



Fotogrametría con drones: Conceptos y análisis

M.C. Sergio Iván Jiménez Jiménez

INIFAP CENID-RASPA



Febrero del 2020

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, agrícolas y Pecuarias

Índice general

1. Generalidades sobre los drones
 - 1.1. Cámaras y plataformas
 - 1.2. Aspectos Legales en México
 - 1.3. Aplicaciones generales de los drones
 - 1.4. Productos que se pueden obtener
2. Flujo de trabajo fotogramétrico con drones
 - 2.1. Adquisición de información
 - 2.2. Procesamiento
 - 2.3. Análisis
3. Alcances y limitaciones del uso de los drones
4. Conclusiones

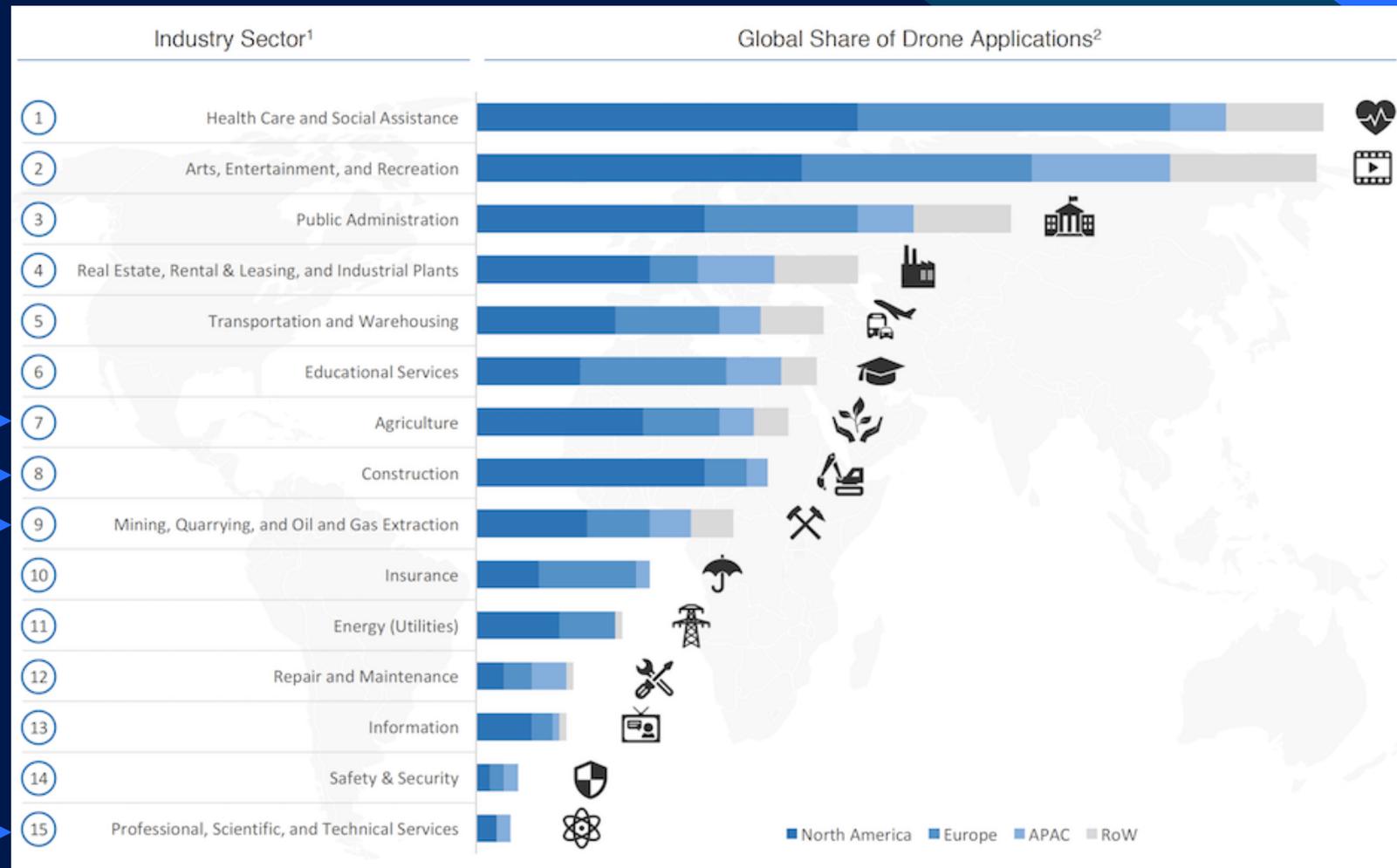


Introducción

- Los UAV (vehículos aéreos no tripulados), comúnmente conocidos como drones, son aeronaves destinadas a operar sin piloto a bordo.
- Aunque los UAV tienen su origen en contextos militares, también se han vuelto valiosos para aplicaciones científicas y comerciales.
- Los UAV facilitan la adquisición de datos a escalas temporales y espaciales que aún permanecen inalcanzables para las plataformas de teledetección tradicionales.
- En comparación con las operaciones basadas en satélites o los estudios fotogramétricos tripulados tradicionales, las misiones de vuelo de UAV proporcionan una alta flexibilidad operativa en términos de costos, lugar, plataformas, tiempo y repetibilidad.
- Su aplicación se está extendiendo a diversas áreas. Muchas investigaciones están estudiando las ventajas y desventajas para aplicaciones específicas.

