



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

“Procesamiento de imágenes de vehículos aéreos no tripulados”

Investigador: Ing. M.Sc. Javier A. Quille Mamani
Abril 2021



PERÚ

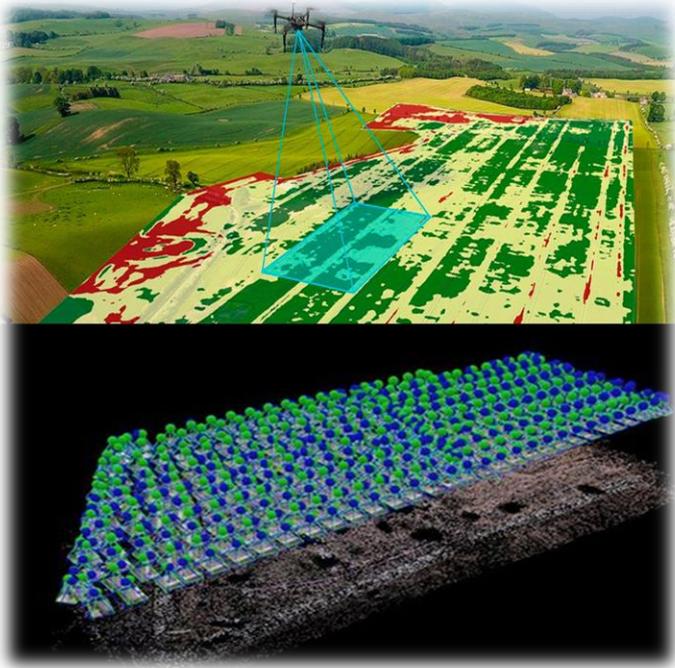
Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021



CONTENIDO

- Introducción
- Aspectos generales
- Objetivo
- Procesamiento con Pix4Dmapper
 - Paso 1: Alineación de la imágenes .
 - Paso 2: Creación de la nubes puntos.
 - Paso 3: Formación de los orthomosaicos.
- Conclusión y recomendaciones.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Introducción

Fotogrametría tiene y ha tenido una relación directa con la fotografía y sus avances a lo largo de la historia.

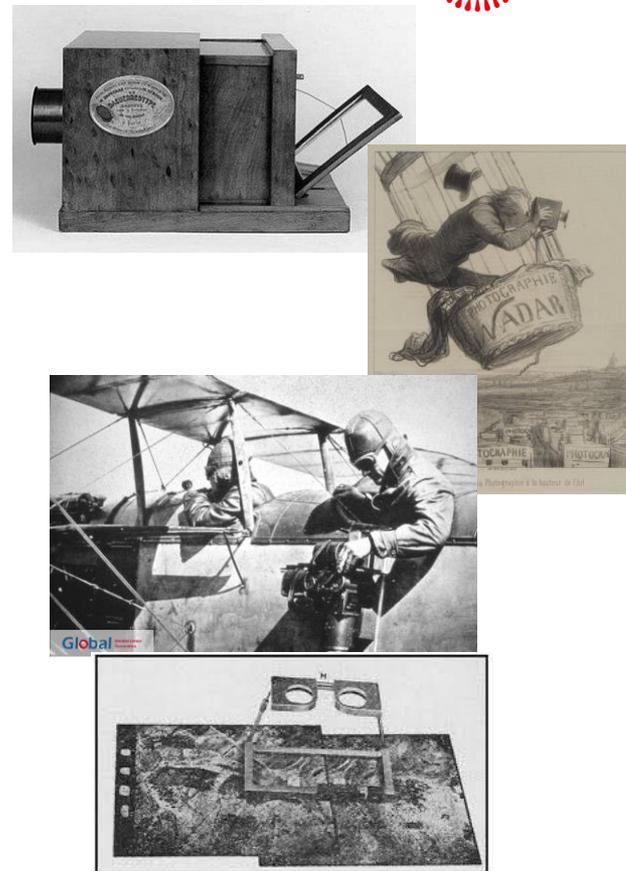
1492 Leonardo Da Vinci demostró los principios de la proyección óptica, efectuando el bruñido y Pulido de los lentes. En el siglo XVI existen documentos que demuestran la utilización de la llamada cámara oscura (Buill et al., 2007).

En el mismo siglo Albert Durer (Durero) realice los primeros dibujos estereoscópicos.

1600 por Kepler como Jacopo Chimani realizó a mano el primer par estereoscopio conocido (Buill et al., 2007).

Hasta 1816 Niépee realiza la primera fotografía.

Desde XIX ya se realizan para determinar las posición de puntos características de un edificio directamente sobre una o varias fotografías (Morales et al., 2002).





PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

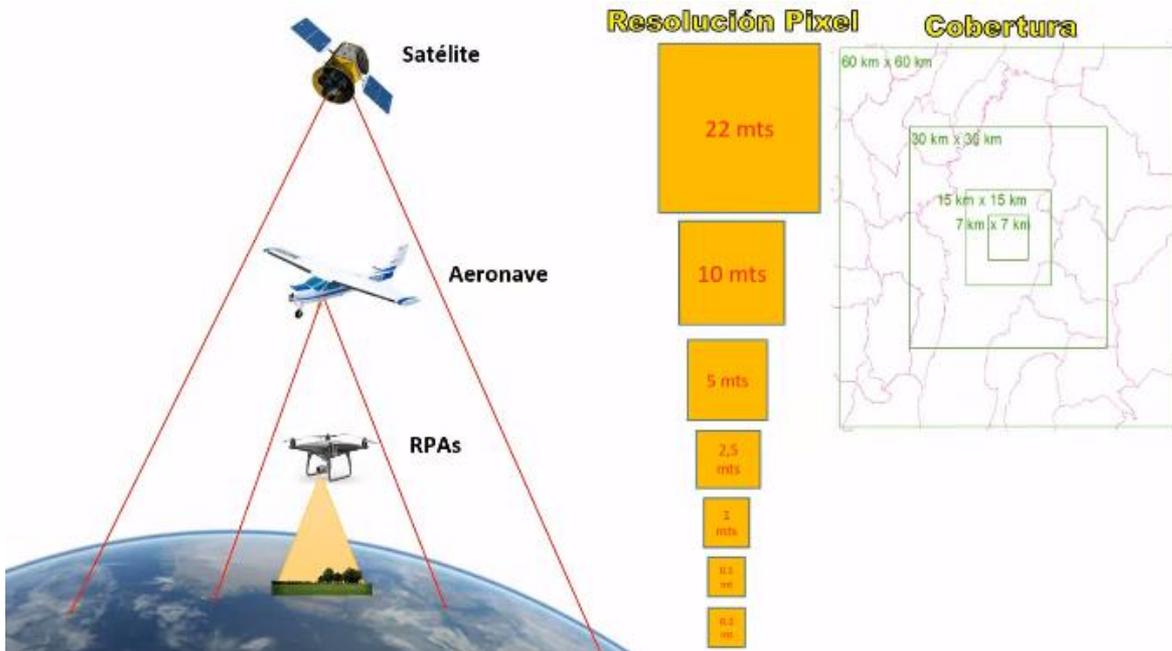


Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

Clasificación de plataformas y sensores





PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



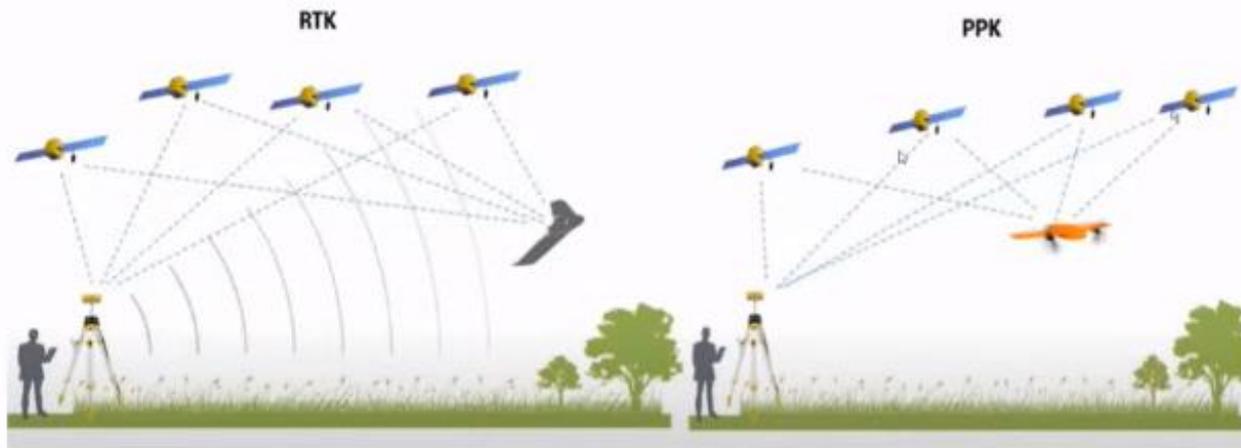
BICENTENARIO PERÚ 2021

Componentes de VANT





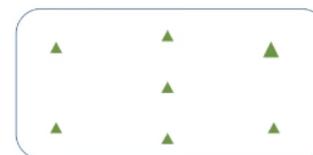
Primero una definición rápida



SISTEMA (NO RTK/PPK)	PRECISIÓN
(X, Y)	3 – 5
(Z)	5 - 10

SISTEMA (RTK/PPK)	PRECISIÓN (m)
(X, Y)	0.02 – 0.06
(Z)	0.06 – 0.12

Puntos de Fotocontrol





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

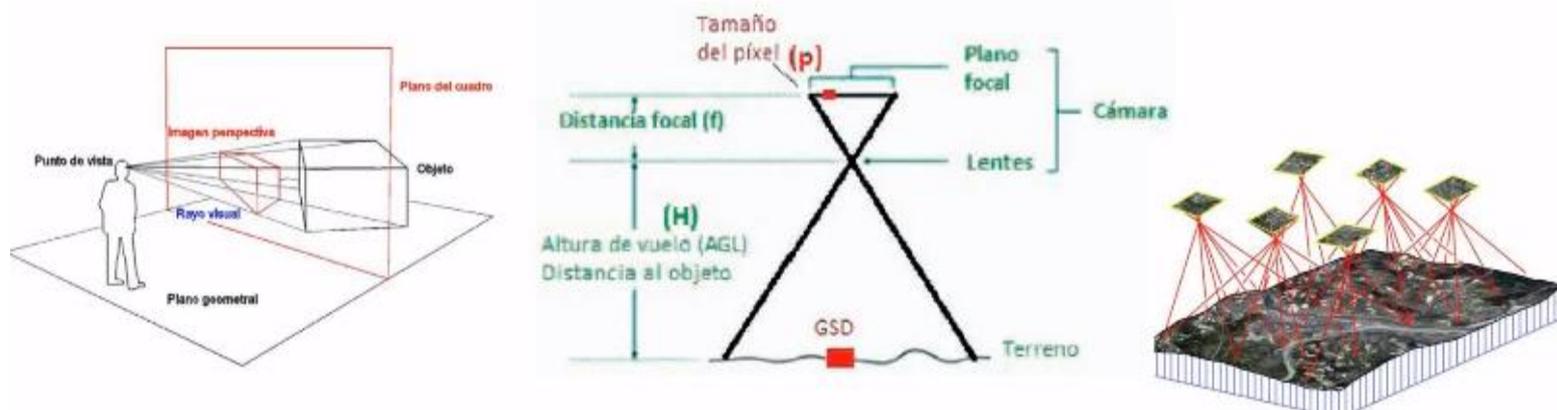
Distribución de puntos de control

TERRENO / N° PUNTOS DE FOTOCONTROL	PUNTOS DE FOTOCONTROL (RPAS SIN RTK)	COBERTURA (HECTÁREAS)
LLANO - LIGERAMENTE ONDULADO	10	100
LIGERAMENTE ONDULADO	12	100
ONDULADO – FUERTEMENTE ONDULADO.	16	100

TERRENO / N° PUNTOS DE FOTOCONTROL	PUNTOS DE FOTOCONTROL (RPAS CON RTK)	COBERTURA (HECTÁREAS)
LLANO - LIGERAMENTE ONDULADO	3 - 6	100
LIGERAMENTE ONDULADO	5 - 7	100
ONDULADO – FUERTEMENTE ONDULADO.	7 - 9	100

Fotogrametría

Es “medir sobre fotos”, si trabajamos en una foto podemos obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir información bidimensional. Si trabajamos con dos fotos en la zona común (SOLAPE), podemos tener visión estereoscópica; o dicho de otro modo, información tridimensional.





PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

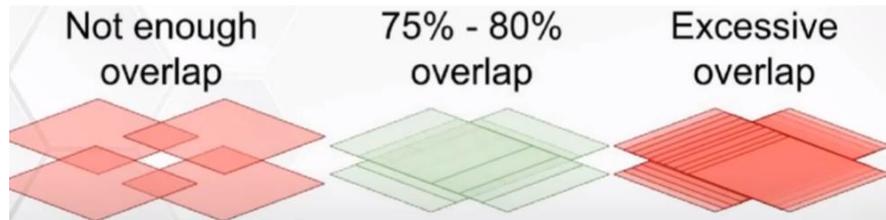
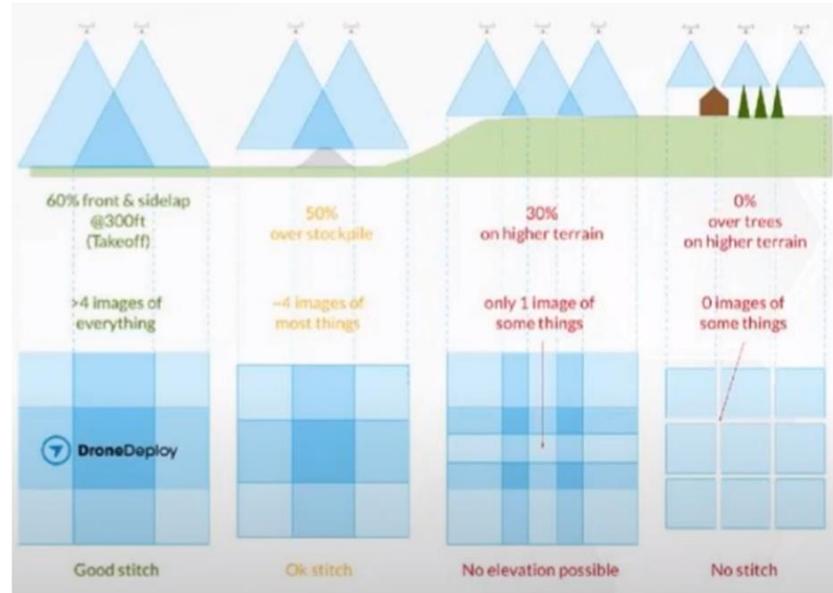


Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

SOLAPE





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Objetivo

- Aprender las funciones del Pix4D.
- Realizar un ejemplo de procesamiento RGB y multiespectral



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Software de procesamiento de imágenes

PROGRAMA	PLATAFORMA	LICENCIA
Opendronemap	Linux	Libre
Visual SFM	Linux, OSX, windows	Libre
Open MVS	Linux OSX, Windows	Libre
123D Catch	Android, iOS, Windows, web based	Libre Descarga
PhotoModeler	Windows	Desde 3500 €
Drone2Map	Windows	1500 \$ año
Pix4D	Windows, OSX (Beta), Online	260 €/mes
		2600 €/año
		6500 € perpetua
PhotoScan	Linux, OSX, Windows	179 \$ Standard
		3499 \$ Professional
DroneDeploy	Online	Pro 99 € mes
		Business 300 € mes
Aerial Insights	Online	Desde 30 euros
DroneMapper	Online, Escritorio	Desde 250 \$ Online

Pasos de como obtener imágenes con un VANT

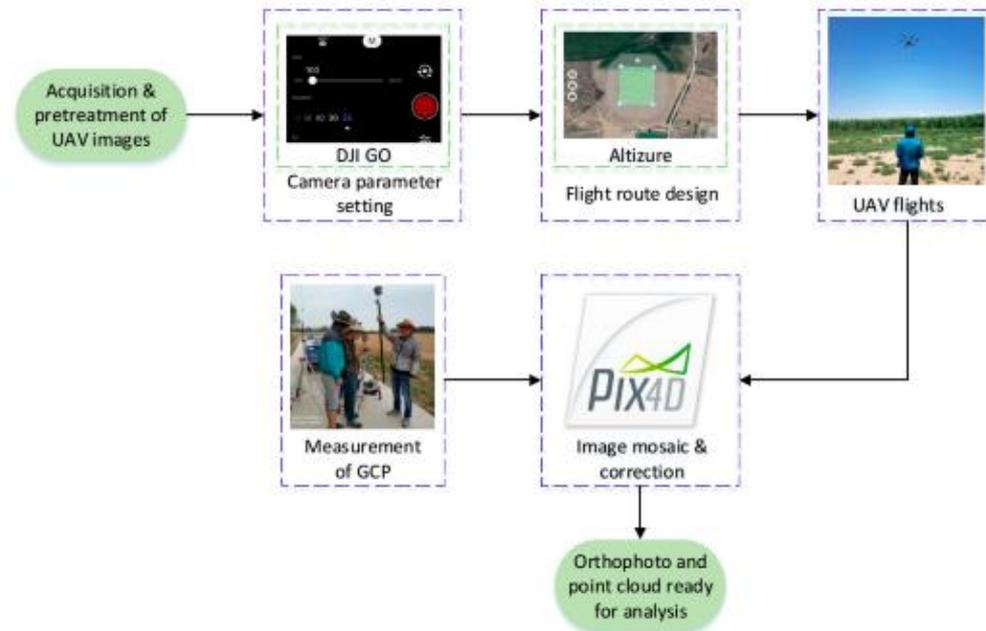


Figure 3. The acquisition and pretreatment of unmanned aerial vehicles (UAV) RGB imagery, including camera parameter setting, flight route design, UAV flights, and image mosaic and correction. GCP is the abbreviation of the ground control point.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

PROCESAMIENTO DE IMAGENES



Pix4Dmapper 4.1
USER MANUAL



Agisoft Metashape 1.6.2

This is a latest released version.
Check Metashape [Tutorials](#) and [User Manual](#) to get started.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Requisitos Mínimos del Sistema :

- Windows 7, 8, 10, Server 2008, Server 2012, 64 bits (PC o Mac Ordenadores usando Boot Camp).
- Algún CPU (Intel i5/ i7/ Xeon recommended).
- Algún GPU que sea compatible con OpenGL 3.2. (Tarjeta gráfica integrada Intel HD 4000 o mejor).
- Proyectos Pequeños (Menores a 100 imágenes a 14 MP): 4 GB RAM, 10GB HDD Espacio Libre.
- Proyectos Medianos (Entre 100 y 500 imágenes a 14MP): 8GB RAM, 20GB HDD Espacio Libre.
- Proyectos Grandes (Entre 500 y 2000 imágenes a 14MP): 16GB RAM, 40GB HDD Espacio Libre.
- Proyectos Muy Grandes (Por encima de 2000 imágenes a 14 MP): 16GB RAM, 80GB HDD Espacio Libre.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



