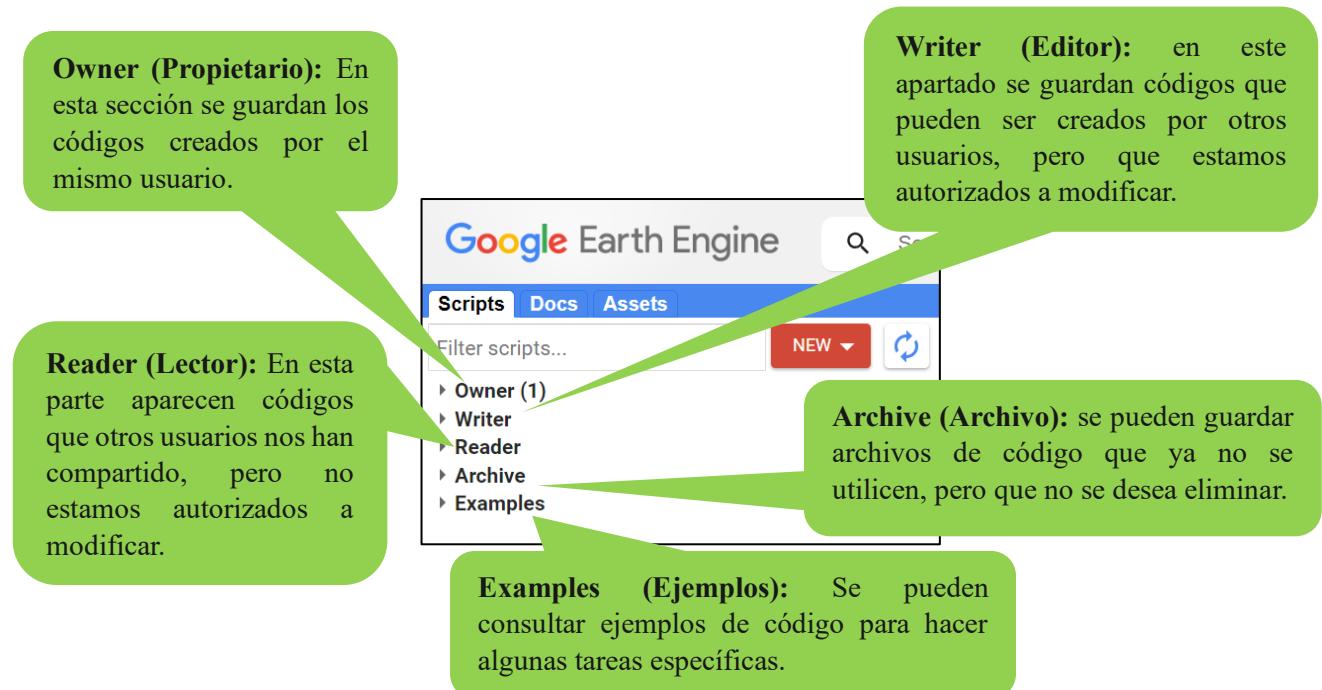


Figura 14. Vista del panel de repositorio dentro de Code Editor

➤ Docs

Es un área donde se pueden consultar todos los métodos y algoritmos que se encuentran preprogramados y cargados en GEE, como caja de herramientas. Además, para cada método se indica lo que hace, la entrada que requiere y el tipo de objeto que se obtiene como salida, así como los argumentos del método.

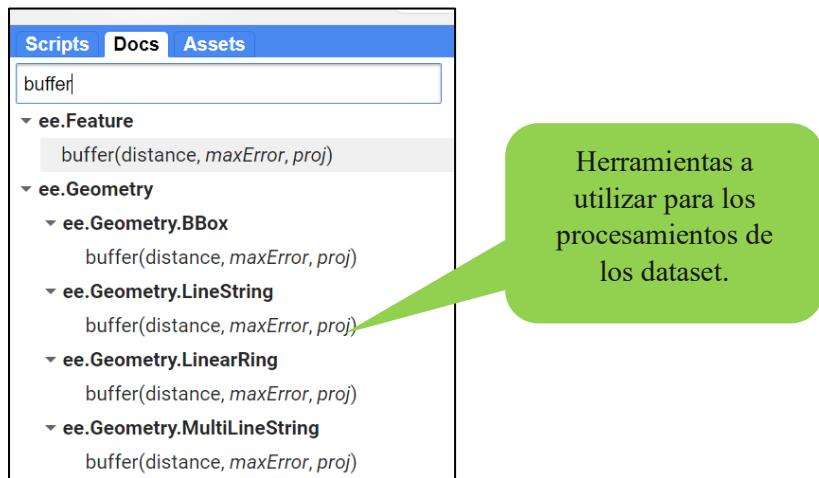


Figura 15. Herramientas en GEE.

➤ Assets

La primera vez que se accede a la pestaña de Assets, visualizará el proyecto generado en Google cloud “[“ee-bgrgeomatica”](#)”, donde se va crear carpetas para guardar de forma ordenada los archivos que se van a subir en GEE. Si tienes varios proyectos puedes seleccionar “[“ADD A PROJECT”](#) para cambiar otro proyecto.

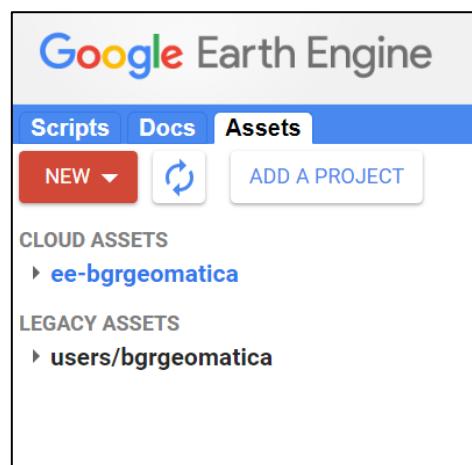


Figura 16. Visualización assets

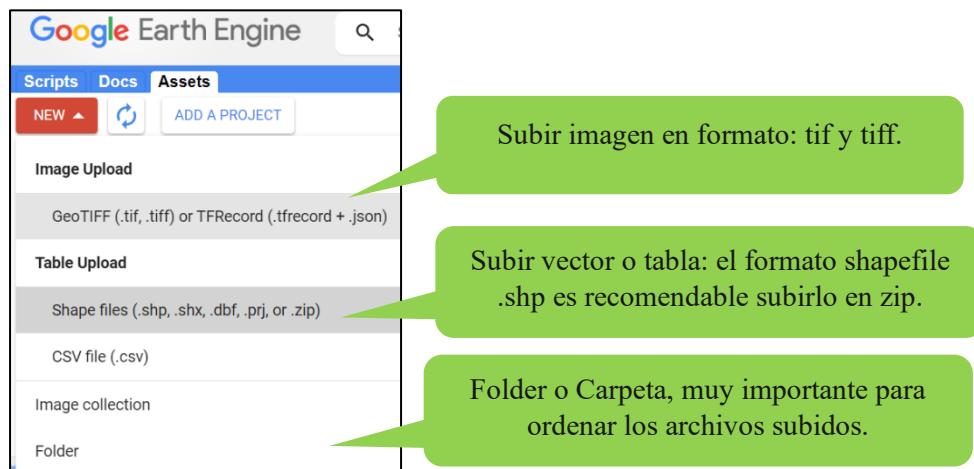


Figura 17. Característica de assets.

2.1.2.2.Pantalla de rutina

Esta ventana es donde se va a escribir el código en JavaScript y cuenta con varios botones en la parte superior.

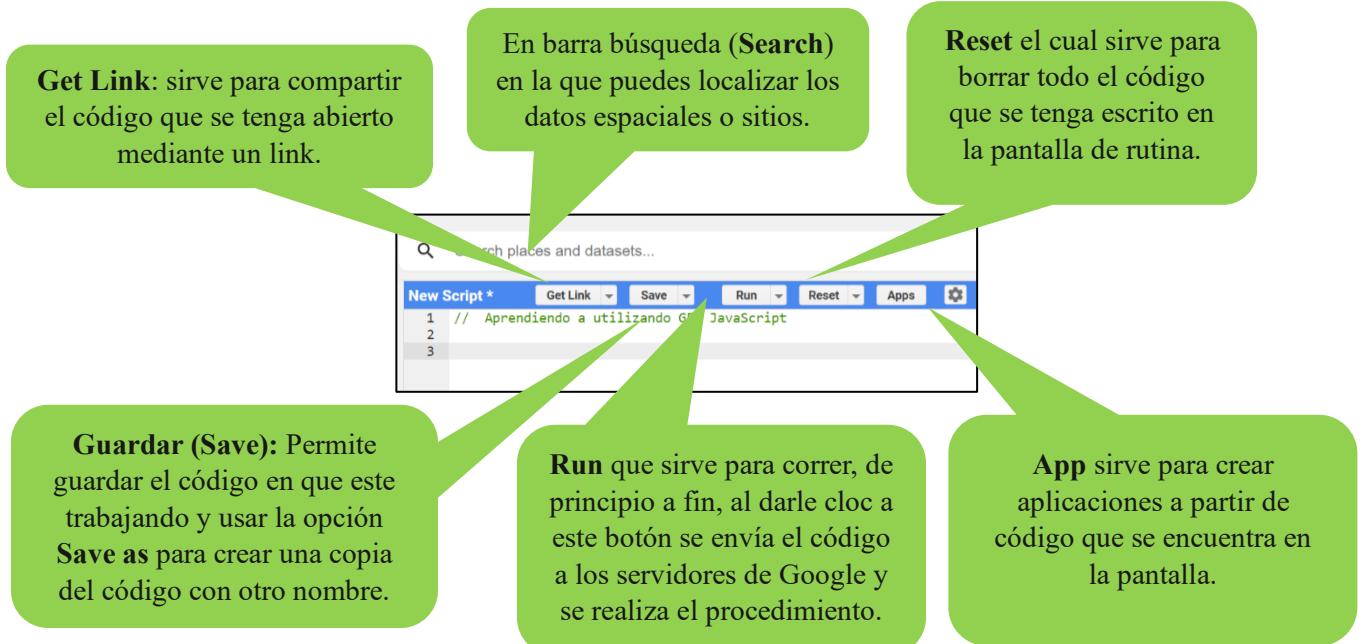


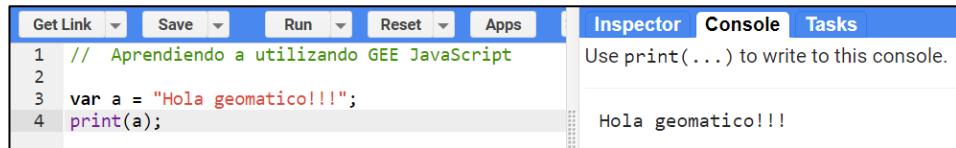
Figura 18. Características de la pantalla de rutina.

2.1.2.3.Pantalla de control

La pantalla de control contiene tres pestañas: Console (consola), Inspector (inspector) y Tasks (tareas).

✓ Console

La consola consiste en la pantalla de comunicación con el servidor. En ella se muestran los errores que se obtienen al correr un código o se puede mostrar la información indicada por la función `print()`.



The screenshot shows a software interface with a toolbar at the top containing 'Get Link', 'Save', 'Run', 'Reset', 'Apps', 'Inspector', 'Console' (which is highlighted in blue), and 'Tasks'. Below the toolbar is a code editor window with the following content:

```
1 // Aprendiendo a utilizando GEE JavaScript
2
3 var a = "Hola geomatico!!!";
4 print(a);
```

To the right of the code editor is a panel labeled 'Console' with the text 'Use print(...) to write to this console.' Below this, the output of the code is shown:

```
Hola geomatico!!!
```

Figura 19. Imprimiendo una variable texto en JavaScript.

✓ Inspector

Permite consultar los valores de las capas que se muestran en el mapa, al dar clic sobre el punto de interés.

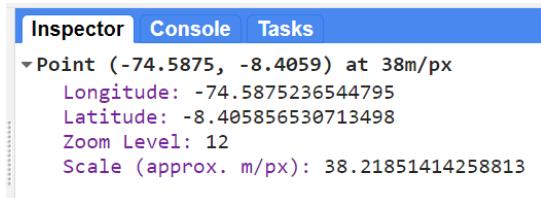


Figura 20. Visualización inspector.

✓ Tasks

En esta pestaña se muestran las tareas que se hayan exportado mediante la función `Export` y permite correr el trabajo de exportación al sitio donde el usuario le haya indicado (drive, assets). Además, esta pestaña tiene otras funcionalidades:

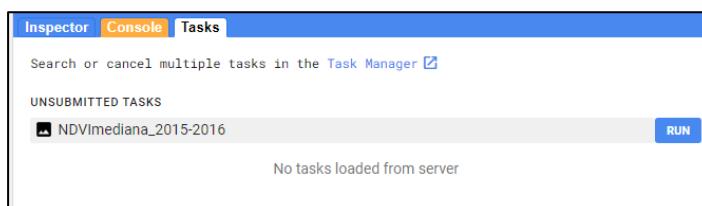


Figura 21. Vista de la pestaña de Tasks.

2.1.2.4. Pantalla de mapa

Es donde se va visualizar los datos espaciales raster o vecoriales cuando hacemos un llamado con la herramienta `Map.addLayer()`.

Dibujar o visualizar puntos, líneas, polígonos o rectángulos

Se puede seleccionar mapa base: Mapa o Satélite



Figura 22. Visualización de la pantalla del mapa.

2.2. Python

Es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y de propósito general, creado por Guido van Rossum y lanzado por primera vez en 1991. Es conocido por su sintaxis clara y legible, lo que lo convierte en una excelente opción para principiantes y expertos por igual.

Python es un lenguaje multipropósito que se puede utilizar para una amplia variedad de tareas, incluyendo:

- **Desarrollo web:** Con frameworks como Django y Flask, Python es una opción popular para construir aplicaciones web dinámicas y escalables.
- **Análisis de datos:** Bibliotecas como NumPy, Pandas y Matplotlib hacen que Python sea una opción líder para el análisis y visualización de datos.
- **Aprendizaje automático y inteligencia artificial:** Con bibliotecas como TensorFlow, PyTorch y scikit-learn, Python es ampliamente utilizado en el campo del aprendizaje automático y la inteligencia artificial.
- **Automatización de tareas:** Python es ideal para escribir scripts que automatizan tareas repetitivas y simplifican procesos.
- **Desarrollo de aplicaciones de escritorio y juegos:** Con bibliotecas como Tkinter y Pygame, Python se puede utilizar para desarrollar una amplia variedad de aplicaciones de escritorio y juegos.

2.2.1. Instalación de Python en Windows

Paso 1. Descargar Python de la página oficial para windows versión estable y recomendado es 3.9.13:

<https://www.python.org/downloads/release/python-3913/> , esta versión se recomienda porque es compatible con QGIS estable y ArcGIS Pro, con muchas librerías que funcionan correctamente.

Version	Operating System	Description	MD5 Sum	File Size	GPG
Gzipped source tarball	Source release		eafda83543bad127cadef4d288fdab87	26355887	SIG
XZ compressed source tarball	Source release		5e2411217b0060828d5f923eb422a3b8	19754368	SIG
macOS 64-bit Intel-only installer	macOS	for macOS 10.9 and later, deprecated	671848930809decf27f586dd98c6e9b	30997161	SIG
macOS 64-bit universal2 installer	macOS	for macOS 10.9 and later	76b63cf623e32cdf27c5033434bd69ce	38821163	SIG
Windows embeddable package (32-bit)	Windows		fec0bc06857502a56dd1aeaea6488ef8	7729405	SIG
Windows embeddable package (64-bit)	Windows		57731cf80b1c429a0e7133266d7d7cf	8570740	SIG
Windows help file	Windows		c86feba059b340a1de2a9d2ee7059a6d	8953644	SIG
Windows installer (32-bit)	Windows		46c35b0a2a4325c275b2ed3187b08ac4	28096840	SIG
Windows installer (64-bit)	Windows	Recommended	e7062b85c3624af82079794729618eca	29235432	SIG

Figura 23. Página descargar Python 3.9.13

Paso 2. Ejecutar el archivo anterior y se abrirá una ventana de install Python 3.9.13 (64-bit), activar Add Python 3.9 to PATH y luego configurar la instalación en Customize installation.

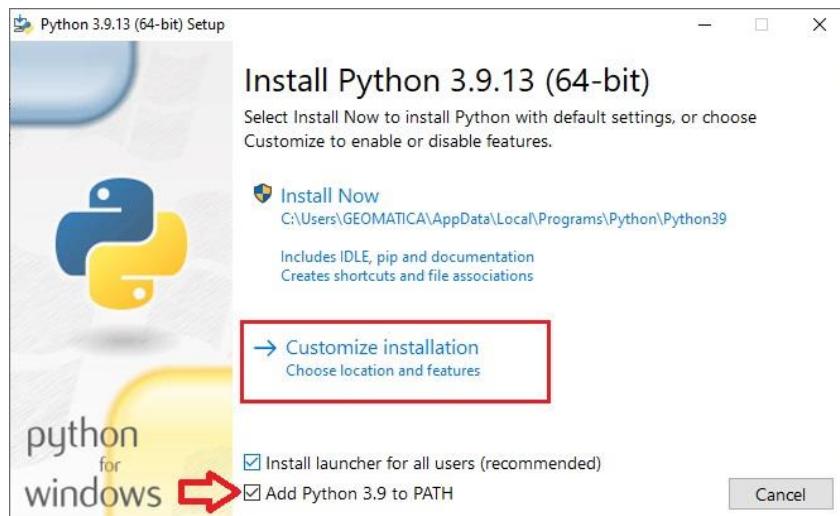


Figura 24. Instalación Python 3.9.13

Paso 3. En la siguiente secuencia activar todas las opciones Features.

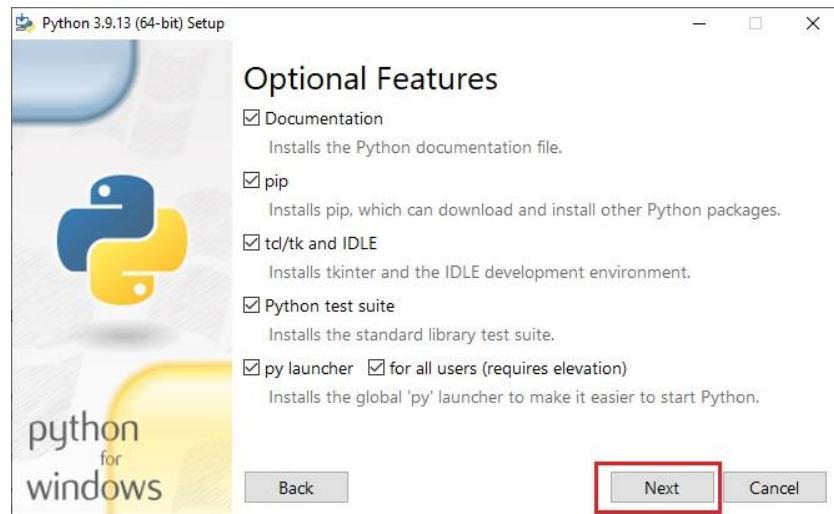


Figura 25. Activamos todas las opciones features.

Paso 4. En este paso es muy importante crear una carpeta en el disco C:/Python39 donde se va instalar Python. Por último botón Install.