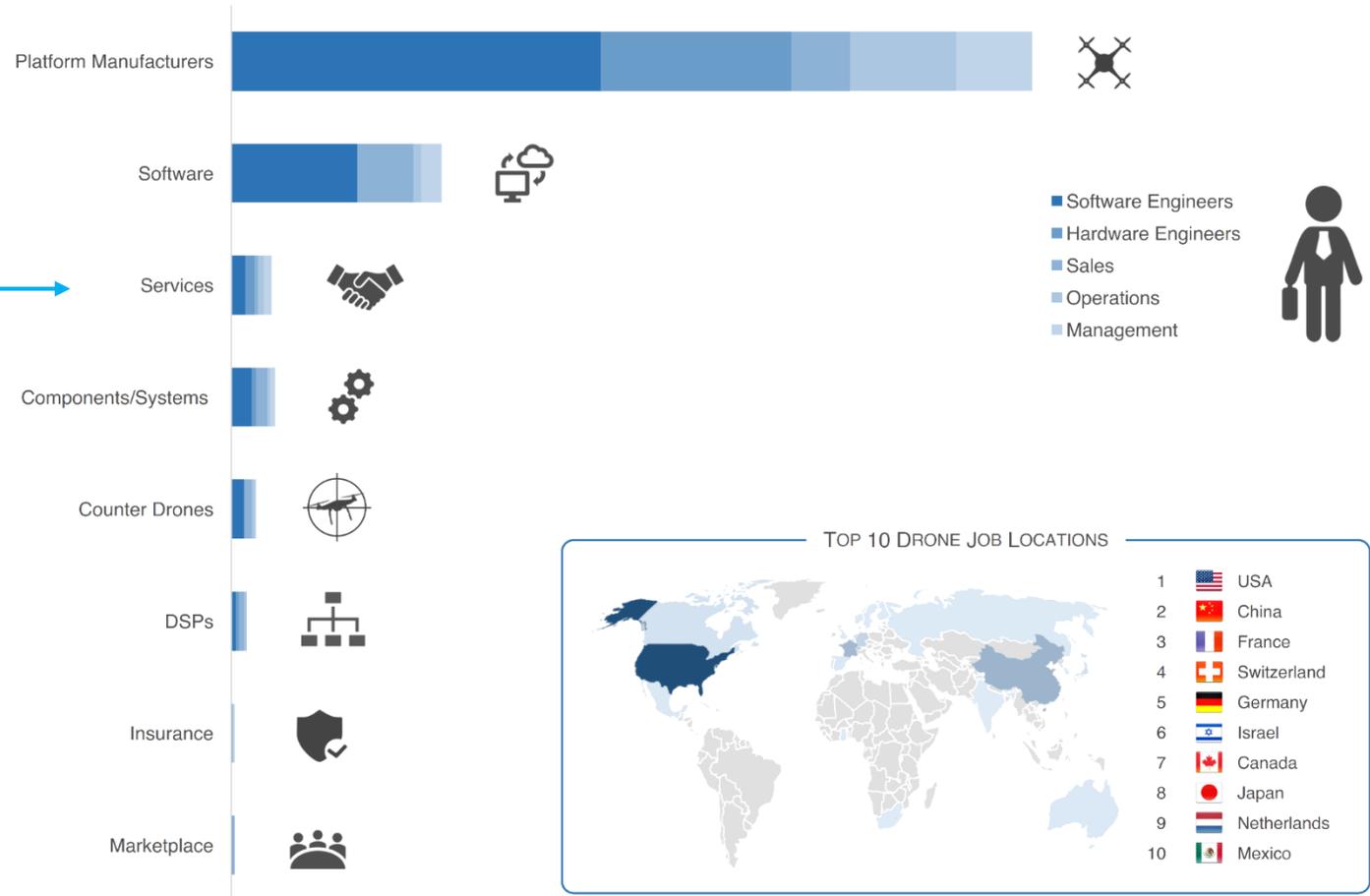
Introducción: Sector de los drones

- Adquisición de información
- Realizar alguna actividad



Introducción: empleos en los drones

- Servicios: Diversas aplicaciones

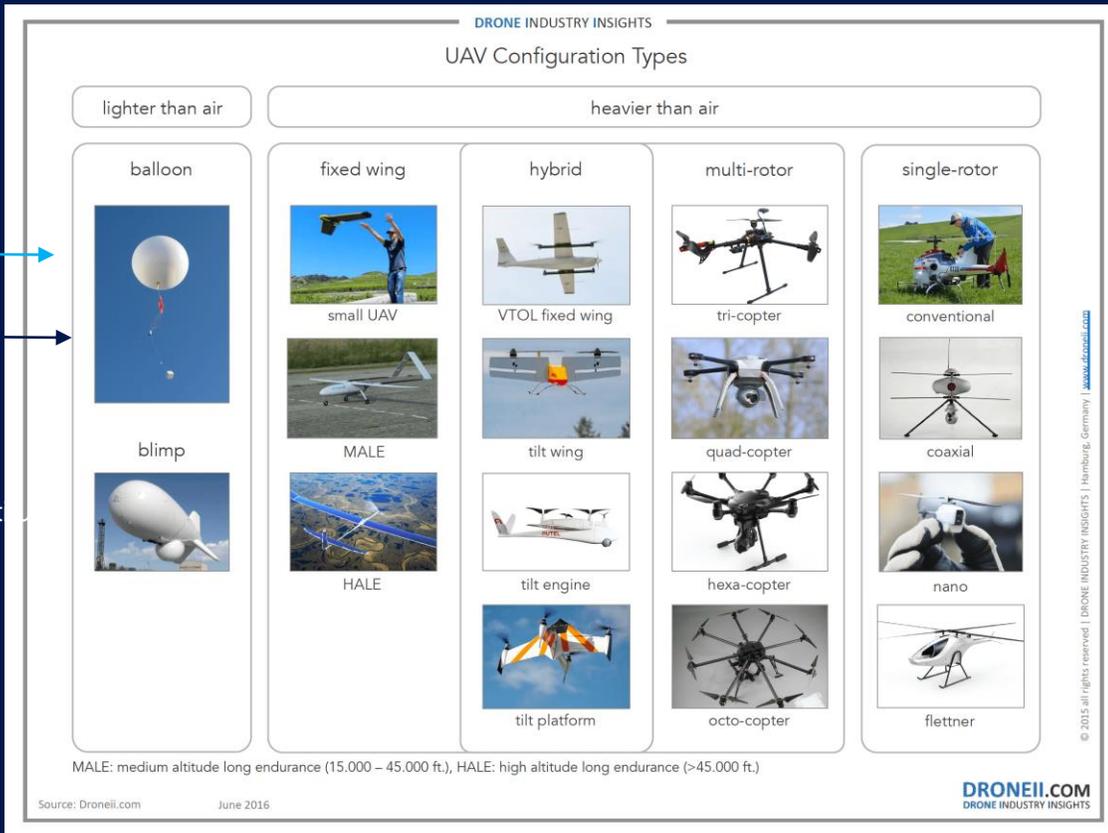


1. Generalidades



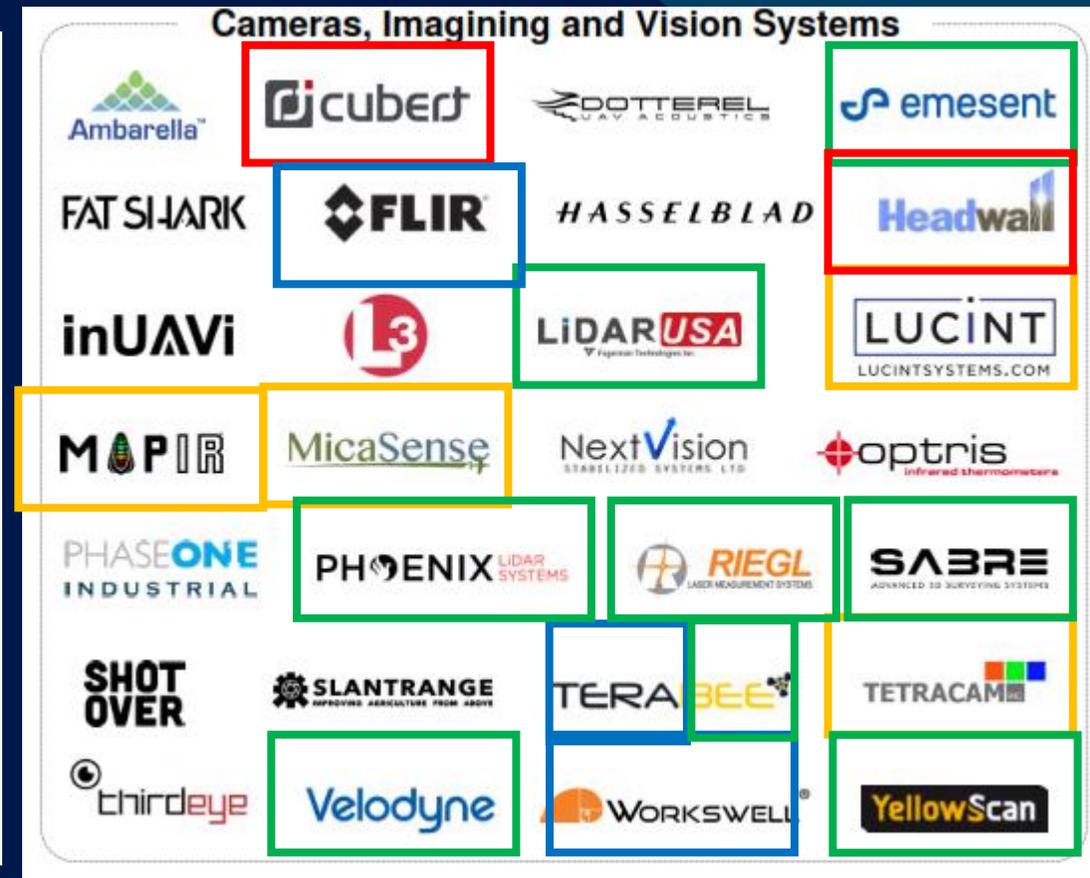
1.1. Cámaras y plataformas

Fotogrametría=plataforma +cámaras digitales



Un vehículo aéreo no tripulado de gran autonomía de altitud media

Un vehículo aéreo no tripulado de gran autonomía de gran altitud (mayor a 9,000 m)



Agriculture



Delivery Systems



Safety & Security



Lighter-Than-Air



Drone-in-a-Box



Helicopter



Recreational



1.2. Aspectos legales

- Para minimizar los riesgos de incidentes o accidentes provocados por los UAV, un número cada vez mayor de autoridades nacionales e internacionales han introducido disposiciones legales que exigen declaraciones de " Ir ", " No ir " o " Cómo ir " que permiten, prohíben o restringen las operaciones de vuelo.