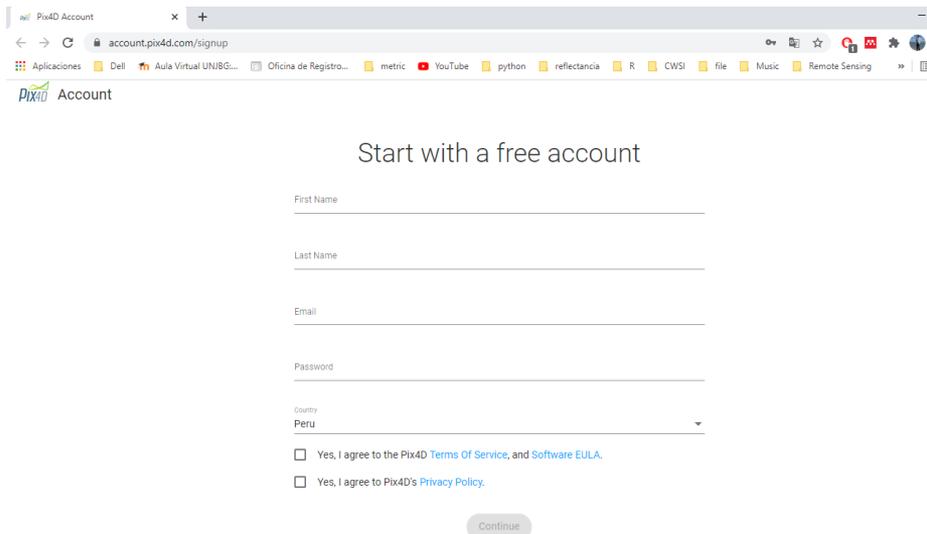
BICENTENARIO
PERÚ 2021

Configuración Recomendada :

- Windows 7, 8, 10 64 bits.
- CPU quad-core or hexa-core Intel i7/Xeon.
- GeForce GPU compatible con OpenGL 3.2 y 2 GB RAM.
- Disco Duro: SSD.
- Proyectos Pequeños (Por debajo de 100 imágenes a 14 MP): 8 GB RAM, 15GB SSD Espacio Libre.
- Proyectos Medianos (Entre 100 y 500 imágenes a 14 MP): 16GB RAM, 30GB SSD Espacio Libre.
- Proyectos Grandes (Por encima de 500 imágenes a 14 MP): 32GB RAM, 60GB SSD Espacio Libre.
- Proyectos Muy Grandes (Por encima de 2000 imágenes a 14 MP): 32GB RAM, 120GB SSD Espacio Libre.

Registro

- Por favor siga estos pasos para crear una cuenta de usuario en Pix4D: 1. Clic en el siguiente enlace o copie y pegue en su navegador: <https://cloud.pix4d.com/signup>
- 2. Rellene los campos de registro con su información:



The screenshot shows a web browser window with the URL [account.pix4d.com/signup](https://cloud.pix4d.com/signup). The page title is "Pix4D Account" and the main heading is "Start with a free account". The registration form includes the following fields:

- First Name
- Last Name
- Email
- Password
- Country (set to Peru)

At the bottom of the form, there are two checkboxes for terms and conditions:

- Yes, I agree to the Pix4D [Terms Of Service](#), and [Software EULA](#).
- Yes, I agree to Pix4D's [Privacy Policy](#).

A "Continue" button is located at the bottom center of the form.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021



Store

Support

Settings

Licenses

Log in

Start with a free account

First name

Last name

Email

Password



At least 8 characters

Software usage



Country

Switzerland



The following conditions apply:

- [Pix4D Cloud Terms Of Service](#)
- [Pix4D Privacy Policy](#)

Yes, I agree with the above conditions

CREATE ACCOUNT

Sign up in a minute and get a
15-day trial including full
access to:

- ✓ Pix4Dmapper desktop
- ✓ Pix4D cloud
- ✓ Personal technical support



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



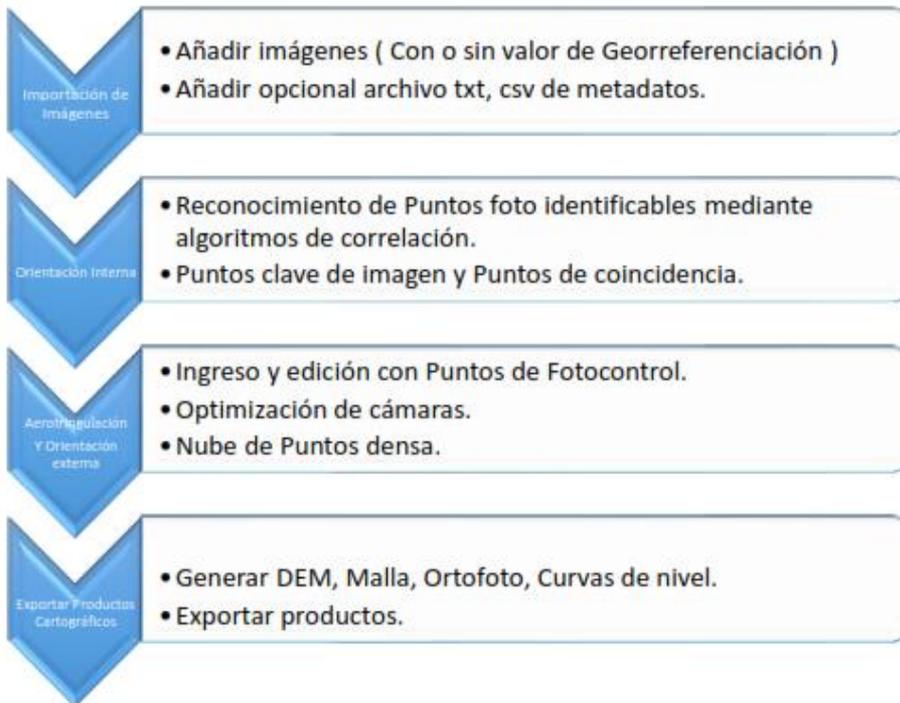
BICENTENARIO
PERÚ 2021



PhotoScan

3D Modeling and Mapping

Agisoft





PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

Barra de menú

Barra de herramientas

Ventana de procesamientos

Barra de visualización de herramientas y resultados



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

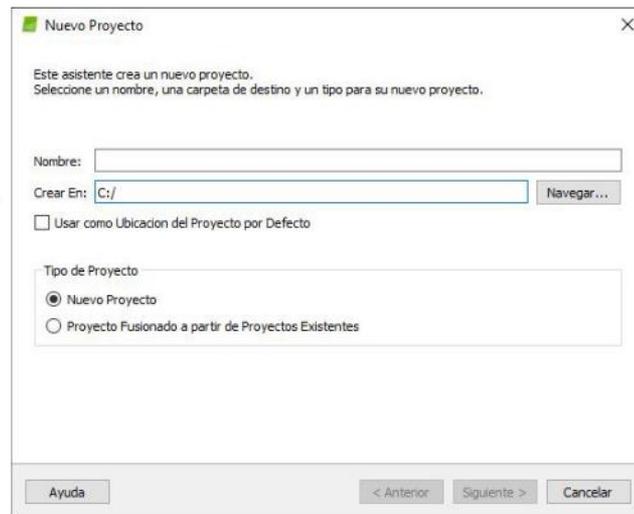
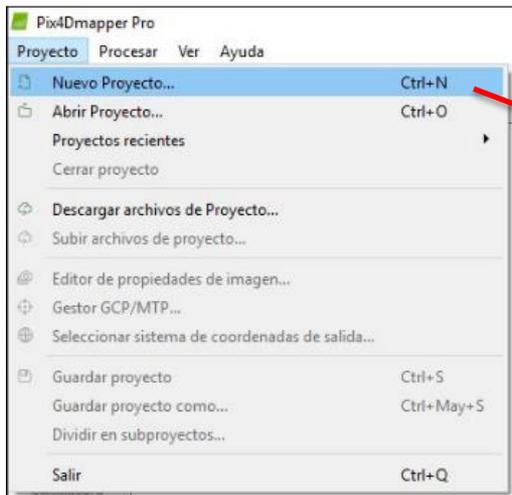


Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

Creación de nuevo proyecto





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Nuevo Proyecto ✕

Seleccionar Imágenes

✖ Se requieren al menos 3 imágenes en formato JPG o TIFF.

0 imágenes seleccionadas. **Añadir Imágenes...** Añadir Directorios... Añadir video... Eliminar Seleccionado Limpiar Lista

Ayuda < Anterior Siguiete > Cancelar



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

The screenshot displays the Pix4Dmapper Pro software interface. The main window shows a 3D point cloud map with a grid of red ground control points (GCPs) overlaid on a satellite image. The interface includes a menu bar (Project, Process, View, Map View, Help), a toolbar with icons for Project, Process, and View, and a left sidebar with navigation options like Home, Map View, rayCloud, Volumes, Mosaic Editor, Index Calculator, Processing, Log Output, and Processing Options. The right-hand panels show Project Information and Layers. The Project Information panel includes a Project Summary section with details about the project name, type, workspace, output datum, coordinate system, and georeferencing. The Processing section lists the status of various processing steps, and the Images section shows the number of enabled and geolocated images. The Layers panel shows the status of the Images, GCPs, and Processing Area layers.

Project Information

Project Summary

Project:
Name: quarry_30
Type: Standard
Workspace:
Output Datum: World Geodetic System 1984
Output Coordinate System: WGS 84 / UTM zone 32N
Output Georeferenced: YES

Processing:

1. Initial Processing Done: YES
Average Ground Sampling Distance (GSD) [cm/pixel]: 8.78682
Parameter Files Generated: YES
2. Point Cloud and Mesh Done: YES
Image Scale: multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density: Optimal
3. DSM, Orthomosaic and Index Done: YES
Resolution [cm/pixel]: 8.78682
Raster DSM Generated: YES
Grid DSM Generated: NO
Orthomosaic Generated: YES
Google Maps Tiles and KML Generated: NO

Images:
Enabled Images: 127 out of 127
Geolocated Images: 127 out of 127
Datum: World Geodetic System 1984
Coordinate System: WGS 84

Layers

- Images
- GCPs
- Processing Area

WGS84 - (46.65681911, 6.54699326) WGS84 / UTM zone 32N - (312321.264, 5169951.468) [m]



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



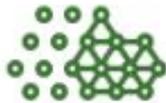
BICENTENARIO
PERÚ 2021

Tres Pasos de Procesamiento

Paso 1



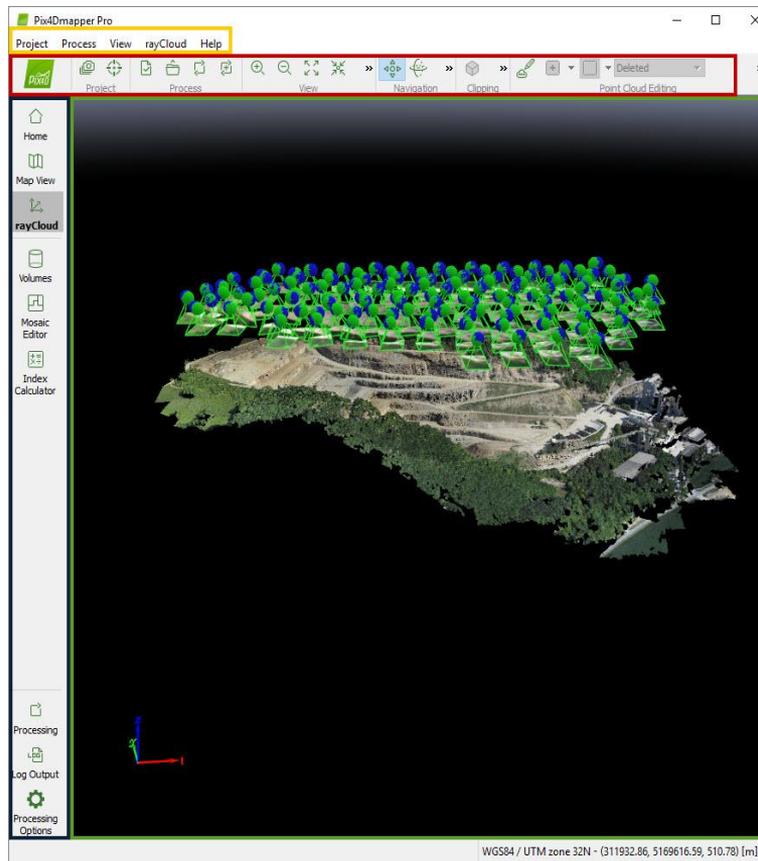
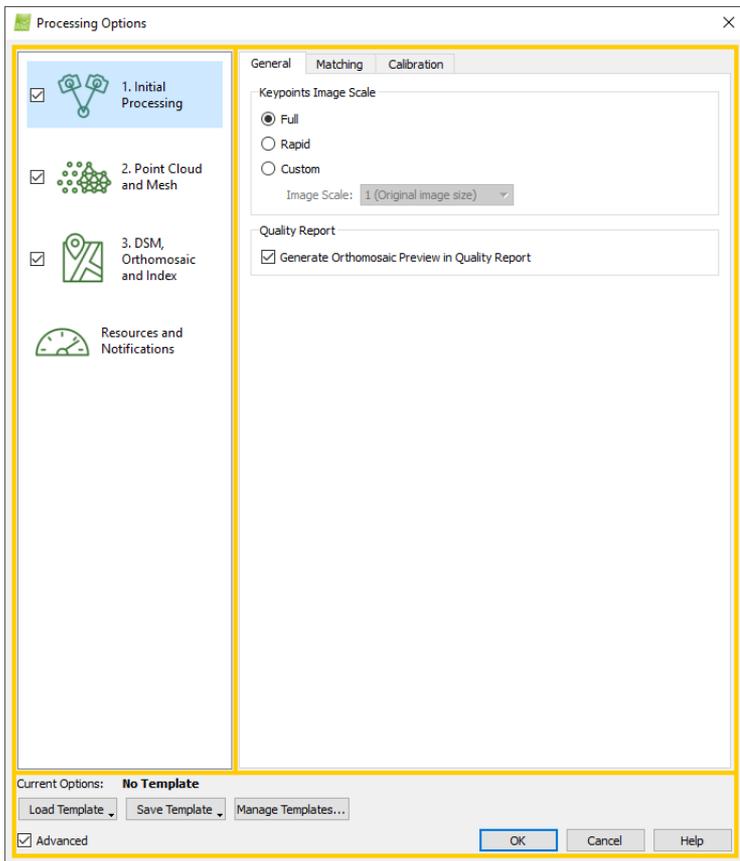
1. Initial Processing