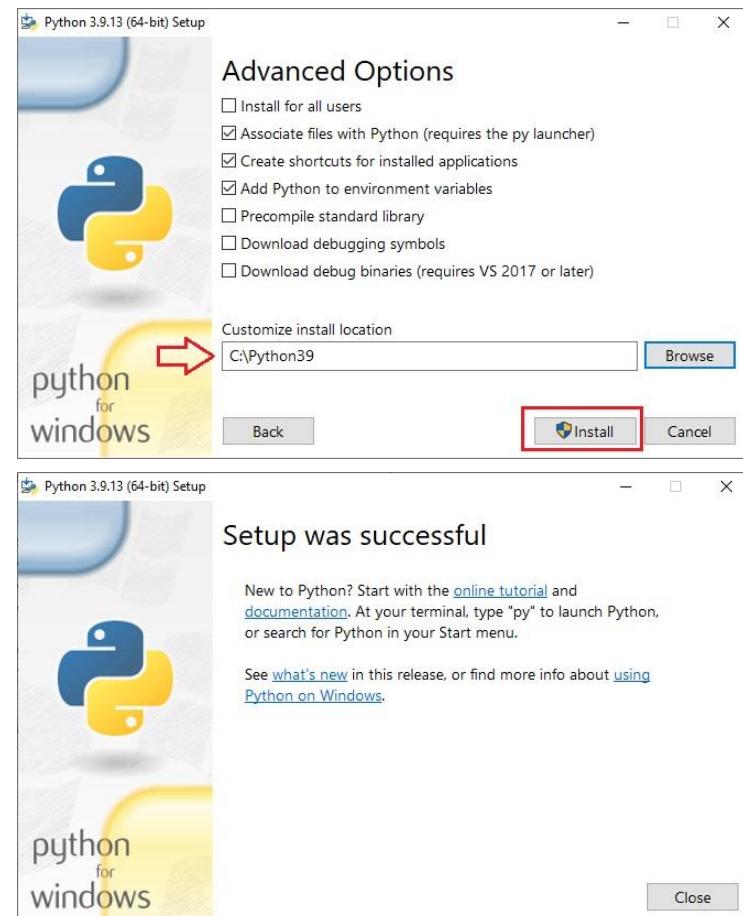
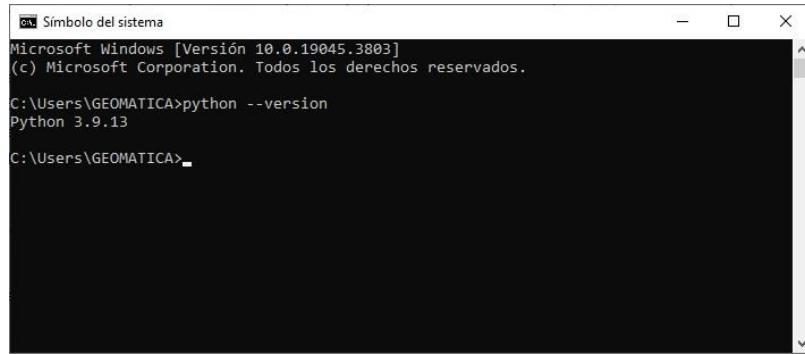


Figura 26. Crear una carpeta en C y install.

Paso 5. Ahora verificamos en inicio abrimos Símbolo del sistema buscando CMD. Escribimos python --version donde nos responderá la versión de Python.



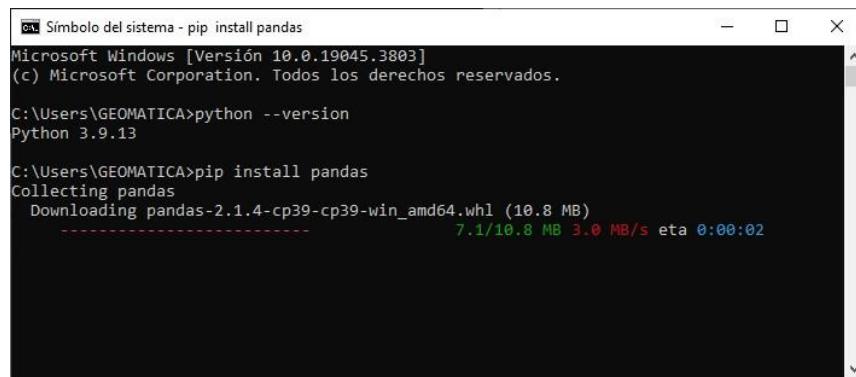
```
C:\ Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\GEMOTICA>python --version
Python 3.9.13

C:\Users\GEMOTICA>
```

Figura 27. Ventana de Simbología del sistema ponemos Python –version.

Paso 6. Ahora vamos a instalar la librería de pandas con el comando: **pip install pandas** y es muy importante estar conectado a internet para que automáticamente se descargue e instale.



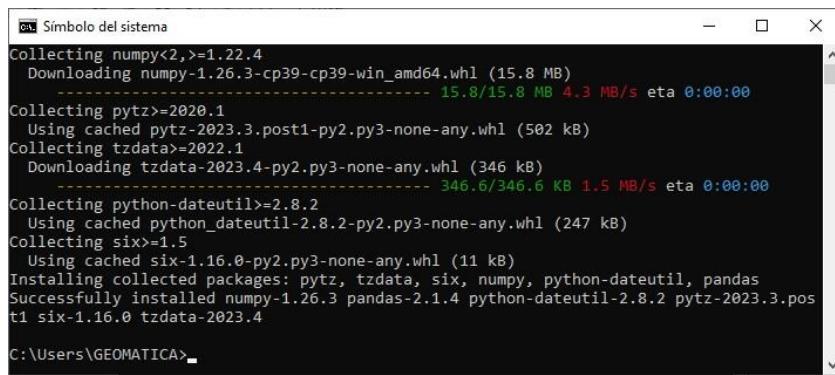
```
C:\ Símbolo del sistema - pip install pandas
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\GEMOTICA>python --version
Python 3.9.13

C:\Users\GEMOTICA>pip install pandas
Collecting pandas
  Downloading pandas-2.1.4-cp39-cp39-win_amd64.whl (10.8 MB)
    7.1/10.8 MB 3.0 MB/s eta 0:00:02
```

Figura 28. Instalación de la librería de pandas

También se va instalar sus dependencias de la librería.



```
C:\ Símbolo del sistema
Collecting numpy<2,>=1.22.4
  Downloading numpy-1.26.3-cp39-cp39-win_amd64.whl (15.8 MB)
    15.8/15.8 MB 4.3 MB/s eta 0:00:00
collecting pytz>=2020.1
  Using cached pytz-2023.3.post1-py2.py3-none-any.whl (502 kB)
collecting tzdata>=2022.1
  Downloading tzdata-2023.4-py2.py3-none-any.whl (346 kB)
    346.6/346.6 KB 1.5 MB/s eta 0:00:00
collecting python-dateutil>=2.8.2
  Using cached python_dateutil-2.8.2-py2.py3-none-any.whl (247 kB)
Collecting six>=1.5
  Using cached six-1.16.0-py2.py3-none-any.whl (11 kB)
Installing collected packages: pytz, tzdata, six, numpy, python-dateutil, pandas
Successfully installed numpy-1.26.3 pandas-2.1.4 python-dateutil-2.8.2 pytz-2023.3.post1 six-1.16.0 tzdata-2023.4
```

Figura 29. Visualización de la instalación de dependencia pandas.

Paso 7. Para el mejor aprendizaje en Python se va utilizar Jupyter notebook: **pip install jupyter notebook** y Jupyter lab: **pip install jupyterlab**.

```

Símbolo del sistema
Downloading tzdata-2023.4-py2.py3-none-any.whl (346 kB) 346.6/346.6 KB 1.5 MB/s eta 0:00:00
  collecting python-dateutil>=2.8.2
    Using cached python_dateutil-2.8.2-py2.py3-none-any.whl (247 kB)
  Collecting six>=1.5
    Using cached six-1.16.0-py2.py3-none-any.whl (11 kB)
  Installing collected packages: pytz, tzdata, six, numpy, python-dateutil, pandas
    Successfully installed numpy-1.26.3 pandas-2.1.4 python-dateutil-2.8.2 pytz-2023.3.post1 six-1.16.0 tzdata-2023.4
C:\Users\GEMOTICA>pip install jupyter notebook

```

Figura 30. Instalación de Jupyter Notebook y Lab.

Paso 8. Luego de instalar las librerías básicas vamos a iniciar JupyterLab: **jupyter-lab.exe**.

```

Símbolo del sistema
Requirement already satisfied: pure-eval in c:\python39\lib\site-packages (from stack-data->ipython>=7.23.1->ipykernel->jupyterlab) (0.2.2)
Requirement already satisfied: executing>=1.2.0 in c:\python39\lib\site-packages (from stack-data->ipython>=7.23.1->ipykernel->jupyterlab) (2.0.1)
Requirement already satisfied: pycparser in c:\python39\lib\site-packages (from cffi>=1.0.1->argon2-cffi-bindings->argon2-cffi->jupyter-server<3,>=2.4.0->jupyterlab) (2.21)

Requirement already satisfied: arrow>=0.15.0 in c:\python39\lib\site-packages (from isoduration->jsonschema>=4.18.0->jupyterlab-server<3,>=2.19.0->jupyterlab) (1.3.0)
Requirement already satisfied: types-python-dateutil>=2.8.10 in c:\python39\lib\site-packages (from arrow>=0.15.0->isoduration->jsonschema>=4.18.0->jupyterlab-server<3,>=2.19.0->jupyterlab) (2.8.19.20240106)
C:\Users\GEMOTICA>jupyter-lab.exe

```

Figura 31. Ejecutar el IDE de Jupyter-lab.exe

Paso 8. Ahora ya puedes iniciar en el mundo de Python con el mejor IDE JupyterLab.

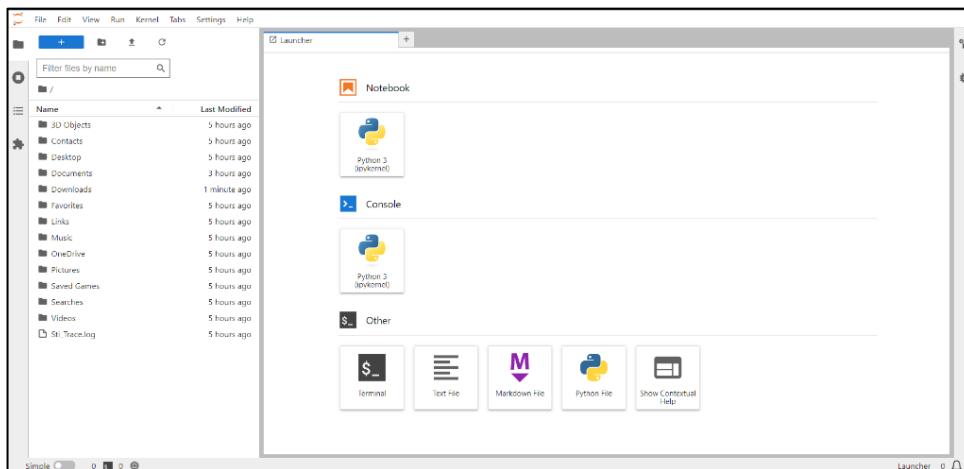


Figura 32. Primera visualización de Jupyter lab.

2.2.2. Introducción al uso del IDE Jupyter

El Jupyter Notebook (Cuaderno Jupyter) es un Software libre, estándares abiertos y servicios web para computación interactiva en todos los lenguajes de programación



JupyterLab es el último entorno de desarrollo interactivo basado en la web para cuadernos, código y datos. Su interfaz flexible permite a los usuarios configurar y organizar flujos de trabajo en ciencia de datos, computación científica, SIG, Teledetección, etc.

a) Iniciando con JupyterLab

Abrir en inicio CMD (Sistema de simbología) poner el código siguiente para abrir jupyterlab que se encuentra ya instalado en Python: [JupyterLab.exe](#), donde esta pantalla del sistema no se debe cerrar cuando se trabaja con JupyterLab.

```
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\GEOFORMATICA>jupyter-lab.exe
[I 2024-04-01 10:04:25.168 ServerApp] jupyter_lsp | extension was successfully linked.
[I 2024-04-01 10:04:25.174 ServerApp] jupyter_server_terminals | extension was successfully linked.
[I 2024-04-01 10:04:25.181 ServerApp] jupyterlab | extension was successfully linked.
[I 2024-04-01 10:04:25.187 ServerApp] notebook | extension was successfully linked.
[I 2024-04-01 10:04:25.542 ServerApp] notebook_shim | extension was successfully linked.
[I 2024-04-01 10:04:25.579 ServerApp] notebook_shim | extension was successfully loaded.
[I 2024-04-01 10:04:25.581 ServerApp] jupyter_lsp | extension was successfully loaded.
[I 2024-04-01 10:04:25.582 ServerApp] jupyter_server_terminals | extension was successfully loaded.
[I 2024-04-01 10:04:25.585 LabApp] JupyterLab extension loaded from C:\Python39\lib\site-packages\jupyterlab
[I 2024-04-01 10:04:25.585 LabApp] JupyterLab application directory is C:\Python39\share\jupyter\lab
[I 2024-04-01 10:04:25.586 LabApp] Extension Manager is 'pypi'.
[I 2024-04-01 10:04:25.603 ServerApp] jupyterlab | extension was successfully loaded.
[I 2024-04-01 10:04:25.608 ServerApp] notebook | extension was successfully loaded.
```

Figura 33. Ejecutar jupyter-lab.exe

b) Creación de carpeta

Para una forma ordenada de los archivos de los scripts, documentos, datos espaciales, es recomendable acomodar en carpetas.

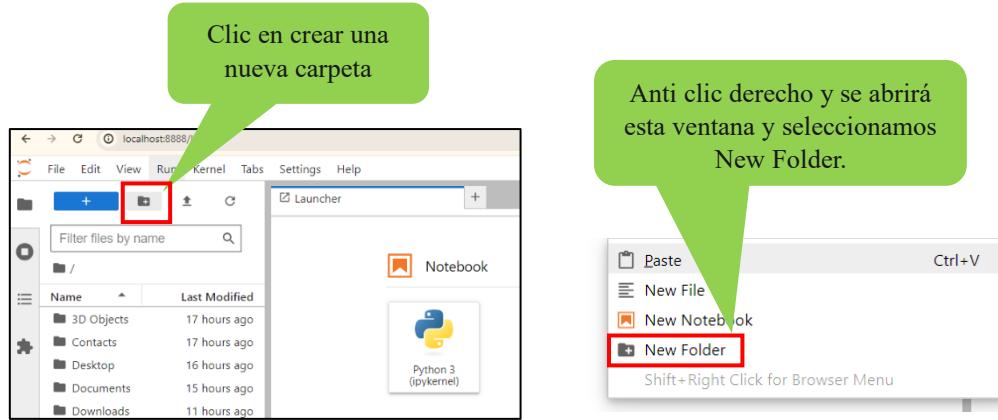


Figura 34. Creación de carpeta: “01_BGR_PAM”.

c) Creación de scripts

Dentro de la carpeta creada 01_BGR_PAM crear una sub carpeta llamada: Script, para guardar todos los scripts que se va ir creando.

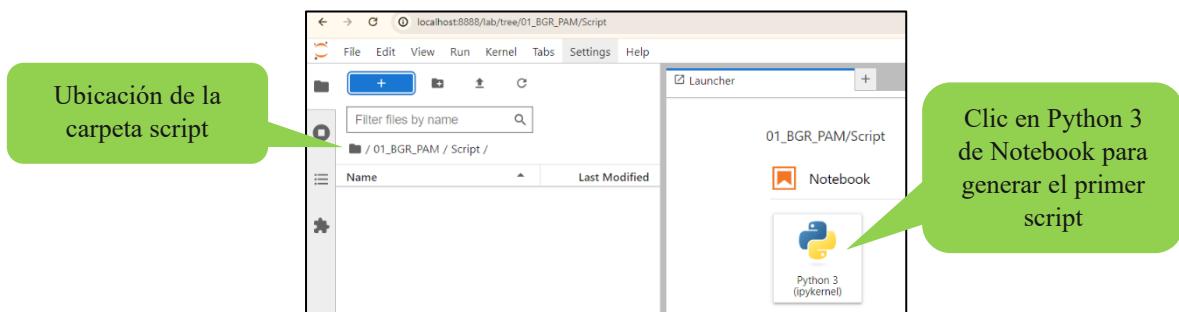


Figura 35. Creación de nuevo script.

d) Cambiar el nombre del script

Por defecto se crea el nombre del script, es importante cambiarlo para saber el contenido del código. Para ello se selecciona el script que se desea cambiar y anti clic derecho seleccionar [Rename](#).

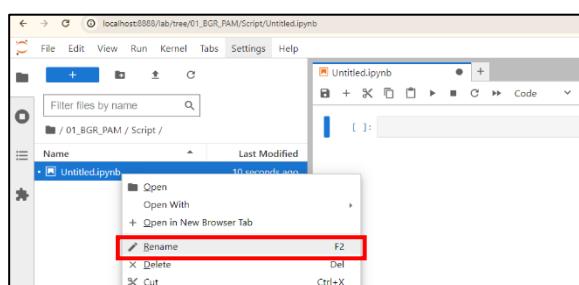


Figura 36. Lo cambiamos con el nombre: 01_Introduccion_Python.

El trabajo en Jupyter se desarrolla a través de celdas pueden estar en distintos modos: **Código o Markdown**. Mientras en el modo código se escribirán las instrucciones para que Jupyter execute, en el modo Markdown se incluirán el texto, el formato, las imágenes o el video de acompañamiento.

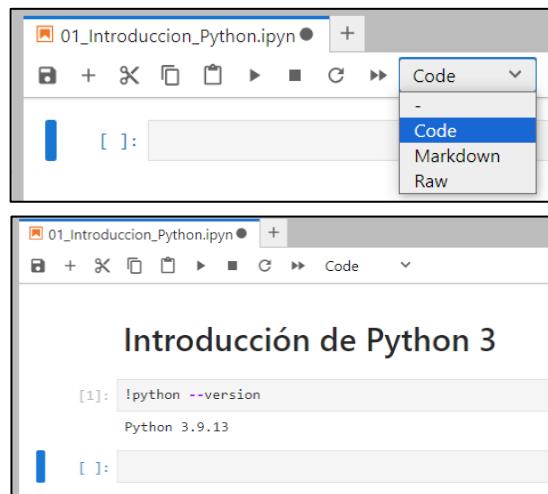


Figura 37. Cambio de modos para desarrollar en Python.

2.2.3. Conexión de Google Earth Engine en Python

2.2.3.1. Instalar la API Python de Google Earth Engine

Asegúrate de tener instalado Python en tu sistema y luego instala la API de Earth Engine Python ejecutando el siguiente comando en tu terminal o símbolo del sistema: “[pip install earthengine-api](#)”

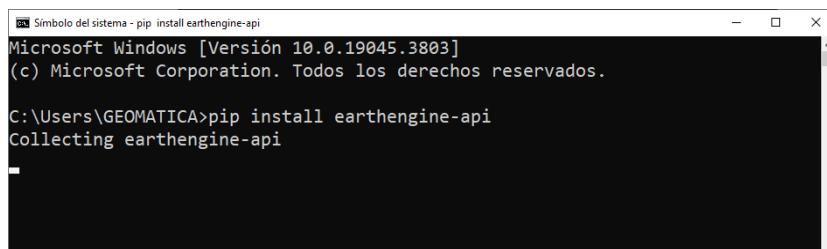


Figura 38. Instalación de la librería earthengine-api.

2.2.3.2. Instalar Google Cloud CLI

Google Earth Engine utiliza Google Cloud para la autenticación. También debe instalar e inicializar la herramienta de línea de comandos (CLI) de Google Cloud antes de poder activar la API de Earth Engine.

Paso 1. Visita la página: <https://cloud.google.com/sdk/docs/install> y Seleccione su sistema operativo para ver las instrucciones de instalación.

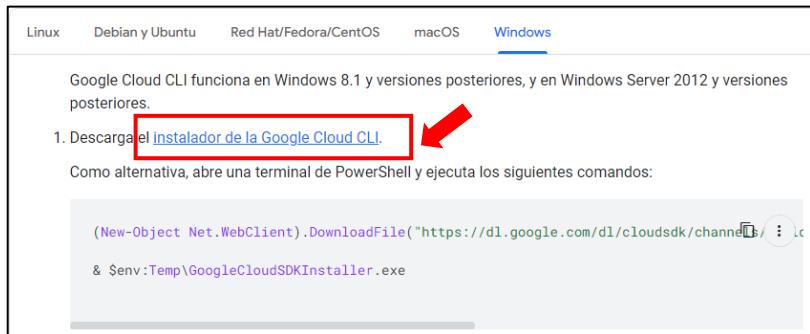


Figura 39. Descarga de Google Cloud CLI.