- Las regulaciones de UAV dictan ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿bajo qué condiciones? y ¿quién puede capturar los datos? y la difusión de la tecnología dentro de un contexto nacional.
- Desde principios de la década del 2000, los países han establecido gradualmente marcos legales nacionales. Aunque todas las regulaciones de UAV tienen un objetivo común: minimizar los riesgos para otros usuarios del espacio aéreo y para las personas.
- En general, las regulaciones de UAV solo se aplican a ciertos escenarios de UAV civiles que están clasificados y limitados por el peso del UAV y/o el área, el rango operativo o el propósito de su utilización.
- **Recomendación:** *Antes de buscar las plataformas y sensores apropiados verifique el organismo regulador aplicable, aprenda qué tipos de operaciones están permitidas y, lo más importante, qué requisitos deben cumplirse.*

“Un elemento clave para el éxito operativo de los UAV no solo se define por hardware, software y productos avanzados, sino que depende en gran medida de las regulaciones locales.”

1.2. Aspectos legales: México

- a) Sólo pueden ser operadas
 - ❖ Durante el Día, salvo que obtengan un permiso especial para vuelos nocturnos
 - ❖ Al menos a 9.2 kilómetros de los aeropuertos.
 - ❖ Al menos a 3.7 kilómetros de los aeródromo*.
 - ❖ Al menos a 900 metros de los helipuertos**
- b) No deben dejar caer objetos que puedan causar daños a personas o bienes.
- c) El operador es el responsable del uso que se le da a la información obtenida.
- d) No podrán operarse desde vehículos en movimiento
- e) No deben utilizarse para transportar mercancías peligrosas y/o sustancias prohibidas por la ley, ni para emplear o trasportar armas o explosivos.