2. Point Cloud and Mesh



3. DSM, Orthomosaic and Index





Processing Options

1. Initial Processing

2. Point Cloud and Mesh

3. DSM, Orthomosaic and Index

Resources and Notifications

General Matching Calibration

Matching Image Pairs

- Aerial Grid or Corridor
- Free Flight or Terrestrial
- Custom
 - Use Capture Time
 - Number of Neighboring Images: 2
 - Use Triangulation of Image Geolocation
 - Use Distance
 - Relative Distance Between Consecutive Images: 0.00
 - Use Image Similarity
 - Maximum Number of Pairs for Each Image Based on Similarity: 1
 - Use MTPs
 - Maximum Number of Image Pairs per MTP: 5
 - Use Time for Multiple Cameras

Matching Strategy

- Use Geometrically Verified Matching

Current Options: **No Template**

Load Template Save Template Manage Templates...

Advanced OK Cancel Help

Processing Options

1. Initial Processing

2. Point Cloud and Mesh

3. DSM, Orthomosaic and Index

Resources and Notifications

General Matching Calibration

Targeted Number of Keypoints

- Automatic
- Custom
 - Number of Keypoints: 10000

Calibration

Calibration Method: Standard

Camera Optimization

Internal Parameters Optimization: All

External Parameters Optimization: All

Rematch

- Automatic
- Custom
 - Rematch

Pre-Processing

Note: this option is available only with Parrot Bebop images.

- Automatic Sky Masking

Export

- Camera Internals and Externals, AAT, BSA
- Undistorted Images

Current Options: **No Template**

Load Template Save Template Manage Templates...

Advanced OK Cancel Help



Basic GCP/MTP Editor

GCP/MTP Table (WGS84)

	Label	Type	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Accuracy Horz [m]	Accuracy Vert [m]
8	9001	3D GCP	46.65644157	6.53589498	573.325	0.020	0.020
4	9002	3D GCP	46.65698879	6.53511384	568.726	0.020	0.020
9	9004	3D GCP	46.65483476	6.53314731	565.699	0.020	0.020
19	9011	3D GCP	46.65537950	6.54370093	473.329	0.020	0.020
24	9012	3D GCP	46.65325332	6.54184116	460.896	0.020	0.020
12	9016	3D GCP	46.65305217	6.53969890	455.266	0.020	0.020
25	9017	3D GCP	46.65364415	6.54260020	465.026	0.020	0.020

Images

- IMG_1155.JPG
- IMG_1154.JPG
- IMG_1159.JPG
- IMG_1158.JPG
- IMG_1178.JPG
- IMG_1160.JPG
- IMG_1179.JPG
- IMG_1156.JPG
- IMG_1153.JPG
- IMG_1185.JPG
- IMG_1177.JPG
- IMG_1184.JPG
- IMG_1186.JPG

Preview

GCP/MTP Manager

OK Cancel Help



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Paso 2



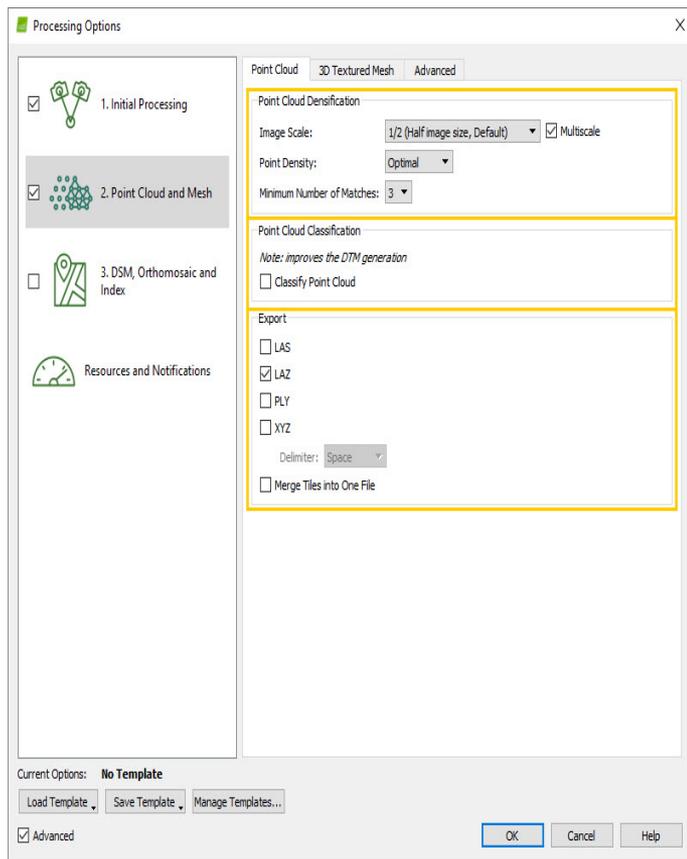
1. Initial Processing



2. Point Cloud and Mesh



3. DSM, Orthomosaic and Index





PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

Opciones de Procesamiento

1. Procesamiento Inicial

2. Nube de Puntos y Malla

3. MDS, Ortomosaico e Índices

Recursos y Notificaciones

Opciones Actuales: **Ninguna Plantilla**

Cargar Plantilla Guardar Plantilla Gestionar Plantillas...