Paso 2. Instalar Google Cloud CLI con los siguientes pasos a seguir, ver figura 40 y 41 del proceso de instalación.

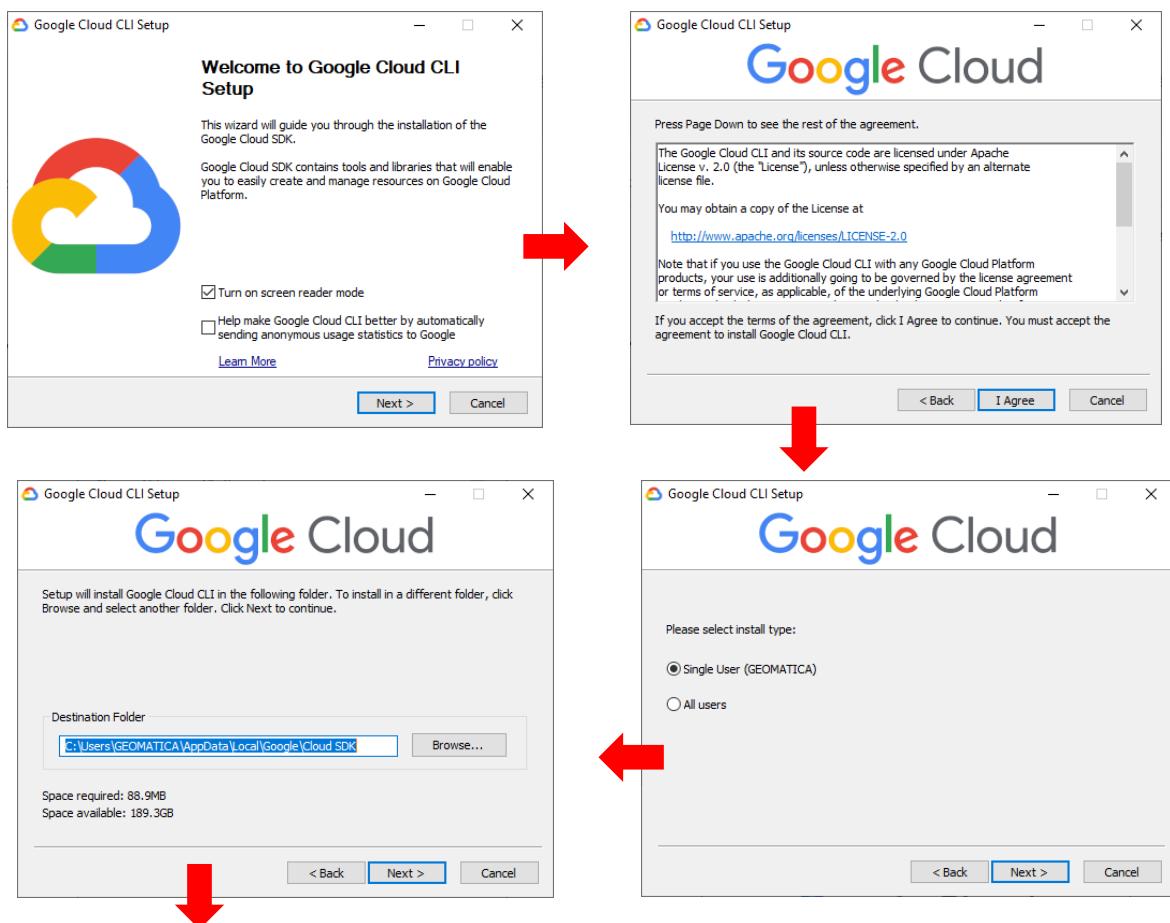


Figura 40. Proceso de instalación parte 1.

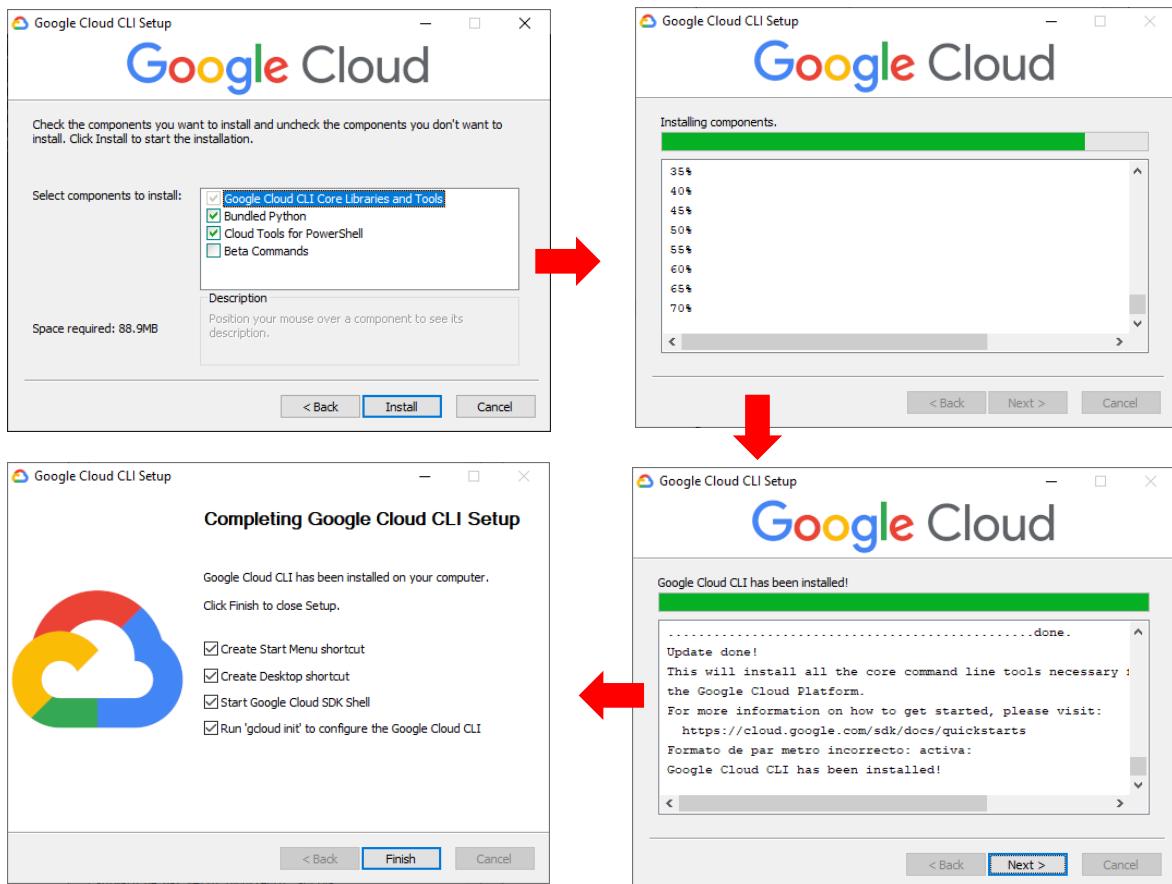


Figura 41. Proceso de instalación parte 2.

Paso 3. Si activaste la opción anterior de Run “`gcloud init`” to configure the Google Cloud CLI Se abrirá esta ventana ejecutándose. Donde se escribirá la letra “`Y`” para continuar la configuración.

```
C:\Windows\SYSTEM32\cmd.exe - gcloud init
Welcome to the Google Cloud CLI! Run "gcloud -h" to get the list of available commands.
---
Welcome! This command will take you through the configuration of gcloud.

Your current configuration has been set to: [default]

You can skip diagnostics next time by using the following flag:
  gcloud init --skip-diagnostics

Network diagnostic detects and fixes local network connection issues.
Checking network connection...done.
Reachability Check passed.
Network diagnostic passed (1/1 checks passed).

You must log in to continue. Would you like to log in? (Y/n)?
```

Figura 42. Activación en Google cloud CLI mediante email.

Paso 4. Seleccionamos el correo que estamos registrado en GEE para luego dar acceso a Google cloud SDK.

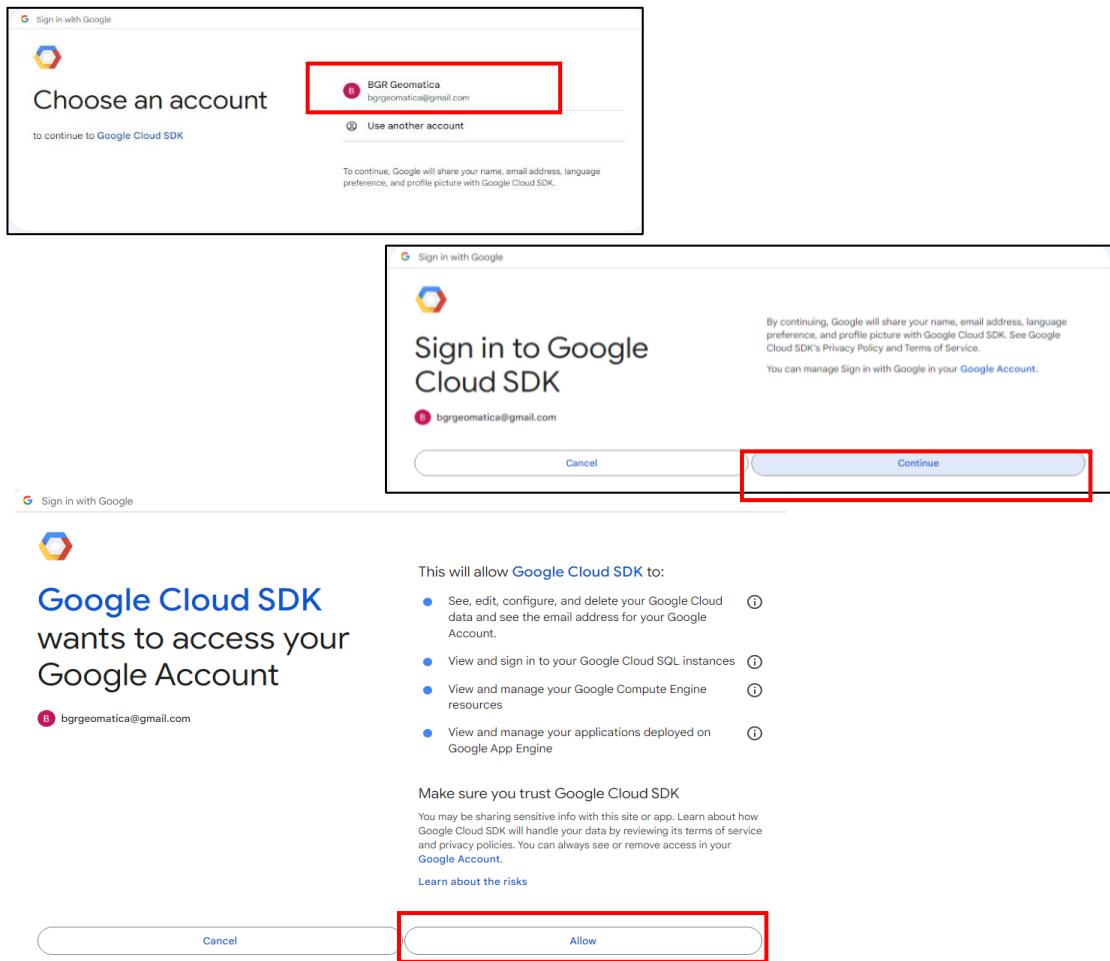


Figura 43. Paso para el permiso Google cloud SDK.

Paso 5. Seleccionamos el proyecto que se va trabajar con GEE y Google Cloud, de mi proyecto es [2] ee-bgrgeomatica, entonces es seleccionar la opción 2.

```
Your browser has been opened to visit:
https://accounts.google.com/o/oauth2/auth?response_type=code&client_id=32555940559.apps.googleusercontent.com&redirect_uri=http%3A%2F%2flocalhost%3A8085%2F&scope=openid+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fuserinfo.email+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fcloud-platform+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fappengine.admin+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fsqlservice.login+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fcompute+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Faccounts.reauth&state=jyu7fgwC3PwGBWEgvUgjmjyWgu4cUuD&access_type=offline&code_challenge=pgkLlD_B1e1N13k1joTLKXZW_JvF0xsnOGIjE0dLEAQ&code_challenge_method=S256
You are logged in as: [bgrgeomatica@gmail.com].
Pick cloud project to use:
[1] able-copilot-418919
[2] ee-bgrgeomatica
[3] Enter a project ID
[4] Create a new project
Please enter numeric choice or text value (must exactly match list item): 2
```

Figura 44. Selección del proyecto de GEE.

2.2.3.3. Configuración de la autenticación GEE – Python

Antes de poder utilizar la API de Earth Engine Python, necesitas autenticarte. Para ello, sigue estos pasos:

- a) Abre un terminal o símbolo del sistema y ejecuta el siguiente comando: “`jupyter-lab.exe`”, para abrir el IDE de JupyterLab.

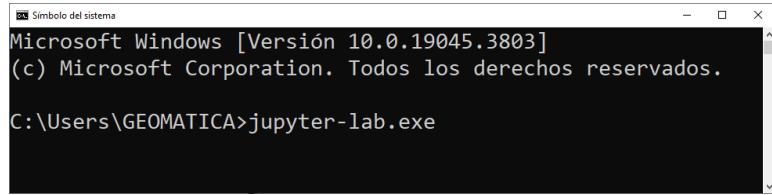


Figura 45. Ejecutar jupyter-lab.exe

- b) En ello vamos a importar GEE con código: `import ee` y solicitamos la autenticación GEE mediante código: `ee.Authenticate()`, donde se abrirá una nueva ventana para aceptar las solicitudes de autenticación con el correo registrado.

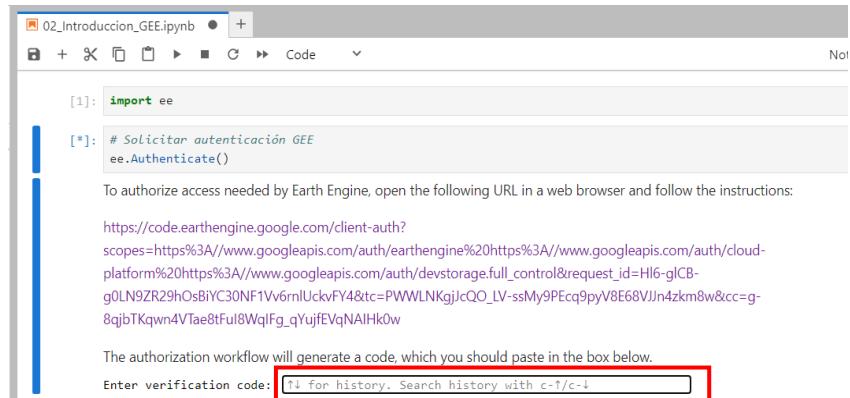


Figura 46. Autenticación de GEE.

- c) Al abrirse la nueva página se podrá generar el token de autenticación mediante jupyter notebook.

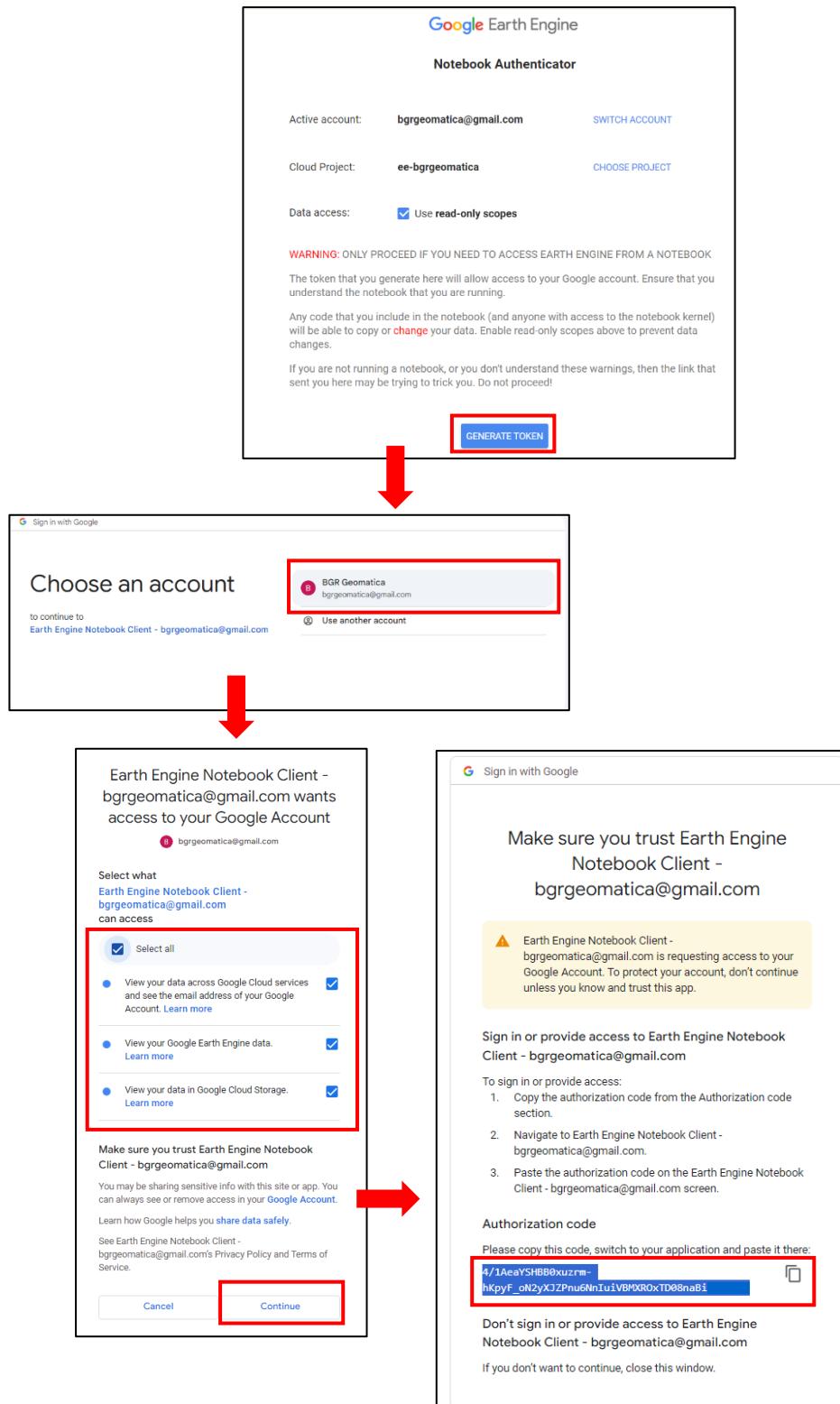
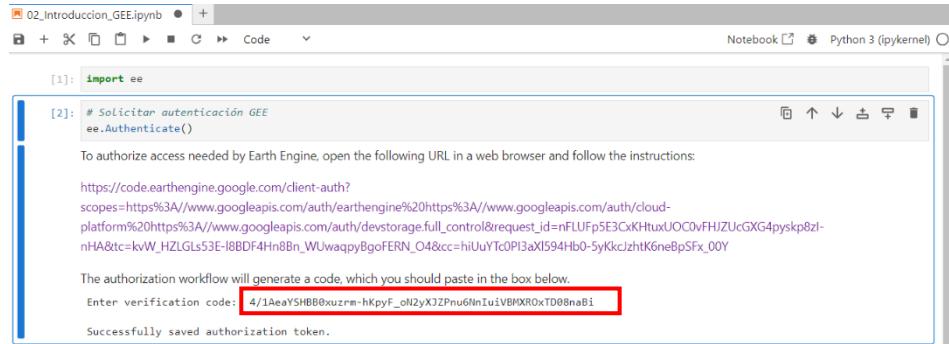


Figura 47. Generación del toque de autorización.