*Lugar destinado al aterrizaje y despegue de aviones provisto de las pistas e instalaciones necesarias, destinado a usos militares

**pequeño aeródromo solamente válido para helicópteros

1.2. Aspectos legales: México

Drones micro (menor de 2 kg)

- ❖ No requieren tener una *autorización de operación* de la Autoridad Aeronáutica, sin embargo se deben registrar los drones con peso mayor 250 gramos.

Drones pequeños (2 kg- 25kg)

- ❖ Uso comercial y privado no comercial
 - Para uso comercial y privado no comercial debe contar con *autorización de operación* emitida por la Autoridad Aeronáutica. Además se deben registrar los drones.
 - La vigencia de la autorización es de 2 años
 - En caso de que se tenga permiso de operar de noche, el dron debe tener instalada luces de posición.
 - altura máxima de 122 m (400 ft)
 - Durante la operación, el dron no debe exceder una velocidad máxima en vuelo recto y nivelado de 161 km/h (44.7 m/s)

1.3. Aplicaciones de los drones

La gama de aplicaciones distintas se extiende a través de diversas aplicaciones civiles, incluida:

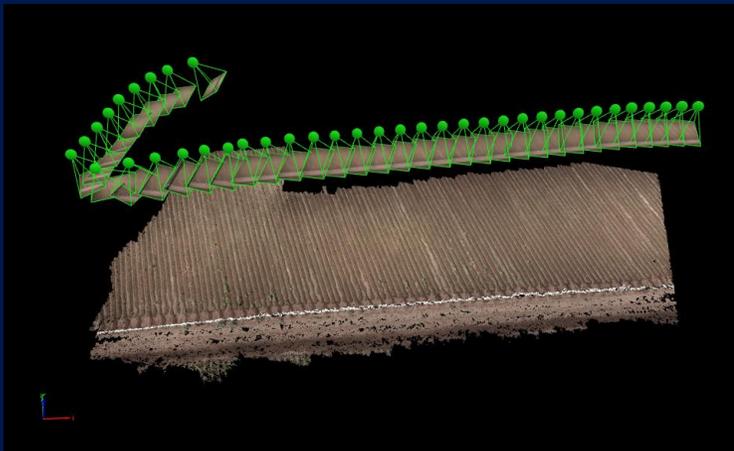
- i. Reconstrucción de superficie de alta resolución en las geociencias,
- ii. Documentación del patrimonio cultural y los sitios arqueológicos,
- iii. La agricultura y la detección de cambios forestales,
- iv. Apoyo para la gestión de desastres,
- v. Topografía y mapeo,
- vi. Administración de tierras y observación de vida silvestre
- vii....

Areas and topics	
<ul style="list-style-type: none"> • Agriculture and forestry • Crops and weeds • Trees in forestry • Forests • Soil and others 	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetation • Coverage • Development
<ul style="list-style-type: none"> • Disaster monitoring • Hurricanes, typhoons and tornados • Earthquakes • Fire • Nuclear leaks • Spills detection • Floods • Avalanches • Epidemiology 	<ul style="list-style-type: none"> • Photogrammetry • Digital elevation models and 3D mapping • Mosaicking, ortho and geo-rectification • Measurements • Cadastral applications
<ul style="list-style-type: none"> • Humanitarian • Localization • Rescue 	<ul style="list-style-type: none"> • Atmospheric Observation • Air analysis and pollution • Cultural Heritage • Archeology
<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance • Target detection • Tracking 	<ul style="list-style-type: none"> • Wildlife: inventories and monitoring • Fauna • Flora
<ul style="list-style-type: none"> • Environmental monitoring • Volcanic inspections • Soils • Aquatic environments • Canopy • Rural roads and geological infrastructures 	<ul style="list-style-type: none"> • Urban environments • Surveillance • Tracking • Road information • Urban configuration • Facades analysis • Urban terrain reconstruction

1.4. Productos que se pueden obtener

- 1. Imágenes aéreas individuales
 - 2. Videos
 - 3. Conjunto de imágenes aéreas con ciertas características
 - Ortomosaicos georeferenciados
 - Modelos Digitales de elevación
- No interesa mediciones solo capturar la escena
- Observación o Videogrametría
- Fotogrametría