Avanzado

Aceptar Cancelar Ayuda

Nube de Puntos Malla 3D con Textura Avanzado

Configuración

Resolución Alta

Resolución Media (defecto)

Resolución Baja

Personalizado

Máxima Profundidad del Octree: 12

Tamaño de la Textura [píxeles]: 8192x8192

Criterio de Decimación: Cuantitativo

Número Máximo de Triángulos: 1000000

Cualitativo

Estrategia: Sensitivo

Usar Balanceado de Color para Texturas

Exportar

PLY

FBX

DXF

OBJ

Textura en Teselas

3D PDF Logotipo: Selecionar...

Opciones de Procesamiento

1. Procesamiento Inicial

2. Nube de Puntos y Malla

3. MDS, Ortomosaico e Índices

Recursos y Notificaciones

Opciones Actuales: **Ninguna Plantilla**

Cargar Plantilla Guardar Plantilla Gestionar Plantillas...

Avanzado

Aceptar Cancelar Ayuda

Nube de Puntos Malla 3D con Textura Avanzado

Densificación de la Nube de Puntos

Tamaño de Ventana de Emparejamiento: 7x7 píxeles

Grupos de Imágenes

Nota: Algunos grupos de imágenes no están disponibles por el Modelo de Cámara Rig seleccionado 'Modo de Nube de Puntos'

Nube de Puntos

Green

NIR

Red

Red edge

Geometría de Malla

Green

NIR

Red

Red edge

Textura de Malla

Green

NIR

Red

Red edge

Filtros para la Nube de Puntos

Usar Área de Procesamiento

Usar Anotaciones

Limitar profundidad de cámara automáticamente

Preferencias de la Malla 3D con Textura



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Paso 3



1. Initial Processing



2. Point Cloud and Mesh



3. DSM, Orthomosaic and Index

Processing Options

DSM and Orthomosaic Additional Outputs Index Calculator

1. Initial Processing

2. Point Cloud and Mesh

3. DSM, Orthomosaic and Index

Resources and Notifications

Resolution

Automatic
1 x GSD (8.77549 cm/pixel)

Custom
8.78 cm/pixel

DSM Filters

Use Noise Filtering

Use Surface Smoothing

Type: Sharp

Raster DSM

GeoTIFF

Method: Inverse Distance Weighting

Merge Tiles

Orthomosaic

GeoTIFF

Merge Tiles

GeoTIFF Without Transparency

Google Maps Tiles and KML

Current Options: **No Template**

Load Template Save Template Manage Templates...

Advanced

OK Cancel Help

Processing Options

DSM and Orthomosaic Additional Outputs Index Calculator

1. Initial Processing

2. Point Cloud and Mesh

3. DSM, Orthomosaic and Index

Resources and Notifications

Grid DSM

XYZ Delimiter: Space

LAS

LAZ

Grid Spacing [cm]: 100

Raster DTM

GeoTIFF

Merge Tiles

Raster DTM Resolution

Automatic
5 x GSD (4.7909 cm/pixel)

Custom
23.95 cm/pixel

Contour Lines

Note: Contour lines generated from DTM

SHP

PDF

DXF

Contour Base [m]: 0

Elevation Interval [m]: 10

Resolution [cm]: 100

Minimum Line Size [vertices]: 20

Current Options: **No Template**

Load Template Save Template Manage Templates...

Advanced

OK Cancel Help



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO PERÚ 2021

Processing Options [Read-only]

1. Initial Processing

2. Point Cloud and Mesh

3. DSM, Orthomosaic and Index

Resources and Notifications

DSM and Orthomosaic Additional Outputs Index Calculator

Radiometric Processing and Calibration
CanonDUX220HS_4_3_4000x3000 (RGB)
Correction Type: No Correction
Calibration: Calibrate... Reset

Resolution
 Automatic
1 x GSD (8.68155 cm/pixel)
 Custom
8.68 cm/pixel
Downsampling Method: Gaussian Average

Reflectance Map
 GeoTIFF
 Merge Tiles

Indices
 red = red
 green = green
 blue = blue
 grayscale = $0.2126 * \text{red} + 0.7152 * \text{green} + 0.0722 * \text{blue}$

Export
 Index Values as Point Shapefiles (SHP)
Grid Size [cm/grid]: 200
 Index Values and Rates as Polygon Shapefiles (SHP)

Current Options: No Template
Load Template Save Template Manage Templates...

Advanced

OK Close Help

Quality Report - example_quarry

Display Quality Report as PDF

Quality Report

Generated with Pix4Dmapper Pro version 3.2.19 Preview

Important: Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	example_quarry
Processed	2017-04-11 14:37:18
Camera Model Name(s)	CanonIXUS220HS_4.3_4000x3000 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	8.77 cm / 3.45 in
Area Covered	0.5854 km ² / 58.5432 ha / 0.2262 sq. mi. / 144.738 acres

Quality Check

Images	median of 35858 keypoints per image	✓
Dataset	127 out of 127 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.45% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 13972.7 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 7 GCPs (7 3D), mean RMS error = 0.059 m	✓