d) Por último, se pega el token generado y le damos un enter y se guardará en la computadora esta configuración, solo se realiza una sola vez.



```
[1]: import ee
[2]: # Solicitar autenticación GEE
ee.Authenticate()

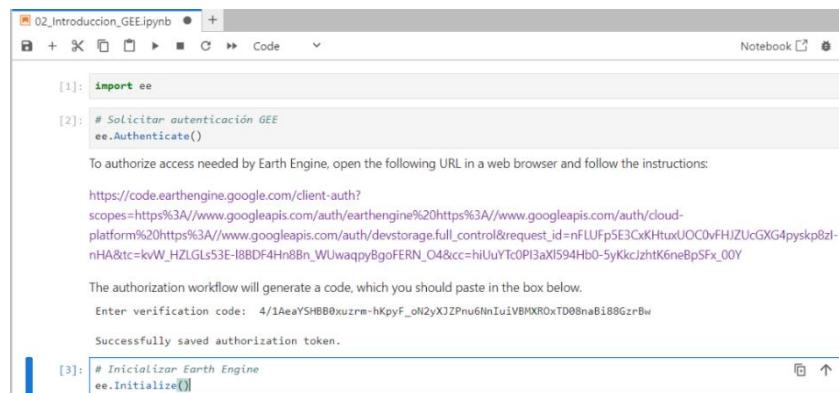
To authorize access needed by Earth Engine, open the following URL in a web browser and follow the instructions:
https://code.earthengine.google.com/client-auth?
scopes=https%3A//www.googleapis.com/auth/earthengine%20https%3A//www.googleapis.com/auth/cloud-
platform%20https%3A//www.googleapis.com/auth/devstorage.full_control&request_id=fLUFp5E3CxKHTuxUOC0vFHJZUcGXG4pskp8zI-
nHA&tc=kvW_HZLGLs53E-l8BDF4Hn8Bn_WUwaqpyBgoFERN_O4&cc=hiUuYtC0P13aXl594Hb0-5yKkcJzhtK6neBpSFx_00Y

The authorization workflow will generate a code, which you should paste in the box below.
Enter verification code: 4/1AeaYSHB8B0xuzrm-hKpyF_ohI2yXJZPnu6NluiVBMR0xTD08naBi

Successfully saved authorization token.
```

Figura 48. Pegamos el código y un enter script.

e) Ahora si vamos a poder inicializar de forma sencilla GEE en Python, con el código: “`ee.Initialize()`”.



```
[1]: import ee
[2]: # Solicitar autenticación GEE
ee.Authenticate()

To authorize access needed by Earth Engine, open the following URL in a web browser and follow the instructions:
https://code.earthengine.google.com/client-auth?
scopes=https%3A//www.googleapis.com/auth/earthengine%20https%3A//www.googleapis.com/auth/cloud-
platform%20https%3A//www.googleapis.com/auth/devstorage.full_control&request_id=fLUFp5E3CxKHTuxUOC0vFHJZUcGXG4pskp8zI-
nHA&tc=kvW_HZLGLs53E-l8BDF4Hn8Bn_WUwaqpyBgoFERN_O4&cc=hiUuYtC0P13aXl594Hb0-5yKkcJzhtK6neBpSFx_00Y

The authorization workflow will generate a code, which you should paste in the box below.
Enter verification code: 4/1AeaYSHB8B0xuzrm-hKpyF_ohI2yXJZPnu6NluiVBMR0xTD08naBiB8GzrBw

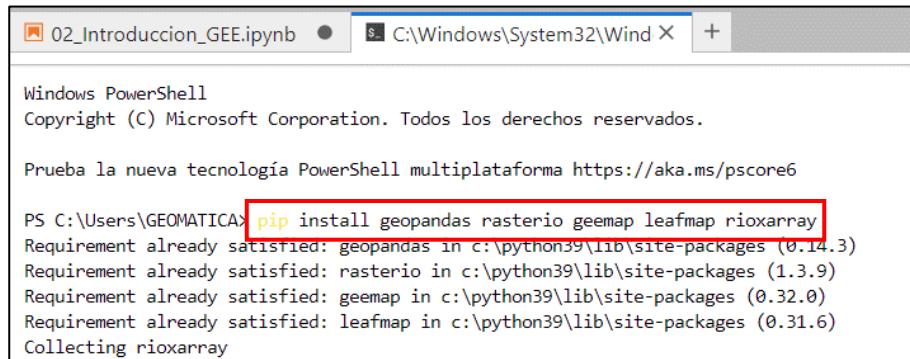
Successfully saved authorization token.
[3]: # Inicializar Earth Engine
ee.Initialize()
```

Figura 49. Inicializamos en GEE en Python.

2.2.3.4. Instalación de librerías Geomática en Python:

Después de haber autenticado correctamente, ya podemos instalar otras librerías muy importantes en el mundo de geomática utilizando el código:

“`pip install geopandas rasterio geemap leafmap rioxarray`”



```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

Prueba la nueva tecnología PowerShell multiplataforma https://aka.ms/pscore6

PS C:\Users\GEOMATICA> pip install geopandas rasterio geemap leafmap rioxarray
Requirement already satisfied: geopandas in c:\python39\lib\site-packages (0.14.3)
Requirement already satisfied: rasterio in c:\python39\lib\site-packages (1.3.9)
Requirement already satisfied: geemap in c:\python39\lib\site-packages (0.32.0)
Requirement already satisfied: leafmap in c:\python39\lib\site-packages (0.31.6)
Collecting rioxarray
```

Figura 50. Instalar librerías de geomática.

2.3. Pix4Dmapper



El software líder en fotogrametría para mapeo profesional con drones



➤ Capture

Capture imágenes RGB, térmicas o multiespectrales con cualquier cámara o dron e impórtelas a PIX4Dmapper.



➤ Digitalice

PIX4Dmapper transforma sus imágenes en modelos espaciales digitales. Procese sus proyectos sin problema utilizando la nube o la plataforma de fotogrametría de escritorio.



➤ Controle

Evalúe y mejore la calidad de su proyecto. El informe de calidad le proporciona una vista previa de los resultados generados, detalles de calibración y muchos más indicadores de calidad del proyecto.



➤ Mida e inspeccione

Mida distancias, áreas y volúmenes. Extraiga los datos del perfil de elevación y realice inspecciones virtuales.



➤ Colabore y comparta

Optimice la comunicación del proyecto y el trabajo en equipo. Cree confianza entre sus clientes. Seleccione y comparta con seguridad los datos y perspectivas del proyecto con su equipo, clientes y proveedores.

2.3.1. Solicitud de una licencia prueba Pix4Dmapper

Link página oficial: <https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dmapper-fotogrametria-software/>



Figura 51. Página oficial de Pix4D

The image contains two side-by-side screenshots of the Pix4D account creation process.

Left Screenshot: A form titled 'Cree su cuenta' (Create your account). It asks for 'Correo electrónico*' (Email address*) and provides a field with the value 'bgrgeomatica@gmail.com'. Below this, a note says 'Las pruebas funcionan mejor con una dirección de correo electrónico profesional' (Tests work better with a professional email address). A blue button labeled 'Continúe en' (Continue) is at the bottom.

Right Screenshot: A more detailed form titled 'Cree su cuenta' (Create your account). It includes fields for 'Contraseña*' (Password*), 'Nombre*' (Name*), 'Apellido*' (Last name*), 'País*' (Country*), 'Preferred language*', 'Empresa*', 'Industria*', and dropdown menus for 'Pais*', 'Preferred language*', 'Empresa*', and 'Industria*'. At the bottom, there are two checked checkboxes: 'Sí, estoy de acuerdo con EULA, y Términos y Condiciones Generales de Pix4D.' (Yes, I agree with the EULA, and the Terms and Conditions of Pix4D.) and 'Sí, acepto la Política de privacidad de Pix4D.' (Yes, I accept the Pix4D Privacy Policy.). Below these is a blue 'Continúe en' (Continue) button and a 'Volver' (Back) link.

Figura 52. Creamos una cuenta en Pix4D.

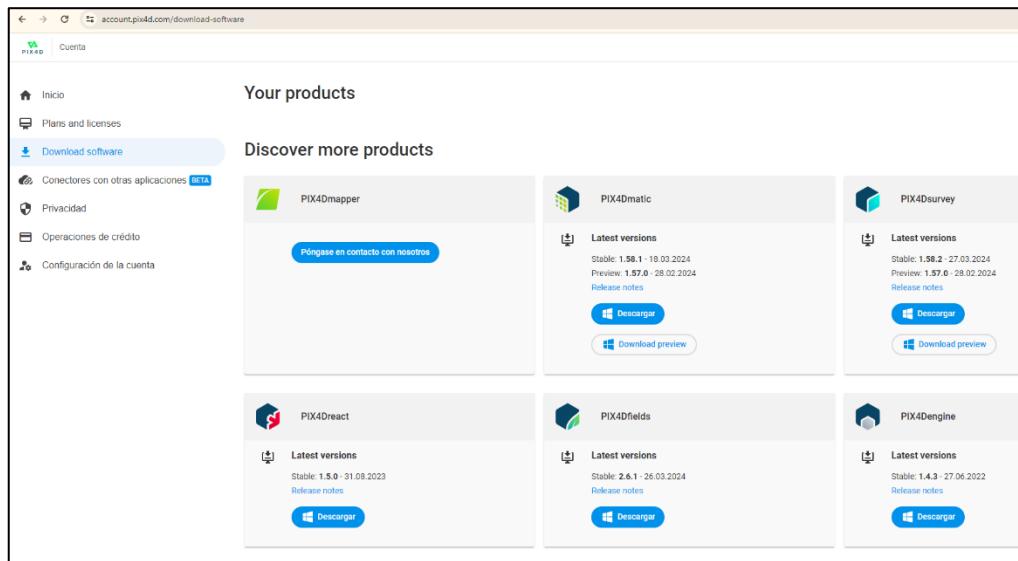


Figura 53. Productos de software PIX4D.

This is a screenshot of a trial application form for PIX4Dmapper. The form is titled 'Solicitud de prueba de PIX4Dmapper'. It contains fields for Name (Nombre) and Surname (Apellido), Email (Email), Company (Nombre de la empresa), Country (País), Industry (Industria), and a motivation text area (Motivo por el que desea realizar una prueba). Below the form is a question about being a client ('¿Es cliente de Pix4D?') with 'Si' and 'No' radio buttons, and a checkbox for receiving information ('Me gustaría que Pix4D se pusiera en contacto conmigo para informarme sobre seminarios web, formación, noticias corporativas, eventos, productos y promociones relevantes. Acepto que Pix4D me proporcione publicidad personalizada.'). At the bottom, there is a note about privacy policy and unsubscribe options, followed by a 'Enviar' (Send) button.

Figura 54. Solicitar uso de prueba PIX4Dmapper

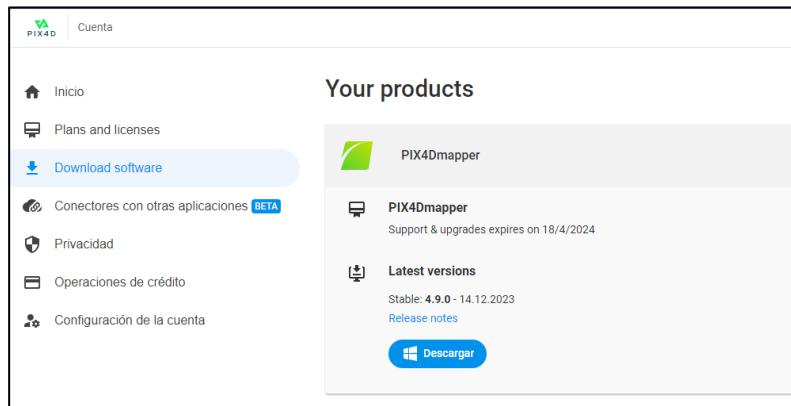


Figura 55. Nos compartirá un PDF para descargar el software con el código activación.

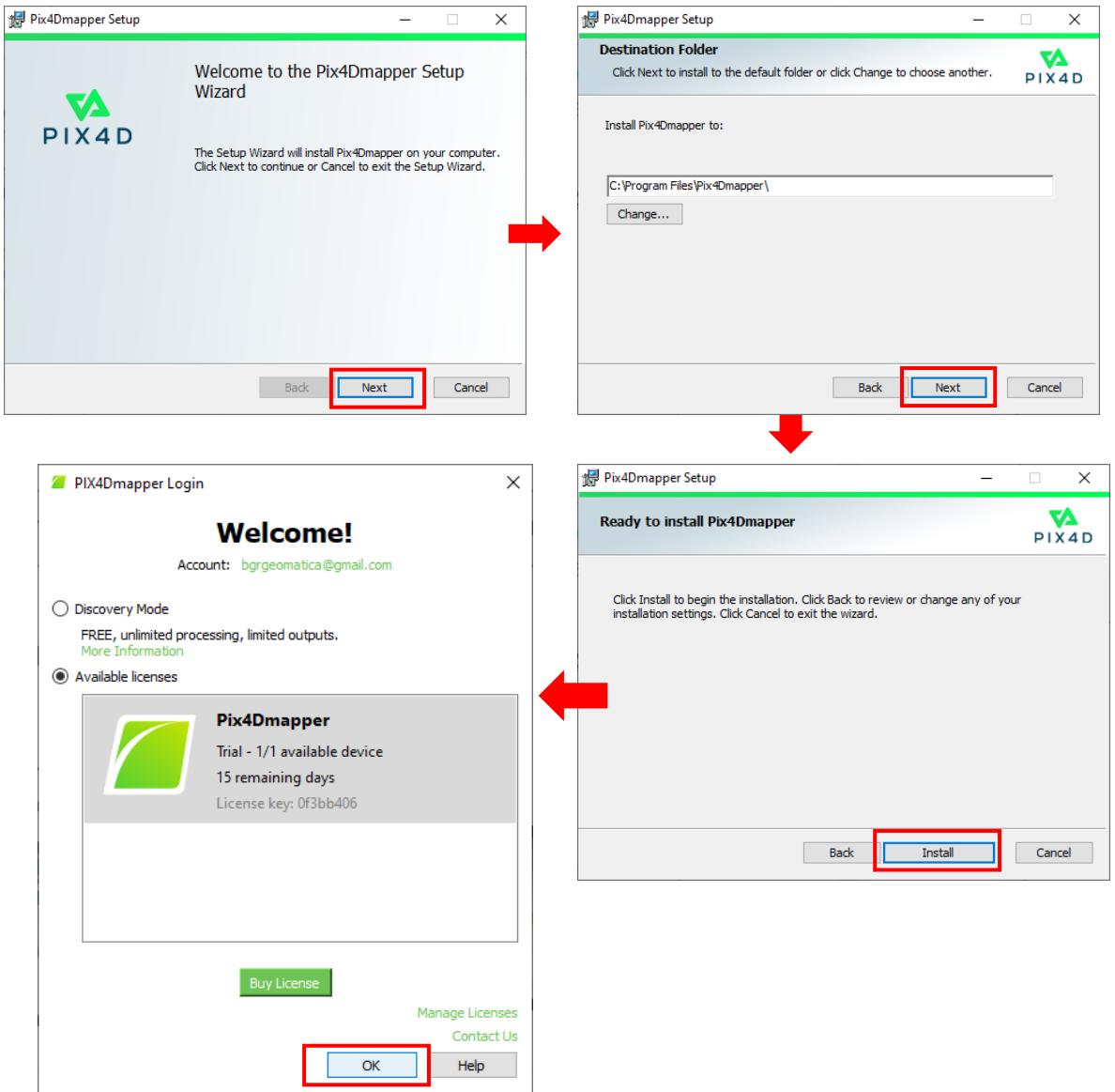


Figura 56. Proceso de activación del Pix4DMapper.

2.4. Aplicativo DJI Go 4

El DJI Go 4 es compatible para la serie Phantom, Mavic, Phantom4, Inspire 2 y Spark. Nos ayudará a configurar el dron DJI en IMU, Brújula, Sensor, cámara y los vuelos manuales filmando como tomando fotografías.

2.4.1. Registrarse en la cuenta de DJI

Para utilizar un dron de DJI es importante tener una cuenta en DJI, por ello vamos a registrarnos: [Registro DJI](#)

The screenshot shows the 'Create Your DJI Account' page. It includes fields for Email address (bgrgeomatica@gmail.com), Password, and Enter new password again. There is a 'reCAPTCHA' section with a checkbox for 'I'm not a robot'. Below the form, there is a note about agreeing to DJI's Privacy Policy and Terms of Use, a checkbox for getting announcements, and a 'Submit' button. At the bottom, there is a link to 'Log In Now'.

Figura 57. Registro en la página oficial DJI.

Después ya podemos ingresar con nuestro usuario y contraseña, en aplicativo de DJI GO 4: [Iniciar DJI](#)

The screenshot shows the 'Log in to DJI' page. It has fields for Email address (bgrgeomatica@gmail.com) and Password. There is a 'Forgot password?' link and a checkbox for getting exclusive DJI benefits. Below the form is a 'Log In' button, a 'Create Your DJI Account' link, and social media login options for Facebook and Google. At the bottom, there is a note about agreeing to the Privacy Policy and Terms of Use.

Figura 58. Iniciar sesión en DJI.

2.4.2. Instalación DJI GO 4 en Android

Paso 1. Descarga del aplicativo de la página oficial DJI, pasamos a descargar el aplicativo de su misma página oficial, porque no se encuentra en PlayStore.

<https://www.dji.com/global/downloads/djiapp/dji-go-4>

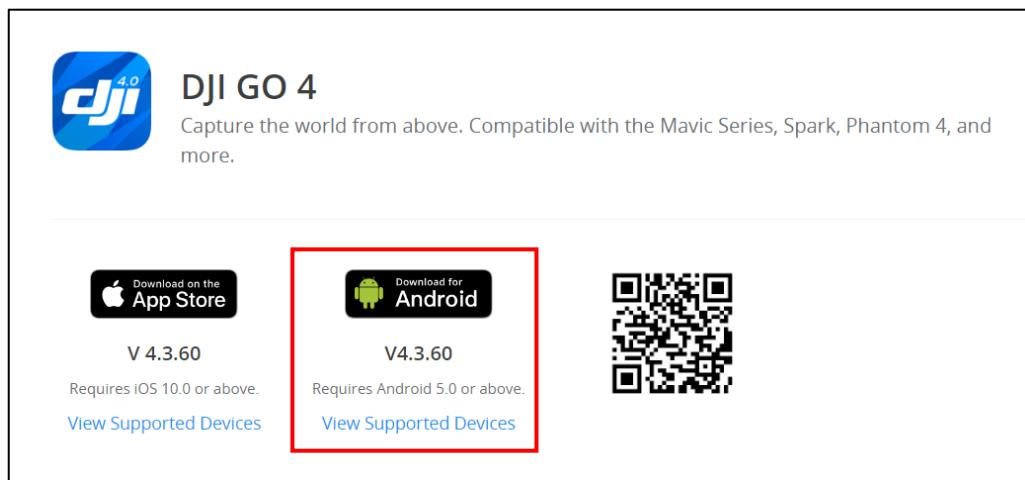


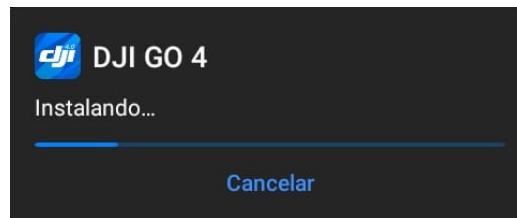
Figura 59. Descarga de DJI GO 4.

Paso 2. Si ha descargado mediante una computadora o laptop va tener que copiar el archivo APK en el celular o Tablet, mediante un microUSB; sino también va poder descargar de su mismo celular o tablet ingresando en el link por Google y descargarlo, que tomaría más tiempo.

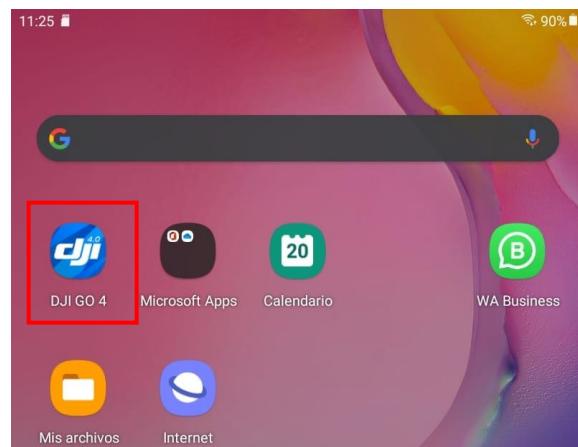


Figura 60. Obtención del aplicativo DJI GO 4 formato APK.

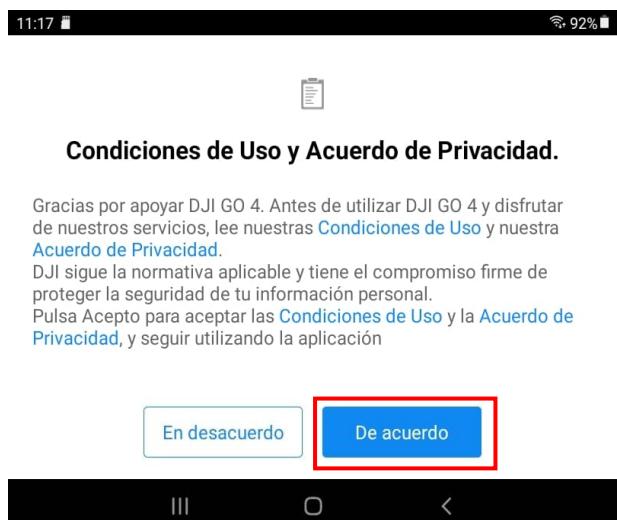
Paso 3. Instalación del DJI Go 4 dando permiso a la instalación en la tablet o celular.



Paso 4. Iniciar el aplicativo DJI GO 4 que ya esta instalado en el celular o tablet.



Paso 5. Aceptamos las condiciones de uso y acuerdo de privacidad al utilizar DJI GO 4.



Paso 6. Es aceptar el permiso de autorización de almacenamiento externo y ubicación.



跳过

Petición de autorización

DJI GO 4 quiere acceder a:

Permisos de almacenamiento externo



Necesario para guardar registros de vuelo, fotos o videos, o para importar archivos en el Editor

Ubicación



Necesario para sincronizar información de seguridad del vuelo, usar servicios del mapa, Buscar mi dron y otras funciones

Otorgar estos accesos te permitirá utilizar todo el potencial de DJI GO 4.

Permitir todo



Paso 7. Permitir las autorizaciones de información al dispositivo DJI.



Autorización de información

Este contenido contiene detalles sobre tus permisos y las funciones de DJI GO. Se recomienda leerlo detenidamente. Los permisos pueden cambiarse en cualquier momento en la Configuración de privacidad de la aplicación.

GPS del dispositivo móvil



GPS del dispositivo DJI



Información del hardware del dispositivo DJI



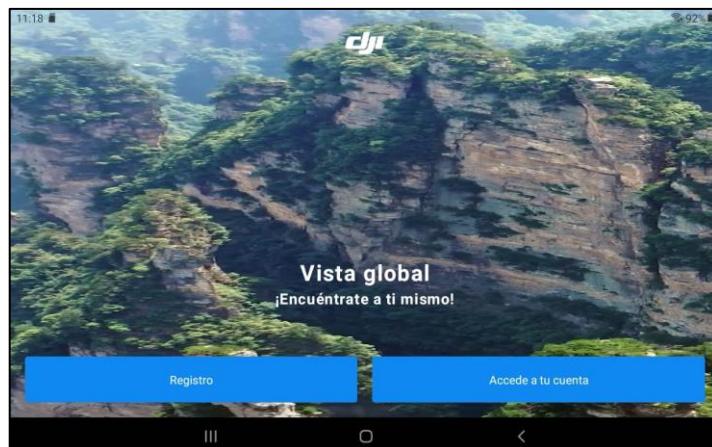
Localización aproximada



Permitir todo



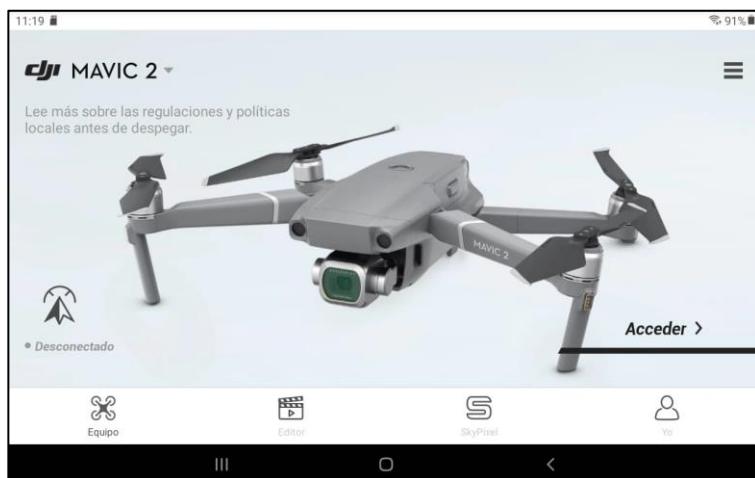
Paso 8. Vista del inicio del aplicativo DJI GO 4 y accedemos a nuestra cuenta.



Paso 9. Acceder con el usuario y contraseña del registro DJI.



Paso 10. Primera visualización del aplicativo DJI GO 4 sin conexión con el dron, cuando se conecta te va reconocer el equipo y va poder ingresar en las opciones.



2.4.3. Características importantes de DJI GO 4

2.5. Aplicativo DroneDeploy

Es un aplicativo para realizar planes de vuelo con drones de DJI, compatible con Mavic, Phantom, DJI Air, entre otras.

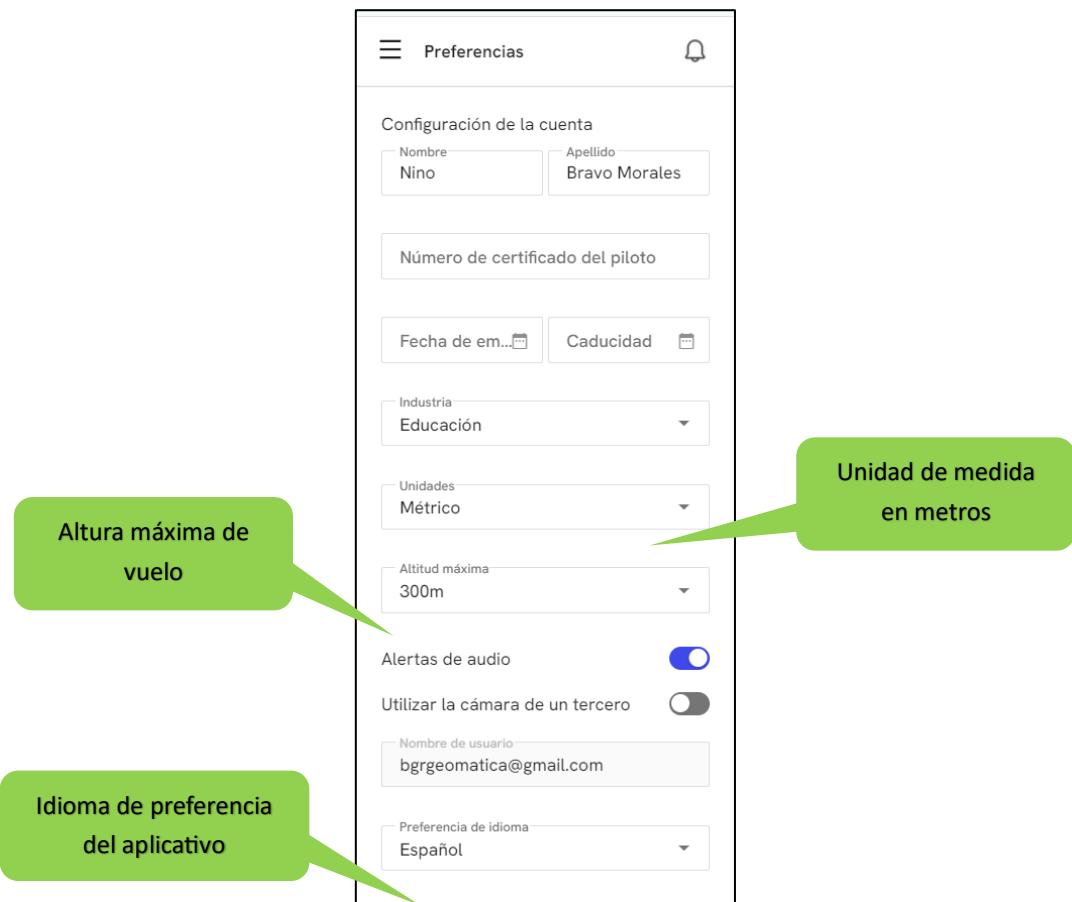


2.5.1. Registrarse dronedeploy

Usar su correo y una contraseña para registrarse en dronedeploy en la página oficial [registro](#).

2.5.2. Configuración de DroneDeploy

Para configurar droneDeploy se ingresa en preferencia de la cuenta para modificar las unidades



2.5.3. Instalación de aplicativo en DroneDeploy

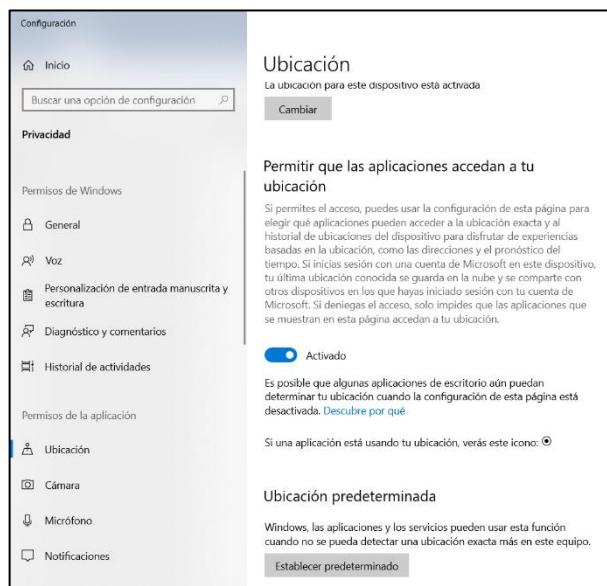
Un aplicativo muy importante es el “KML and SHP Import”, el objetivo es importar formato kml o shapefile de su área de interés a volar y es muy importante entender sobre la cantidad de batería para su área de vuelo seguido, lo bueno es totalmente gratis.



2.5.4. Activar ubicación de su Computadora o celular

Es muy importante siempre al realizar un plan de vuelo, si va realizar en la misma zona activar modo GPS de su dispositivo o computadora, con ello va poder generar un plan de vuelo.

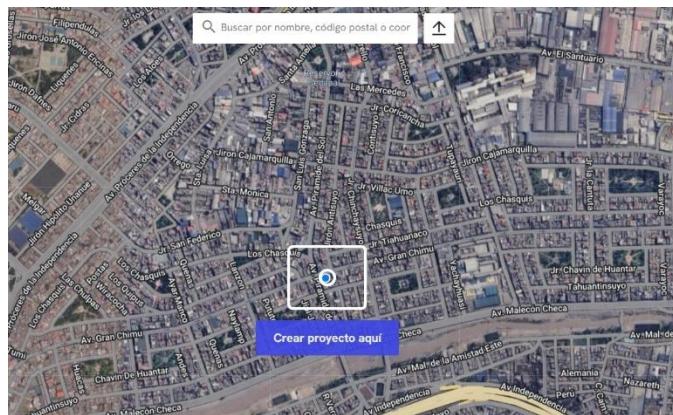
En la computadora nos vamos en inicio y escribimos GPS, nos saldrá configuración de la privacidad de la ubicación



2.5.5. Crear un plan de vuelo con un archivo KML

Paso 1. Creamos una carpeta de nombre “PROY_VUELO”, donde vas a generar los planes de vuelo del dron.

Paso 2. Creamos un proyecto y como tenemos activado el modo GPS, nos va a dirigir en la misma zona, lo ponemos ahí crear proyecto.



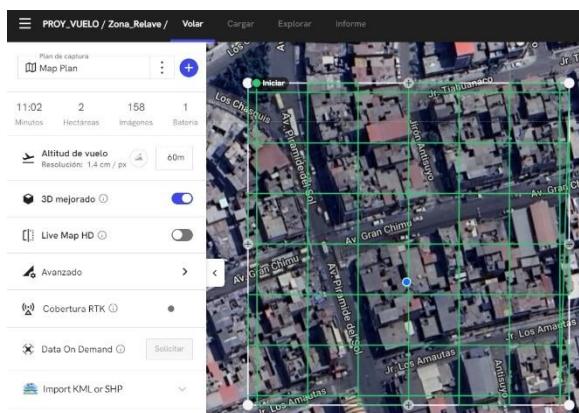
Paso 3. Al crear el proyecto poner el nombre y el sistemas de coordenadas según el área de interés.



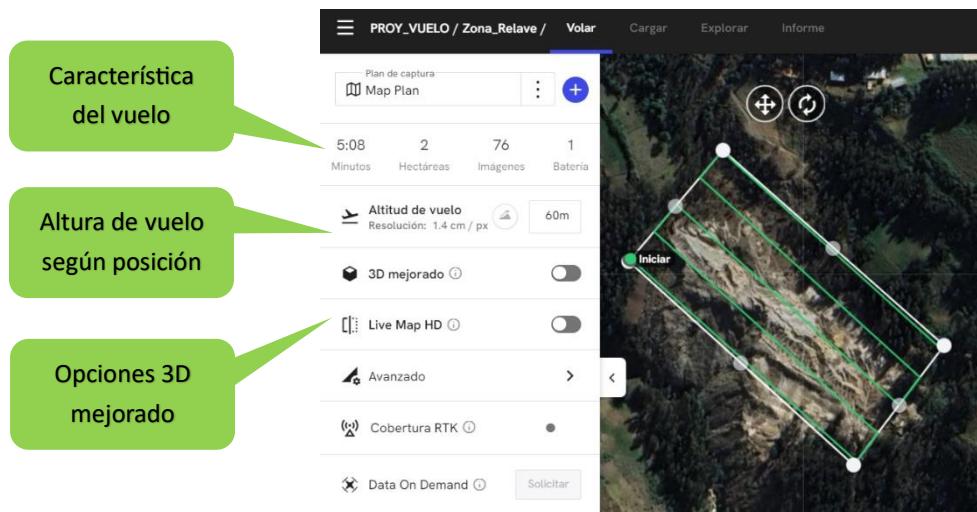
Paso 4. Seleccionar el método de plan de vuelo, como se va realizar fotogrametría y determinar modelo digital de terreno se selecciona el Estándar – crea un mapa y modelo.



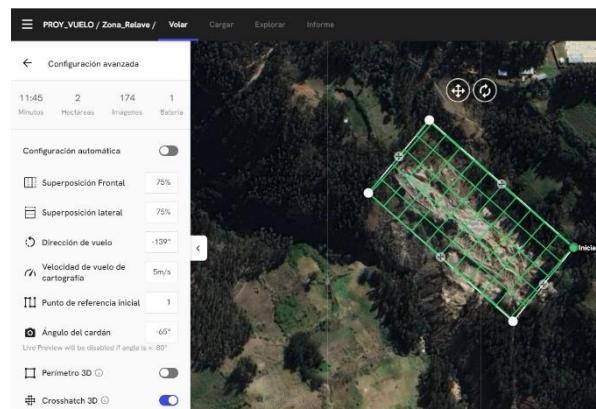
Paso 5. Se va generar las grillas en la ubicación según el GPS, importante ahí importar el archivo kml o shapefile para tener en nuestra área de estudio.



Paso 6. Al momento de importar el kml les saldrá su área de interés y lo importante es ajustar las líneas que estén en paralelas, va poder seleccionar en 3D o solo plan de vuelo 2D, para mayor detalle o precisión se utilizar el 3D para topografía y mayor el procesamiento en fotogrametría.



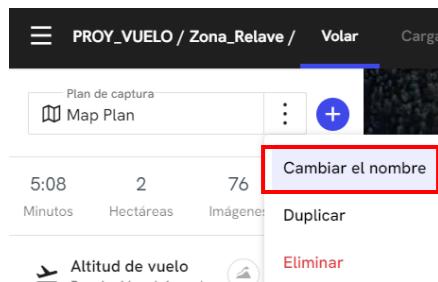
Paso 7. En la opción avanzada vamos a configurar: la superposición frontal al 75% y lateral al 75%, desactivando la configuración automática. Si esta activo la opción en 3D va poder seleccionar Perímetro 3D y Malla en 3D. también puede modificar la dirección de vuelo, lo que viene es el más recomendado según el polígono. Por último, configuramos el modelo del dron a utilizar ejemplo Mavic 2 Pro.



Paso 8. Muy importante al terminar de crear el plan de vuelo en su celular o tablet que va llevar a campo, ingresar a visualizar lo recién creado el plan de vuelo, para que

cargue la imagen base, así si en el área de estudio no tenga internet va poder visualizar el mapa base de cobertura y también va poder modificar mejor.

Paso 9. Cambiar el nombre del proyecto en captura “Plan_1” y así poder crear un duplicado para realizarlo en 3D y van a poder comparar en los procesos siguientes. Después del mismo mapa plan generamos un duplicado para activar la opción en 3D.



Paso 10. Generar el duplicado y copiará todo lo configurado anteriormente y ahí podemos agregar nuevas configuraciones como utilizar el 3D.

2.6. Software DJI Assistant 2 Series

El DJI Assistant 2 es un programa que le permite conectar su DJI a una computadora o computadora portátil y acceder a algunas funciones adicionales bastante ingeniosas. Tal como:

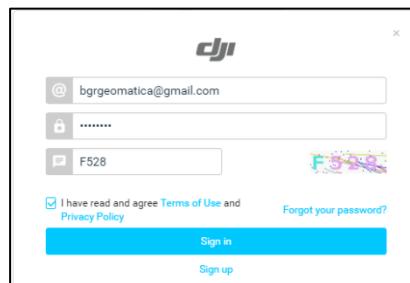
- Actualización del firmware.
- Acceder a los registros de vuelo/información de la caja negra.
- Calibración de los sensores de vuelo.
- Restauración de la aeronave a la configuración de fábrica

2.6.1. Descarga DJI Assistant 2

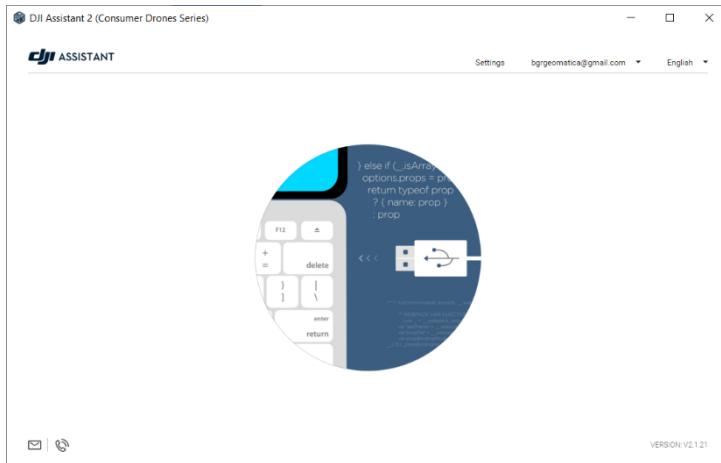
Para la descarga desde el sitio web oficial de DJI a su computadora o computadora portátil: [DJI Assistant 2](#)

2.6.2. Proceso de activación DJI Assistant 2

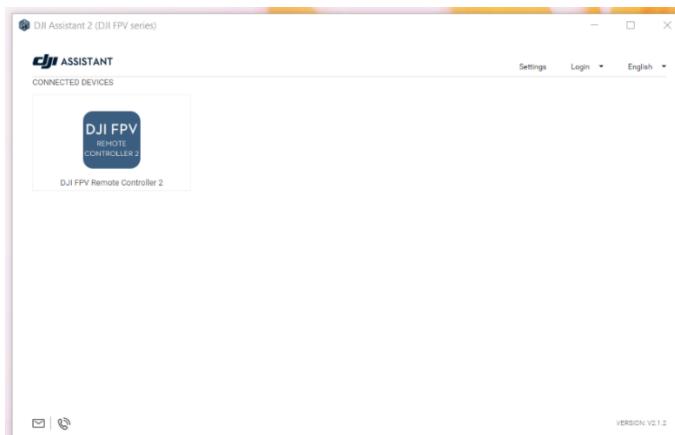
Paso 1. Habiendo instalado el software DJI Assistant 2, ahora tenemos que iniciar sesión con la cuenta de DJI antes creado.