Preview



Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

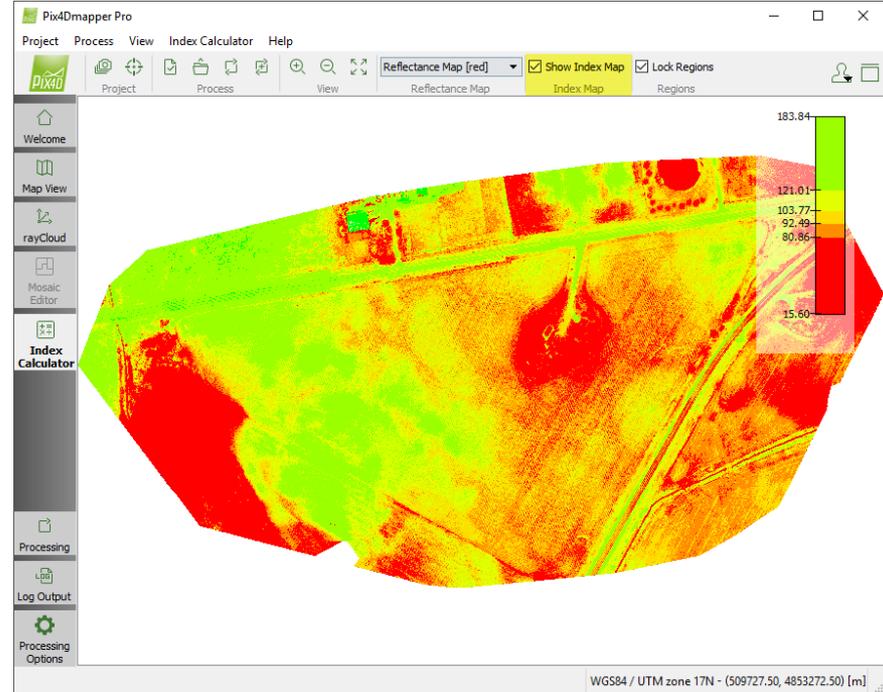
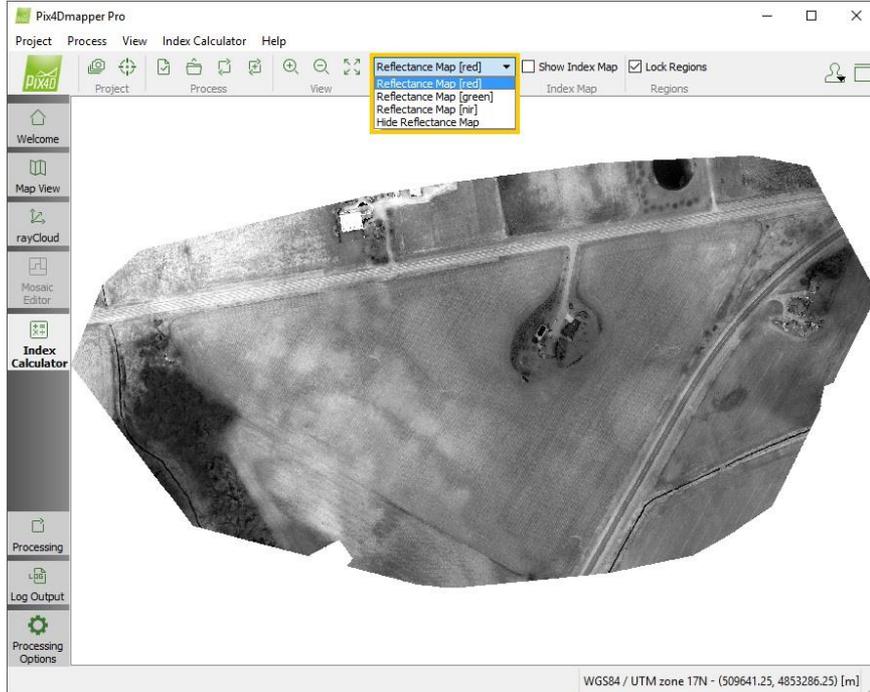
Display Automatically after Processing

Summary

Project	example_quarry
Processed	2017-04-11 14:37:18
Camera Model Name(s)	CanonIXUS220HS_4.3_4000x3000 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	8.77 cm / 3.45 in
Area Covered	0.5854 km ² / 58.5432 ha / 0.2262 sq. mi. / 144.738 acres

Quality Check

Images	median of 35858 keypoints per image	✓
Dataset	127 out of 127 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.45% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 13972.7 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 7 GCPs (7 3D), mean RMS error = 0.059 m	✓





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Conclusión

- El Pix4D, es uno de los softwares mas utilizado, además de ser practico y amigable al usuario, para la fotogrametría.

Recomendaciones

- Obtener imágenes sin ruido o distorsiones.
- Considerar las características de sistema operativo (PC).
- Elaborar un bien plan de vuelo.
- Considerar un buen SOLAPE entre imágenes.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



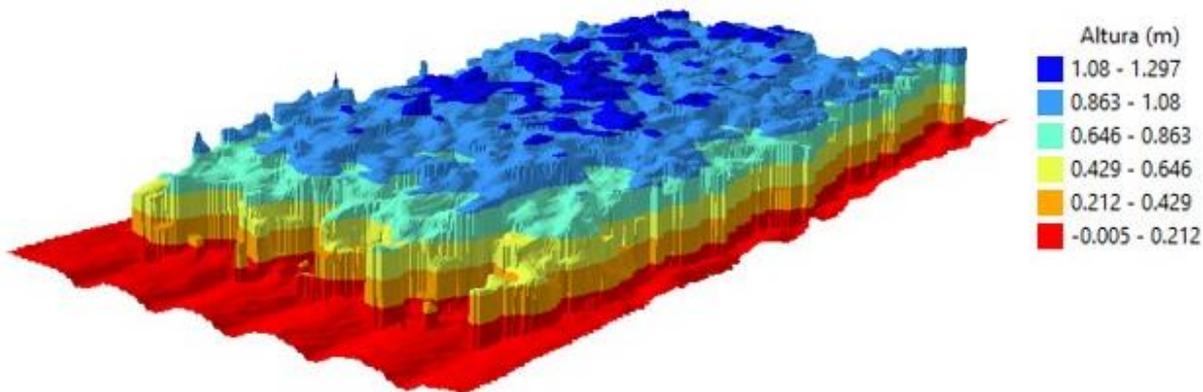
Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Anexos:

Estimación de la altura de planta



Cultivo de maíz - INIA



Estimación de la vigorosidad del cultivo con el NDVI



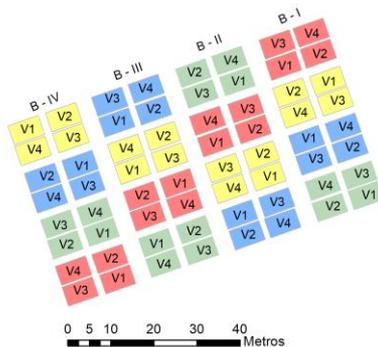
24 set - 2020



01 Oct - 2020



05 Oct - 2020



- Variedades**
 V1 - Canario Camanejo
 V2 - Canario Costacena
 V3 - Canario CIFAC
 V4 - Canario 2000
- Tratamientos**
 T0 (100% ETc)
 T1 (80% ETc)
 T2 (50% ETc)
 T3 (20% ETc)
- NDVI**
 0.85 - 0.95
 0.75 - 0.85
 0.65 - 0.75
 0.55 - 0.65
 0.45 - 0.55

Cultivo de frijol - INIA

GRACIAS



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
PERÚ 2021