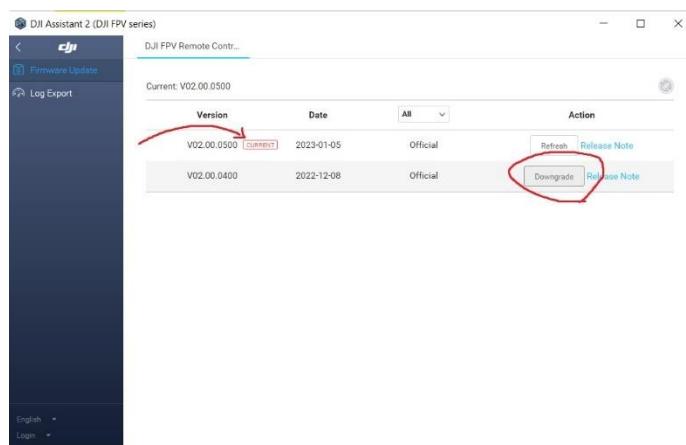
Paso 2. Proceso activado de la cuenta DJI Assistant 2 para realizar actualización y calibración de los sensores de obstáculo.



Paso 3. Encienda el dron y conéctelo a la computadora usando un cable de datos recomendado (generalmente el que viene con el dispositivo). Una vez que la conexión sea exitosa, verá el producto DJI en la lista



Paso 4. Haga clic en el producto DJI cuyo firmware desea cambiar o actualizar. Muy importante las actualización de firmware al veces viene con errores reciente u otras causas, y la mejor estrategia es degradar y esperar una nueva versión.



III. PROCESOS DE IMÁGENES SATELITALES PARA PAM

3.1. Características de los satélites a utilizar

3.1.1. Sentinel2

La Agencia Espacial Europea – ESA, está desarrollando una nueva familia de misiones llamadas Sentinel específicamente para las necesidades operativas del programa Copernicus.

El Sentinel-2 tiene un escaneo Multiespectral que permite obtener información en las dos longitudes de onda, visibles e infrarrojos, permitiendo monitorizar los cambios en la tierra y en la vegetación, así como vigilar a nivel mundial el cambio climático, con una resolución de 10m. Las imágenes están disponibles de manera gratuita y pueden ser utilizadas en un rango amplio de aplicaciones.

3.1.1.1. Características clave

Sensor óptico multiespectral

10 – 60m resolución, 5 días el tiempo de revisita

Sentinel 2A fecha de lanzamiento: 22/06/2015

Sentinel 2B fecha de lanzamiento: 07/03/2017

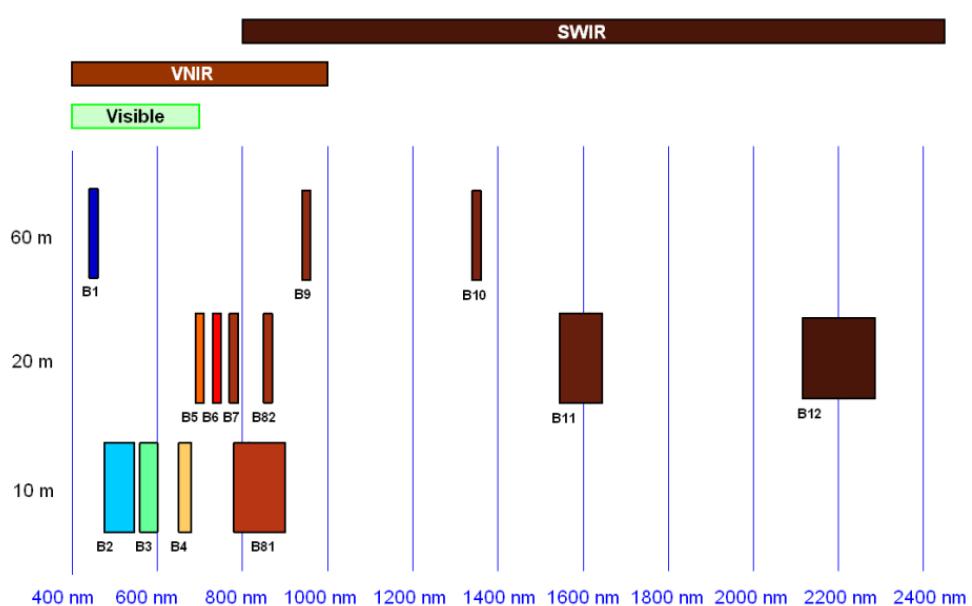


Figura 61. Sentinel2 – bandas espectrales y resolución espacial

Cuadro 1. Característica imagen Sentinel-2 sensor MSI

Bandas	Sensor	Longitud de Onda (micrómetros)	Longitud de Onda Central (micrómetros)	Resolución (metros)
Banda 1 – Costero / aerosol	MSI	0.430 – 0.457	0.4423	60
Banda 2 - Azul		0.400 – 0.535	0.4921	10
Banda 3 - Verde		0.537 – 0.582	0.559	10
Banda 4 - Rojo		0.646 – 0.684	0.665	10
Banda 5 - Visible e Infrarrojo Cercano (NIR 1)		0.694 – 0.713	0.7038	20
Banda 6 - Visible e Infrarrojo Cercano (NIR 2)		0.731 – 0.749	0.7391	20
Banda 7 - Visible e Infrarrojo Cercano (NIR 3)		0.769 – 0.797	0.7797	20
Banda 8 - Visible e Infrarrojo Cercano (NIR 4)		0.773 – 0.908	0.833	10
Banda 8A - Visible e Infrarrojo Cercano (NIR 5)		0.848 – 0.881	0.864	20
Banda 9 - Vapor de Agua		0.932 – 0.958	0.9432	60
Banda 10 - Cirrus		1.337 – 1.412	1.3769	60
Banda 11 - Onda Corta Infrarroja (SWIR)		1.539 – 1.682	1.6104	20
Banda 12 - Onda Corta Infrarroja (SWIR)		2.078 – 2.320	2.1857	20

3.1.1.2. Nivel de proceso

- ✓ **Nivel-1:** Es la data satelital procesada con algunas correcciones básicas (radiométrica, geométrica, remuestreo, etc.). Para el caso de las imágenes Sentinel-2, estas suelen ser distribuidas con Nivel de tratamiento 1C (Level-1C), ello es, en valores de reflectancia en el Tope de la Atmósfera (TOA).

Código GEE: "[COPERNICUS/S2_HARMONIZED](#)"

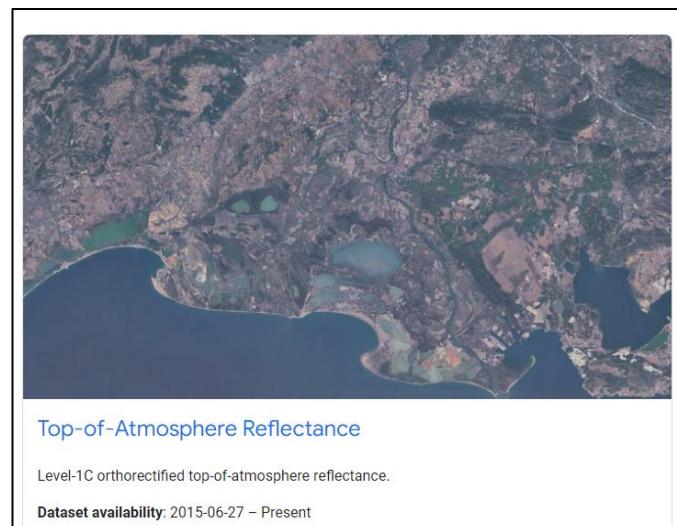


Figura 62. Level 1C corrección al tope atmosfera - TOA

- ✓ **Nivel-2:** Se refiere a la data obtenida a partir de la corrección atmosférica de la data Sentinel-2 Level-1C. La data con nivel de procesamiento 2A (Level-2A) suele ser referida también como Reflectancia en la Superficie (**SR** o Surface Reflectance) o como reflectancia Bajo la Atmósfera (**BOA**). De ser necesario, esta data puede ser empleada para la obtención de Índices Normalizados (NDVI, NDWI, NBR, etc.), Ratios (B8/B4, B4/B3, etc.) y/o Variables Biofísicas (LAI, FAPAR, FCover, etc.).

Código GEE: "[COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED](#)"



Figura 63. Level 2A corrección atmosférica – Reflectancia superficie SR.

3.1.2. Planet NICFI – Reflectancia Superficie Mosaico

Esta colección de imágenes brinda acceso a monitoreo satelital de alta resolución de los trópicos con el propósito principal de reducir y revertir la pérdida de bosques tropicales, contribuir a combatir el cambio climático, conservar la biodiversidad, contribuir al crecimiento, restauración y mejora de los bosques, y facilitar el desarrollo sostenible, todo lo cual debe ser de Uso No Comercial (Planet Team, 2017).

Donde se puede determinar: Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), índice de vegetación mejorado (EVI), índice de diferencia normalizada del agua (NDWI) y más. Estos son ideales para usuarios que monitorean o interpretan científica o cuantitativamente satélites imágenes.

3.1.2.1. Características de Planet NICFI

Resolución espacial: 4.77m por pixel

Resolución espectral: Blue, Green, Red y Nir

Resolución temporal:

- Archivo: (diciembre 2015 - agosto 2020): Anual
- Monitoreo (Setiembre 2020 - actualidad): Mensual

Cuadro 2. Característica de las bandas Planet NICFI

Nombre	Descripción	Mínimo	Máximo	Escala	Resolución espacial (m)
B	<i>Blue</i>	0	10,000	0.0001	4.77
G	<i>Green</i>	0	10,000	0.0001	4.77
R	<i>Red</i>	0	10,000	0.0001	4.77
N	<i>Nir</i>	0	10,000	0.0001	4.77

Fuente: <https://www.planet.com/>

3.1.2.2. Proceso de registro base Planet NICFI

Paso 1. Ingresar a la página oficial: <https://www.planet.com/nicfi/> para registrarse en SIGN UP.

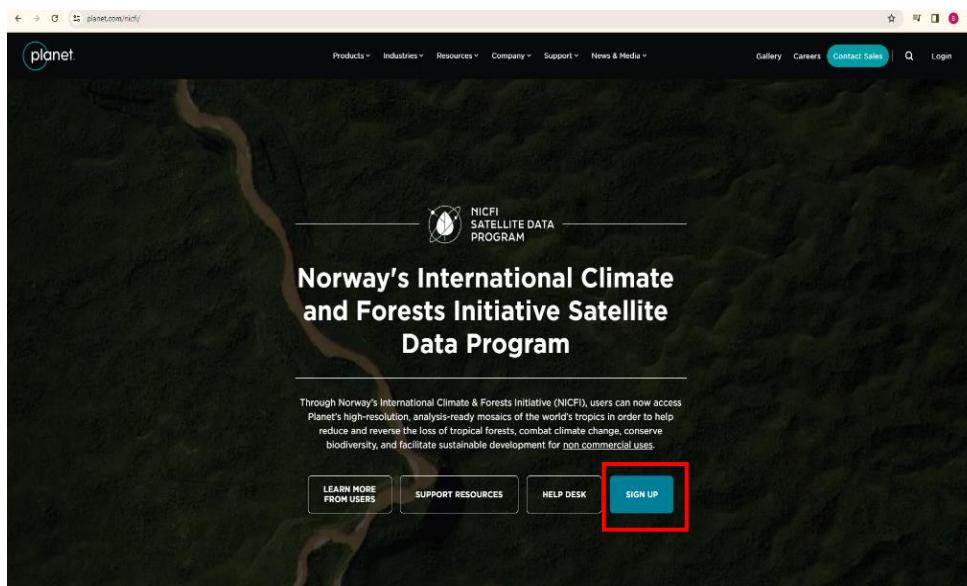


Figura 64. Crear cuenta en planet NCIFI

Paso 2. Rellenar su email que está registrado en GEE para poder tener acceso.

GET STARTED

Current Planet data users will need to sign up with a different email not associated with their Planet account.

Email Address * bgrgeomatica@gmail.com

What would you be using the data for? * Forest and urban areas

Can you describe the application of data from NICFI program in brief? * Monitoreo de cobertura

Please provide a link to your organization/lab/university that you might be working with: https://portalweb.unas.edu.pe/

Organization Type * Education and Research

By submitting this form with my contact information, I agree the information may be used to receive occasional communications from Planet about its products and services. I may unsubscribe at anytime. *

SUBMIT

Figura 65. Rellenar información de uso y tipo de organización.

Paso 3. Verificar en su correo en la parte de Spam e informar que no es Spam para luego confirmar la activación del link.

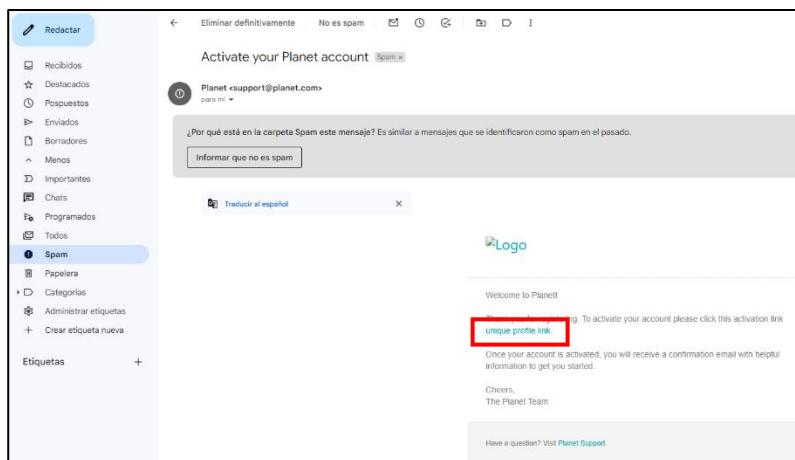


Figura 66. Activar con el link que le llega al email.

Paso 4. Crear una cuenta en Planet, llenar los datos solicitados para el acceso.

Create Account

Email address * bgrgeomatica@gmail.com

Password * Use 10 or more characters with a mix of uppercase and lowercase letters, numbers, & symbols

First name * BGR

Last name * Geomatica Nino

Phone number * +51995664488

Country * Peru

State/Region

Company * GEOMATICA

Job title * Forestal

Industry * Education & Research

Sub-Industry Universities

Level of Satellite Imagery Usage Intermediate

I want to use Planet data... For scientific research at a University

How did you hear about Planet? Social

Already have an account? [Sign in](#)

© 2024 Planet • Privacy • Terms

Figura 67. Rellenar los datos solicitados.

Paso 5. Iniciar sesión con su cuenta activada y aceptar los términos de Planet.

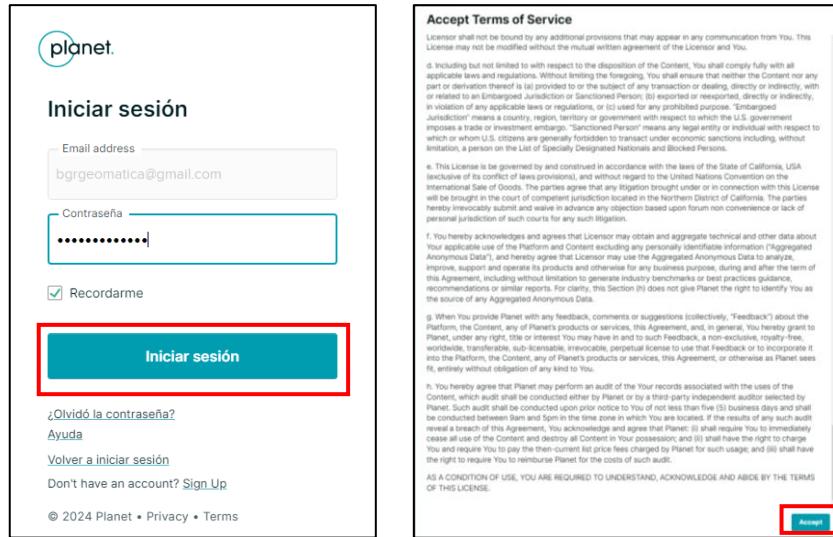


Figura 68. Iniciar sesión en planet.

Paso 6. Ingresar a la cuenta de Planet e ir en mi configuración para activar Google Earth Engine de Planet NICFI acceso al mosaico.

Figura 69. Solicitar permiso de la base de datos tropical Américas.

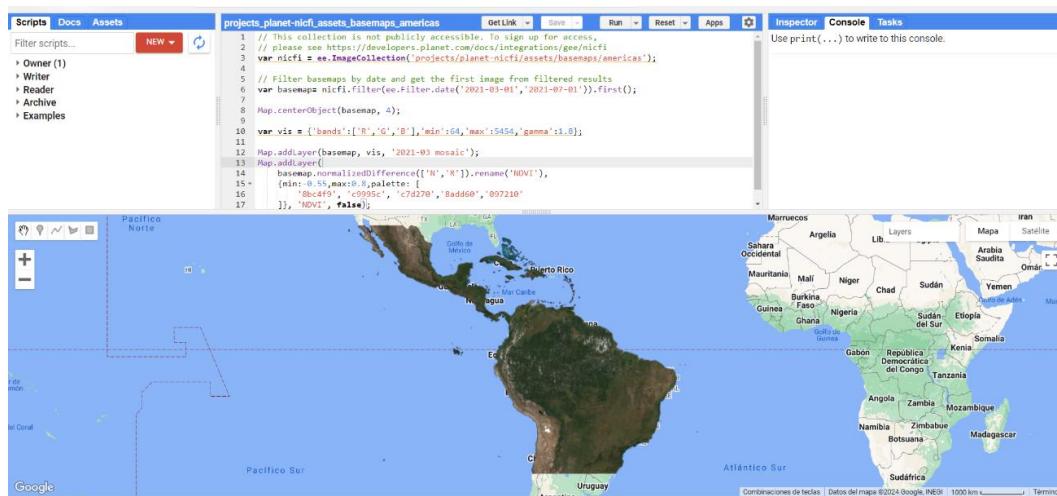


Figura 70. Visualización de planet NICFI en GEE.

3.1.3. PlanetScope

La constelación es de 130 satélite de PlanetScope, capaz de obtener imágenes de toda la superficie terrestre en un día. Presentan una resolución espacial de 3 metros por pixel.

Las imágenes PlanetScope presenta 8 bandas multiespectrales de 3 metros de resolución espacial, se obtuvo de la plataforma web: <https://www.planet.com/explorer/>

Cuadro 3. Característica de las bandas PlanetScope

Bandas	Descripción	Longitud de onda (nm)				Resolución espacial (m)
		Mínimo	Máximo	Ancho	Central	
1	<i>Coastal_blue</i>	431	452	21	441.5	3
2	<i>Blue</i>	465	515	50	490	3
3	<i>Green_i</i>	513	549	36	531	3
4	<i>Green</i>	547	583	36	565	3
5	<i>Yellow</i>	600	620	20	610	3
6	<i>Red</i>	650	680	30	665	3
7	<i>Red edge</i>	697	713	16	705	3
8	<i>Nir</i>	845	885	40	865	3

Fuente: <https://www.planet.com/>

3.1.3.1. Proceso de registro base Planet Scope

Muy importante tener una cuenta educativa para solicitar este registro en el link siguiente:

<https://www.planet.com/markets/education-and-research/>

Get Started

FIRST NAME *

LAST NAME *

UNIVERSITY EMAIL *

CONFIRM EMAIL ADDRESS *

I confirm that this is my university email address

YOUR UNIVERSITY *

<https://www.gob.pe/unas>

SELECT A COUNTRY *

Peru

ZIP / POSTAL CODE *

25531

Please provide a link to online content related to project (e.g. a past manuscript, project or web page), or if you don't have one, simply say "not available" *

<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/7789>

Please provide a link to your university or department website *

<https://portalweb.unas.edu.pe/>

Please provide a link to more on your background (e.g. researchgate profile, LinkedIn profile), or if you don't have one, simply say "not available" *

<https://www.linkedin.com/in/nino-bravo-morales-191b>

What best describes your role at the university? *

Graduate student

Describe the project you intend to investigate with Planet data. What questions do you hope to answer? *

Investigacion de evaluacion la perdida de bosques

I plan to use Planet data for: *

Research

Describe the geography you plan to investigate (you'll have download access to up to 5,000 square kilometers of data per month) *

Acceso a la region de Ucayali para el monitoreo de la vegetacion forestal

How do you plan to publish your results? Check all that apply *

- Peer-reviewed manuscript
- Blog
- Webpage
- Other

How did you hear about Planet's Education and Research Program? Check all that apply *

- Conference
- Colleague referral
- Planet's website
- Other

By submitting this form with my contact information, I agree the information may be used to receive occasional communications from Planet about its products and services. I may unsubscribe at anytime.

SUBMIT

Figura 71. Solicitud de registro en planet Scope.

3.1.4. MDE – SRTM

Los datos de elevación digital de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) es un esfuerzo de investigación internacional que obtuvo modelos de elevación digitales a una escala casi global. Este producto SRTM V3 (**SRTM Plus**) lo proporciona el JPL de la NASA con una resolución de 30 m ([Farr et al. 2007](#)).

Este conjunto de datos se ha sometido a un proceso de llenado de vacíos utilizando datos de fuente abierta (ASTER GDEM2, GMTED2010 y NED), a diferencia de otras versiones que contienen vacíos o se han llenado de vacíos con fuentes comerciales. Para obtener más información sobre las diferentes versiones, consulte la [Guía rápida de SRTM](#).

Código GEE: `ee.Image("USGS/SRTMGL1_003")`



Figura 72. Modelo digital de elevación SRTM.

3.2. Obtención de imágenes satelitales mediante GEE

Para la descarga de imágenes ráster para la visualización de mapas base y topográfico es necesario tener un rectángulo del área con un buffer o zona de influencia a 300 o 500 metros de tu área de interés.

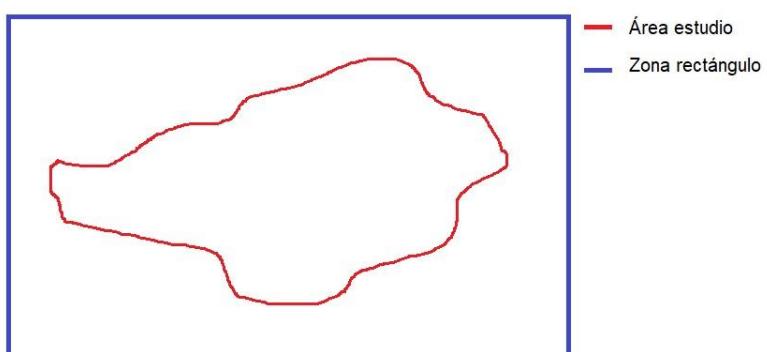


Figura 73. Área de interés con su zona de rectángulo.

3.2.1. Generar una zona buffer del área interés

Para la descarga de imágenes multiespectrales de alta resolución de Google Earth Engine se va realizar con al área de interés que está en formato shapefile geoprocесamiento de Buffer y envelope, luego exportalo en formato Shapefile y KML.

Paso 1. En JupyterLab se va realizar el proceso de generar una zona buffer, para ello se va importar las librerías que se va utilizar:

```
import os, glob  
import geopandas as gpd  
import pandas as pd  
import matplotlib.pyplot as plt
```

Paso 2. Ubicamos el directorio del archivo Shapefile:

```
os.chdir(r"Directorio shp")  
os.getcwd()
```

Paso 3. Buscar el archivo shp

```
lista_shp = glob.glob("*.shp")  
shp = os.getcwd() + "\\\" + lista_shp[0]
```

Paso 4. Cargar el archivo shapefile y visualizar la tabla de atributo

```
Vuelo_shp = gpd.read_file(shp)  
Vuelo_shp.head(3)  
Vuelo_shp.plot(color='none', edgecolor='blue', linestyle='dashed')
```

Paso 5. Determinamos los dos geoprocесamientos (Envelope y buffer)

```
envolvente = Vuelo_shp.envelope  
shp_gdp_500 = envolvente.buffer(500, join_style=2)
```

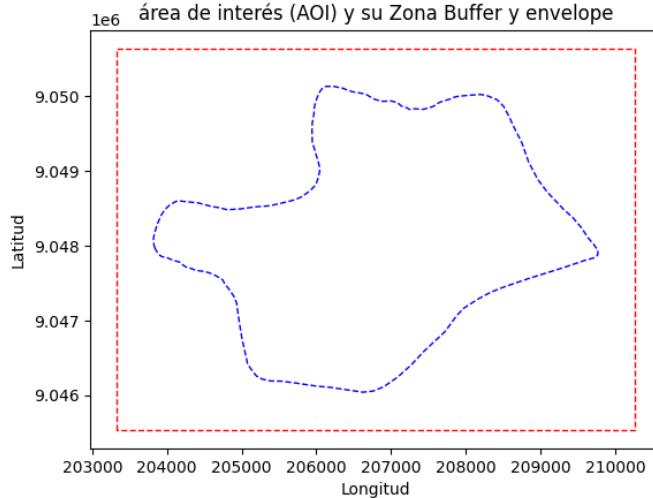
Paso 6. Visualizar los resultados del geoprocесo

```
# Crear una figura y ejes  
fig, ax = plt.subplots()  
# Visualizar la shapefile  
Vuelo_shp.plot(ax=ax, color='none', edgecolor='blue', linestyle='dashed')  
# Visualizar el geoprocесamiento  
shp_gdp_500.plot(ax=ax, color='none', edgecolor='red', linestyle='dashed')  
# Configurar título y etiquetas  
ax.set_title('área de interés (AOI) y su Zona Buffer y envelope')  
ax.set_xlabel('Longitud')
```

```

ax.set_ylabel('Latitud')
# Mostrar la visualización
plt.show()

```



Paso 7. Exportar archivos vectoriales en formato shapefile y Kml para ser utilizado en otros procesos.

```

shp_gdp_500.to_file("Zona_buffer_500")
# Concatenar string o texto
out_dir = os.path.normpath(os.getcwd() + '/kml')
os.makedirs(out_dir)
name_kml = out_dir +"\"+ "Zona_Plan.kml"
# Exportar en kml
gpd.io.file.fiona.driversupported_drivers['KML'] = 'rw'
shp_gdp_500.to_file(name_kml, driver="KML")

```

3.2.2. Descarga de MDE mediante GEE

Se va descargar MDE SRTM V3 (SRTM Plus), para ello se va utilizar Google Earth Engine

Paso 1. Importar las librerías a utilizar

```

import ee, os, glob, geemap, copy
import geopandas as gpd

```

Paso 2. Iniciar sesión con GEE.

```
ee.Initialize()
```

Paso 3. Configuración del mapa base

```
Map = geemap.Map(basemap='Esri.WorldImagery')
```

Paso 4. Cambiar el directorio donde esta shp

```
os.chdir(r"Directorio shp")
```

```
os.getcwd() # Consultar ruta trabajo
```

Paso 5. Buscar archivo shp

```
lista = glob.glob("*.shp")
```

Paso 6. Cargar el archivo shp mediante geopandas

```
zona_gdp = gpd.read_file(lista[0])
```

Paso 7. Reproyectar a Geografico WGS84

```
zona_gdp.crs.name # Consultar
```

```
# Hagamos una copia de seguridad de nuestros datos
```

```
Zona_geo = zona_gdp.copy()
```

```
# Reproyectar
```

```
Zona_wg84 = Zona_geo.to_crs(epsg=4326)
```

Paso 8. Convertir de shapefile a GEE - FeatureCollection

```
ee_zona_gdp = ee.FeatureCollection(Zona_wg84.__geo_interface__)
```

```
geometria = ee_zona_gdp.geometry()
```

Paso 9. Visualizar en el mapa

```
Map.centerObject(geometria,12)
```

```
Map.addLayer(ee_zona_gdp, {"color" : "00FF11"}, "zona_gdp")
```

```
Map
```

Paso 10. Realizar geoprocесamiento en GEE

```
Limite_zona = geometria_zona.bounds()
```

```
Limite_zona2 = Limite_zona.buffer(100)
```

Paso 11. Uso de ID de GEE MDE

```
SRTM_3 = ee.Image("USGS/SRTMGL1_003")\n    .select('elevation')
```

Paso 12. Recortar ráster

```
MDE_recorte = SRTM_3.clip(Limite_zona2)
```

Paso 13. Reproyectar raster

```
MDE_recorte_utm= MDE_recorte.reproject(crs="EPSG:32718",\n    scale=30)
```

Paso 14. Visualización en el mapa

```
Map.addLayer(MDE_Buffer_utm, {},"MDE Utm")
```

Paso 15. Directorio donde se va exportar ráster

```
ruta_archivos = r"D:\Descarga"  
os.chdir(ruta_archivos) # Cambiar ruta trabajo  
os.getcwd() # Consultar ruta trabajo
```

Paso 16. Exportar imagen

```
geemap.ee_export_image(MDE_Buffer_utm,  
                        filename="MDE_SRTM.tif",  
                        scale=30,  
                        region=geometria,  
                        file_per_band=False)
```



3.2.3. Análisis de MDE y determinación de curva de nivel

Paso 1. Importar las librerías

```
import os, glob, rasterio, subprocess  
import matplotlib.pyplot as plt  
from osgeo import gdal  
import numpy as np
```

Paso 2. Ubicación del directorio MDE

```
os.chdir(r"D:\Descarga")  
os.getcwd()
```

Paso 3. Ubicar el archivo MDE

```
Lista = glob.glob("*.tif")
```

Paso 4. Cargar ráster

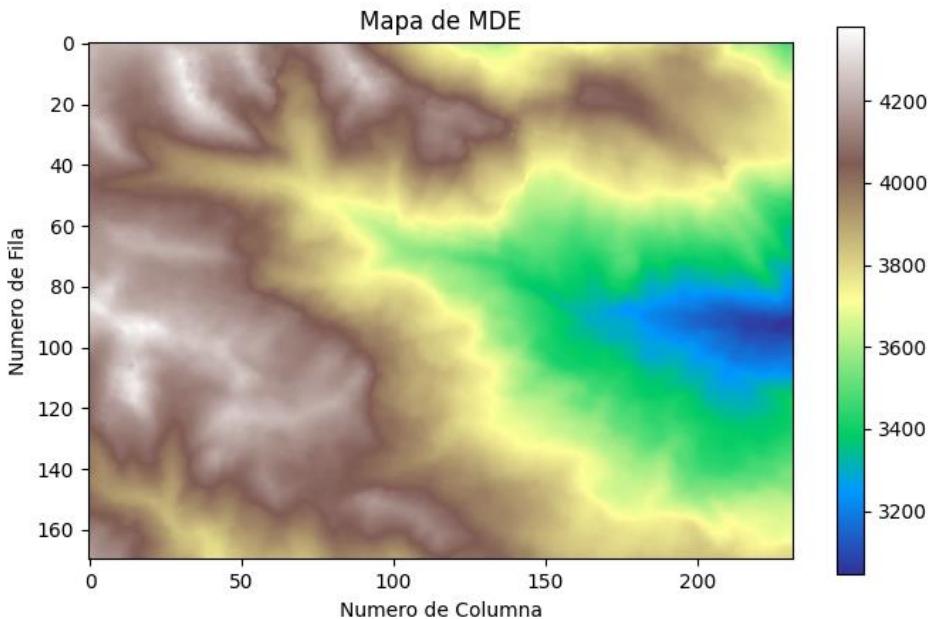
```
MDE = rasterio.open(Lista[0])
```

Paso 5. Conversión a array

```
MDE_R = MDE.read(1)
```

Paso 6. Visualizar mapa raster

```
plt.figure(figsize = (8,5))
plt.imshow(MDE_R, cmap='terrain') # jet, Spectral, Viridis, RdYlGn,
terrain
plt.colorbar()
plt.title("Mapa de MDE")
plt.xlabel("Numero de Columna") # etiqueta X
plt.ylabel("Numero de Fila") # etiqueta Y
plt.savefig('Grafico_MDE.png')
plt.show()
```



Paso 7. Características de MDE array

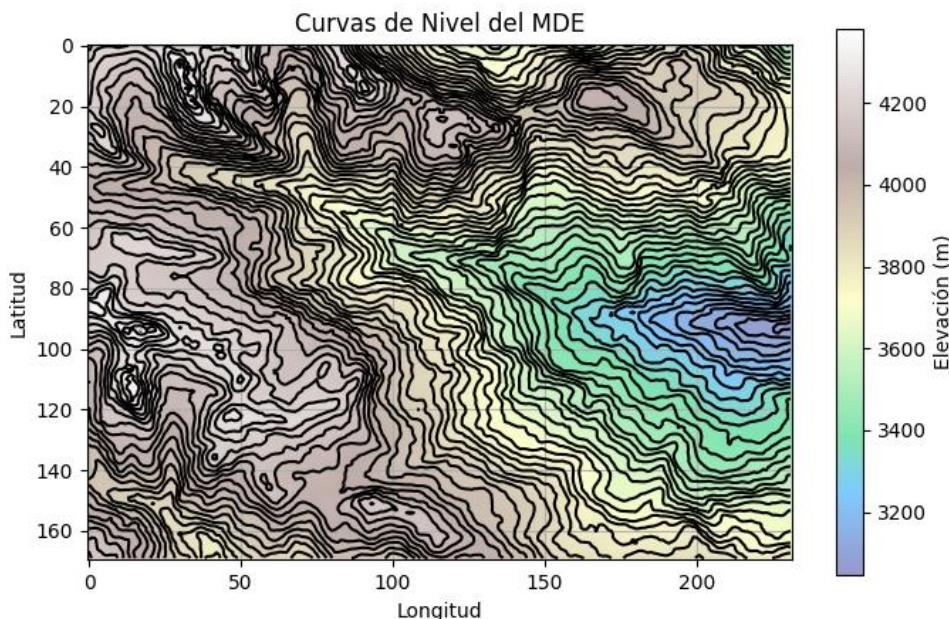
```
print("Valor minimo MDE:", MDE_R.min())
print("Valor maximo MDE:", MDE_R.max())
print("Valor promedio MDE:", round(MDE_R.mean(),3))
print("Valor desviacion estandar MDE:", round(MDE_R.std(),3))
print("Valor varianza MDE:", round(MDE_R.var(),3))
print("Dimensiones MDE:", MDE_R.shape)
print("Tipo dato MDE:", MDE_R.dtype)
print("Total de pixcel MDE:", MDE_R.size)
```

Paso 8. Determinar curva de nivel

```
salida = 'curvas_de_nivel_20m.shp'  
intervalo = 20  
comando = ['gdal_contour', '-a', 'elevacion', '-i', str(intervalo), Lista[0],  
salida]  
subprocess.call(comando)  
contour_levels = np.arange(0, np.max(MDE_R), 20)
```

Paso 9. Visualización de MDE y Curva de nivel

```
plt.figure(figsize=(8, 5))  
plt.contour(MDE_R, levels=contour_levels, colors='black')  
plt.imshow(MDE_R, cmap='terrain', alpha=0.5)  
plt.colorbar(label='Elevación (m)')  
plt.title('Curvas de Nivel del MDE')  
plt.xlabel('Longitud')  
plt.ylabel('Latitud')  
plt.grid(True)  
plt.savefig('Grafico_MDE_curva.png')  
plt.show()
```

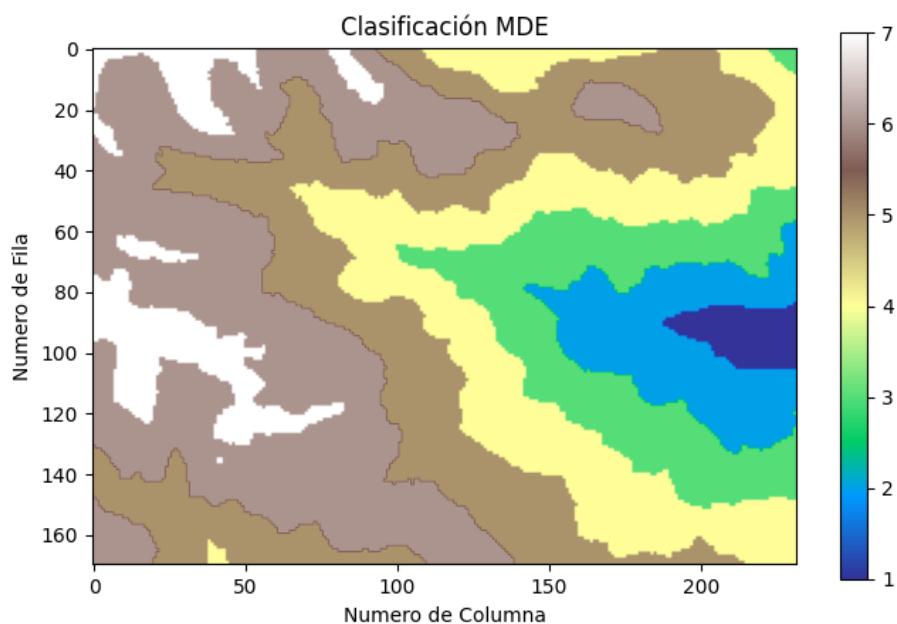


Paso 10. Calcular el intervalo de la clasificación según 7 clases.

```
(MDE_R.max()-MDE_R.min())/7 # Se determino 190  
Clasifi = list(range(MDE_R.min(), MDE_R.max(), 190))  
MDE_Class = np.digitize(MDE_R, Clasifi)
```

Paso 11. Visualizar la clasificación

```
plt.figure(figsize = (8,5))
plt.imshow(MDE_Class, cmap='terrain') # jet, Spectral, RdYlGn, terrain
plt.colorbar()
plt.title("Clasificación MDE")
plt.xlabel("Numero de Columna") # etiqueta X
plt.ylabel("Numero de Fila") # etiqueta Y
plt.savefig('Grafico_MDE_clas.png')
plt.show()
```



Paso 12. Convertir en número entero int.

```
MDE_Class = MDE_Class.astype(int)
MDE_Class.dtype
```

Paso 13. Parámetros de exportación ráster

```
param_clas = MDE.meta
param_clas.update(count = 1,
                  nodata = None,
                  dtype= 'int32')
```

```
param_clas
```

Paso 14. Exportación ráster clasificado

```
with rasterio.open("MDE_Clas.tif", 'w', **param_clas) as DATOS:
    DATOS.write_band(1, MDE_Class)
```

3.2.4. Crear mallas shapefile con Python

Paso 1. Importar los paquetes de Python

```
import geopandas as gpd  
from shapely.geometry import Polygon  
from shapely.ops import unary_union  
import os, glob  
from math import ceil
```

Paso 2. Directorio donde esta shp

```
os.chdir(ruta_archivos)  
os.getcwd()
```

Paso 3. Seleccionar el archivo shp

```
lista = glob.glob("*.shp")
```

Paso 4. Cargar archivo shp

```
shp_gdp = gpd.read_file(lista[0])
```

Paso 5. Consultar proyección

```
shp_gdp.crs.name
```

Paso 6. Crear un buffer de 100m

```
shp_gdp_100 = shp_gdp.buffer(100)
```

Paso 7. Calcular el ancho y alto en metros

```
bbox = unary_union(shp_gdp_100.geometry).bounds  
width_metros = 5000 # Ancho de cada polígono en metros  
height_metros = 5000 # Alto de cada polígono en metros
```

Paso 8. Calcular el número de filas y columnas necesarias

```
xmin, ymin, xmax, ymax = bbox  
num_columnas = ceil((xmax - xmin) / width_metros)  
num_filas = ceil((ymax - ymin) / height_metros)
```

Paso 9. Crear la malla de polígonos (fishnet)

```
poligonos = []  
for i in range(num_columnas):  
    for j in range(num_filas):
```

```

x = xmin + i * width_metros
y = ymin + j * height_metros
poligono = Polygon([(x, y), (x + width_metros, y), (x + width_metros, y + height_metros), (x, y + height_metros)])
poligonos.append(poligono)

```

Paso 10. Crear un GeoDataFrame con los polígonos de la malla

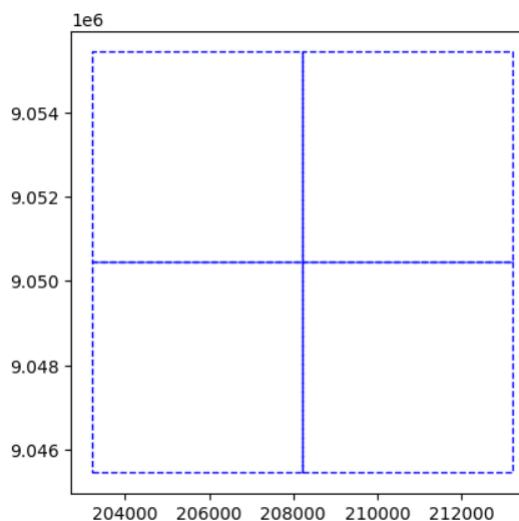
```
malla = gpd.GeoDataFrame({'geometry': poligonos}, crs=shp_gdp.crs)
```

Paso 11. Realizar una unión espacial entre la parcela y la malla

```
malla_seleccionada = gpd.sjoin(malla, shp_gdp, how='inner',
predicate='intersects')
```

Paso 12. Visualización de la malla del área de estudio.

```
malla_seleccionada.plot(color='none', edgecolor='blue', linestyle='dashed')
```



Paso 13. Nombre de las columnas de shp

```
malla_seleccionada.columns
```

Paso 14. Eliminar columna de atributos del shp

```
malla_seleccionada = malla_seleccionada.drop(columns=['index_right'])
```

Paso 14. Generar nombres consecutivos para la nueva columna

```
Name = []
```

```
prefijo = 'Parcela_'
```

```
for i in range(1, len(malla_seleccionada) + 1):
```

```
    nombre = prefijo + str(i)
```

```
Name.append(nombre)
```

Paso 15. Agregar la nueva columna shp

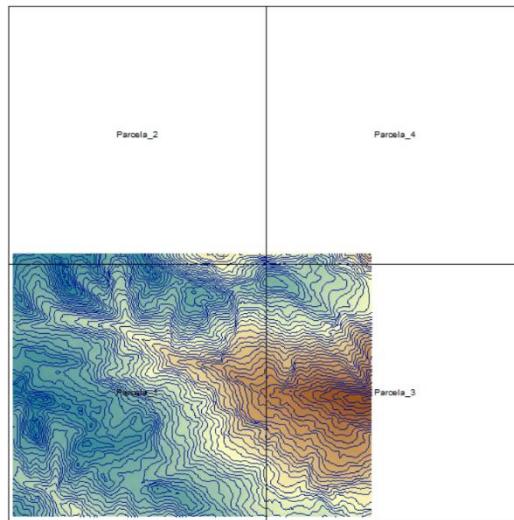
```
malla_seleccionada['Nombre'] = Name
```

Paso 16. Visualización de la tabla de atributo

```
malla_seleccionada.head(4)
```

Paso 17. Guardar la malla seleccionada

```
malla_seleccionada.to_file('malla_seleccionada.shp')
```



3.2.5. Descarga de imágenes Sentinel2 y Planet NICFI

Paso 1. Importar las librerías

```
import ee, geemap, os, glob, copy  
import geopandas as gpd  
import pandas as pd
```

Paso 2. Iniciar sesión en GEE

```
ee.Initialize()
```

Paso 3. Configurar el mapa base con geemap

```
Map = geemap.Map(basemap='Esri.WorldImagery')
```

Paso 4. Cambiar el directorio donde esta shp

```
os.chdir(r"Directorio shp")  
os.getcwd() # Consultar ruta trabajo
```

Paso 5. Buscar archivo shp

```
lista = glob.glob("*.shp")
```

Paso 6. Cargar el archivo shp mediante geopandas

```
zona_gdp = gpd.read_file(lista[0])
```

Paso 7. Reproyectar a Geografico WGS84

```
zona_gdp.crs.name # Consultar  
# Hagamos una copia de seguridad de nuestros datos  
Zona_geo = zona_gdp.copy()  
# Reproyectar  
Zona_wg84 = Zona_geo.to_crs(epsg=4326)
```

Paso 8. Convertir de shapefile a GEE - FeatureCollection

```
ee_zona_gdp = ee.FeatureCollection(Zona_wg84.__geo_interface__)  
geometria = ee_zona_gdp.geometry()
```

Paso 9. Visualizar en el mapa

```
Map.centerObject(geometria,12)  
Map.addLayer(ee_zona_gdp, {"color" : "00FF11"}, "zona_gdp")  
Map
```

Paso 10. Extraer la lista de Parcela

```
lista_parcela =  
ee_zona_gdp.reduceColumns(ee.Reducer.toList(),["Nombre"]).get("list").getInfo()  
print(lista_parcela)
```

Paso 11. Selección de un feature en GEE

```
Parcela = ee_zona_gdp.filterMetadata('Nombre', 'equals', lista_parcela[0])
```

Paso 12. Cambiar el directorio donde va descargar los raster

```
os.chdir(r"D:\Descarga")
```

Paso 13. Cargar imagen Planet - NICFI

```
nicfi = ee.ImageCollection('projects/planet-nicfi/assets/basemaps/americas')  
.filter(ee.Filter.date('2023-06-01','2024-04-15'))
```

Paso 14. Imprimir la lista de ID Imágenes

```
ID_planet =  
nicfi.reduceColumns(ee.Reducer.toList(),"system:index").get("list"). getInfo()
```

```
print(ID_planet)
```

Paso 15. Resumir nombre a exportar

```
ID_planet[-1][-14:]"_Planet"
```

Paso 16. Crear una lista de ID Planet

```
lista_ID_planet = []
```

```
for r in range(len(ID_planet)):
```

```
    lista_ID_planet.append(ID_planet[r][-14:])
```

```
print(lista_ID_planet)
```

Paso 17. Convertir en un dataframe la lista

```
tabla_Planet = pd.DataFrame(lista_ID_planet, columns=['ID_planet'])
```

Paso 18. Concatenar string o texto

```
out_dir_planet = os.path.normpath((os.getcwd() + '/Planet' ))
```

```
out_dir_sentinel2 = os.path.normpath((os.getcwd() + '/Sentinel2' ))
```

Paso 19. Crear la carpeta en el directorio

```
os.makedirs(out_dir_planet)
```

```
os.makedirs(out_dir_sentinel2)
```

Paso 20. Cambiar directorio para la exportación Planet

```
os.chdir(out_dir_planet)
```

Paso 21. Exportación de la tabla ID Planet

```
tabla_Planet.to_csv(out_dir_planet+"/tabla_ID_Planet.csv")
```

Paso 22. Exportación de las imágenes Planet NICFI

```
for i in range(len(lista_parcela)):
```

```
    Parcela = ee_zona_gdp.filterMetadata('Nombre', 'equals',  
    lista_parcela[i])
```

```
    geometria = Parcela.geometry()
```

```
    name_parcela = lista_parcela[i]
```

```
    for k in range(len(ID_planet)):
```

```
        # Mantiene la convención de nombre de archivo original
```

```
        image = ee.Image("projects/planet-nicfi/assets/basemaps/americas" +  
        "/" + ID_planet[k])
```

```
        # Reproyectar segun zona de estudio
```

```
        img_RS_es = image.reproject(crs="EPSG:32718", scale=4.7)
```

```
        # Recortar
```

```
        img_RS_es_clip = img_RS_es.clip(Parcela)
```

```

# Descarga
geemap.ee_export_image(img_RS_es_clip,
                      filename=out_dir_planet+"/"+ID_planet[k][-14:]+"_Planet_"+name_parcela+".tif",
                      region=geometria,
                      scale=4.77,
                      file_per_band=False)
print('Archivo exportado ' + ID_planet[k][-14:]+"_Planet_"+name_parcela+".tif")

Paso 23. Crear una lista en blanco Sentinel2
lista_ID_S2 = []

Paso 24. Cambiar directorio del resultado sentinel2
os.chdir(out_dir_sentinel2)

Paso 25. Descargar sentinel 2 con bucle
for i in range(len(lista_parcela)):
    Parcuela = ee_zona_gdp.filterMetadata('Nombre', 'equals',
                                           lista_parcela[i])
    geometria = Parcuela.geometry()
    name_parcela = lista_parcela[i]
    # Coleccion de Sentinel-2 SR
    S2_RS =
        ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED")\
            .filterDate('2023-06-01','2024-04-14')\
            .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE','less_than',30) \
            .filterBounds(Parcuela)
    # Imprimir la lista de ID Imagenes
    ID_S2 =
        S2_RS.reduceColumns(ee.Reducer.toList(),["system:index"]).get("list").getInfo()
    # Gardar la lista ID
    for r in range(len(ID_S2)):
        lista_ID_S2.append(ID_S2[r])
    # Proceso de búsqueda y descarga

```

```

for k in range(len(ID_S2)):

    # Importar imagen Sentinel-2 RS
    image = ee.Image("COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED" + "/" +
ID_S2[k])

    # Seleccionar imagenes por bandas
    S2_img_RS =

image.select(["B1","B2","B3","B4","B5","B6","B7","B8","B9","B11","B1
2"])

    # Recortar según zona estudio
    S2_img_RS_clip = S2_img_RS.clip(Parcela)

    # Descarga
    geemap.ee_export_image(S2_img_RS_clip,
filename=out_dir_sentinel2+"/"+ID_S2[k][0:16]+name_parcela+".tif",
region=geometria,
scale=10,
file_per_band=False)

print('Archivo exportado ' + ID_S2[k][0:16]+name_parcela+".tif")

```

Paso 26. Crear una lista id en blanco

```
lista_ID = []
```

Paso 27. Extraer la lista nombre sentinel2

```
for f in range(len(lista_ID_S2)):
```

```
    dato = lista_ID_S2[f][0:15]
```

```
    lista_ID.append(dato)
```

Paso 28. Extraer valores únicos como un conjunto

```
valores_unicos = set(lista_ID)
```

Paso 29. Convertir en dataframe

```
tabla_sentinel2 = pd.DataFrame(valores_unicos, columns = ["ID_RS"])
```

3.2.6. Generar mosaico de sentinel2

Paso 1. Cargar las librerías

```
import rasterio, os, glob
from rasterio.merge import merge
from rasterio.plot import show
import geopandas as gpd
```

```
import pandas as pd
```

Paso 2. Ruta del directorio estas imágenes

```
os.chdir(r"D:\Descarga\Sentinel2")
```

Paso 3. Buscar el archivo CSV

```
lista = glob.glob("*.csv")
```

Paso 4. Cargar la tabla

```
df = pd.read_csv(lista[0])
```

Paso 5. Convertir en una lista

```
lista_ID = df['ID_RS'].tolist()
```

Paso 6. Leer una de las listas y concatenar .tif

```
lista_ID[0] + ".tif"
```

Paso 7. Generación del mosaico utilizando el for

```
for i in range(len(lista_ID)):
```

```
    busca_tif = lista_ID[i] + ".tif"
```

```
    archivos_imagenes = glob.glob(busca_tif)
```

```
# Abrir todas las imágenes y obtener sus propiedades
```

```
    imagenes_abiertas = [rasterio.open(nombre_archivo) for  
nombre_archivo in archivos_imagenes]
```

```
# Realizar el mosaico
```

```
mosaico, transformacion = merge(imagenes_abiertas)
```

```
name_mosaico = "Mosaico_S2_" + lista_ID[i] + ".tif"
```

```
# Guardar el mosaico como un nuevo archivo
```

```
with rasterio.open(name_mosaico, 'w', driver='GTiff',  
width=mosaico.shape[2], height=mosaico.shape[1],
```

```
        count=11, dtype=mosaico.dtype,
```

```
        crs=imagenes_abiertas[0].crs, transform=transformacion) as dest:
```

```
    for i in range(1, 12):
```

```
        dest.write(mosaico[i-1], i)
```

```
# Cerrar las imágenes abiertas
```

```
for imagen in imagenes_abiertas:
```

```
    imagen.close()
```

3.2.7. Generar mosaico de Planet NICFI

Paso 1. Cargar las librerías

```

import rasterio, os, glob
from rasterio.merge import merge
from rasterio.plot import show
import geopandas as gpd
import pandas as pd

Paso 2. Ruta del directorio estas imágenes
os.chdir(r"D:\Descarga\Planet")

Paso 3. Buscar el archivo CSV
lista = glob.glob("*.csv")

Paso 4. Cargar la tabla
df = pd.read_csv(lista[0])

Paso 5. Convertir en una lista
lista_ID = df['ID_planet'].tolist()

Paso 6. Leer una de las listas y concatenar .tif
lista_ID[0]+".tif"

Paso 7. Generación del mosaico utilizando el for
for i in range(len(lista_ID)):

    busca_tif = lista_ID[i]+".tif"
    archivos_imagenes = glob.glob(busca_tif)
    # Abrir todas las imágenes y obtener sus propiedades
    imagenes_abiertas = [rasterio.open(nombre_archivo) for
    nombre_archivo in archivos_imagenes]
    # Realizar el mosaico
    mosaico, transformacion = merge(imagenes_abiertas)
    name_mosaico = "Mosaico_Planet_"+lista_ID[i]+".tif"
    # Guardar el mosaico como un nuevo archivo
    with rasterio.open(name_mosaico, 'w', driver='GTiff',
    width=mosaico.shape[2], height=mosaico.shape[1],
    count=4, dtype=mosaico.dtype,
    crs=imagenes_abiertas[0].crs, transform=transformacion) as dest:
        dest.write(mosaico)
    # Cerrar las imágenes abiertas
    for imagen in imagenes_abiertas:
        imagen.close()

```

IV. PROTOCOLO DE RPAS

4.1. Planificación del plan de vuelo

4.1.1. Generación de mapa base de cobertura

Para el área de estudio se realizó un mapa de cobertura utilizando PlanetScope, Sentinel2 o Planet NICFI de fechas actualizadas para tener los accesos, superficie de bosque, quebradas, ríos, centros poblados, entre otros.

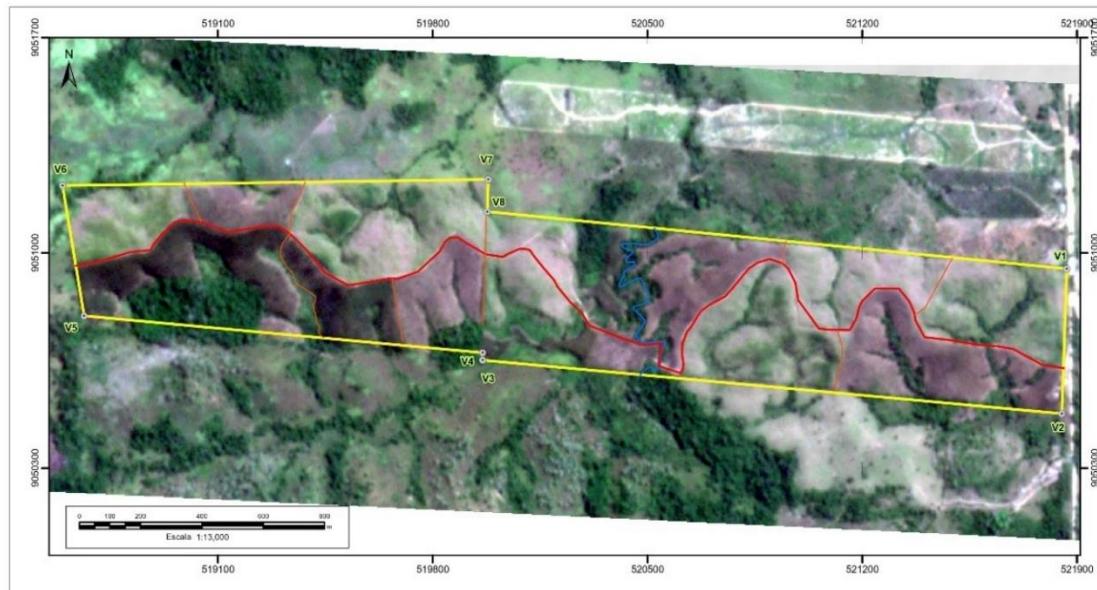


Figura 74. Mapa base de cobertura del área de interés

4.1.2. Generación de mapa topográfico SRTM

Para tener en cuenta la altitud del terreno y ubicarnos en una zona alta para realizar el vuelo planificado de este punto de aterrizaje.

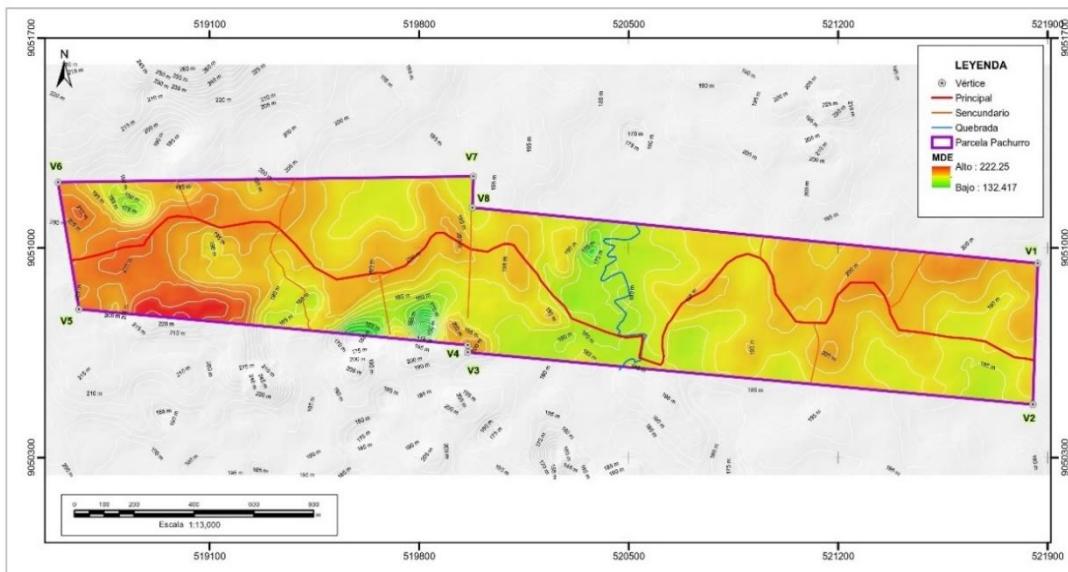


Figura 75. Mapa topográfico SRTM de altitud – Curva de nivel.

4.1.3. Establecer los planes de vuelo y punto despegue

Se determinar el número de vuelo, dependiente mucho del área de estudio y altitud de vuelo, como cobertura de la vegetación. La ubicación de despegue se localizó utilizando el camino o vías de acceso, y zonas altas.



Figura 76. Generación de planes de vuelo y puntos de localización despegue.

4.1.4. Subir el kml al control para el plan vuelo

Para generar los planes de vuelo se ha realizado en Google Earth Pro los polígonos en formato KML, para copiarlo en el microSD y luego será puesto en el control para crear los planes de vuelo con Pilot2.



Figura 77. Generación de plan de vuelo Pilot2

V. BIBLIOGRAFIA

- ✓ Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., and Alsdorf, D.E., 2007, The shuttle radar topography mission: *Reviews of Geophysics*, v. 45, no. 2, RG2004, at <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>.
- ✓ Planet Team (2017). Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>