Estos productos se utilizan para realizar un análisis directo o indirecto mediante relación de variables

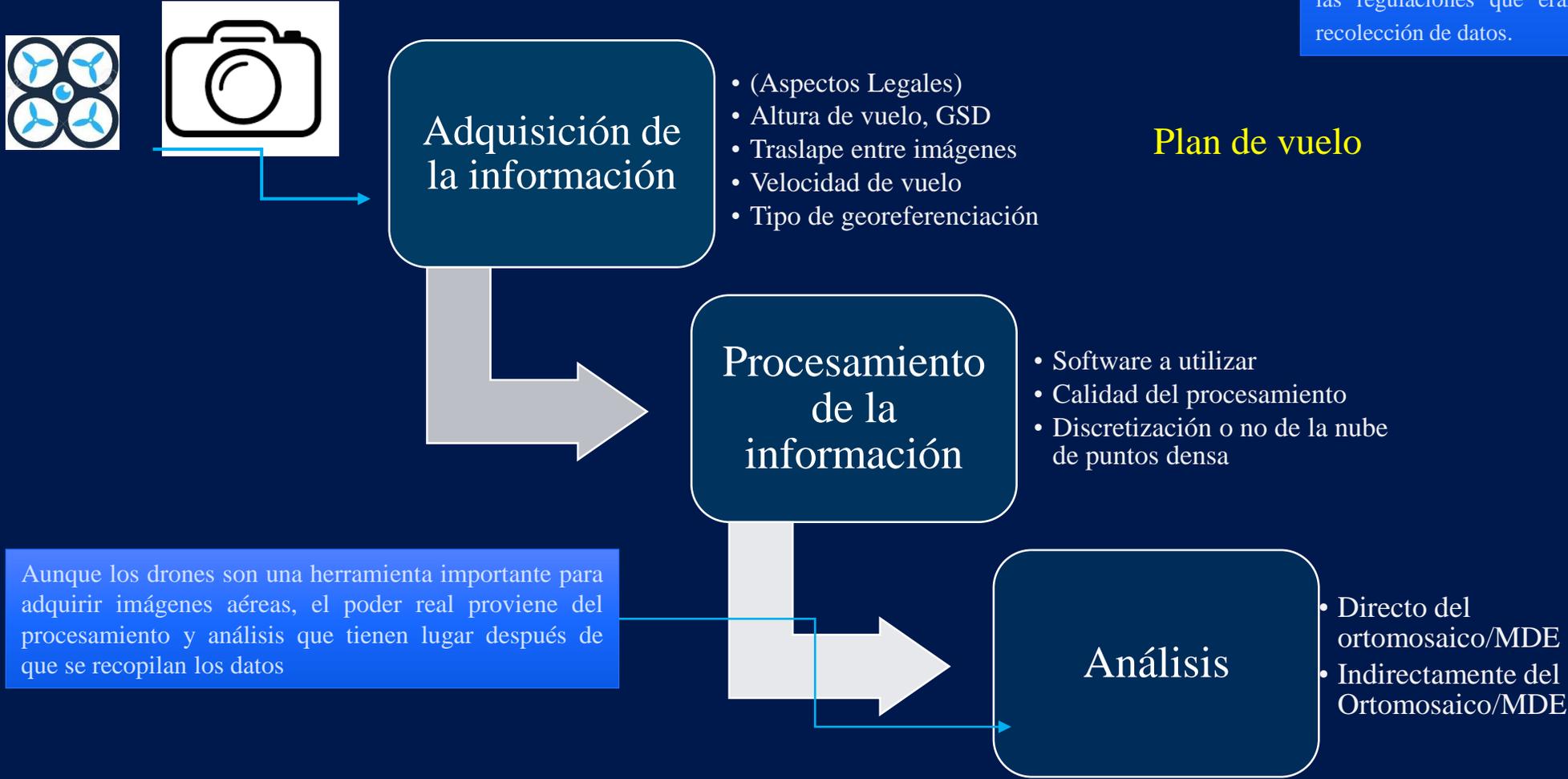


2. Flujo de trabajo fotogramétrico con drones



2. Flujo de trabajo

Aunque las disposiciones legales son una parte importante de la fase de preparación de los vuelos de adquisición de datos de UAV, la mayoría de los artículos técnicos u orientados a aplicaciones no mencionan específicamente las regulaciones que eran aplicables a sus vuelos de recolección de datos.



Plan de vuelo

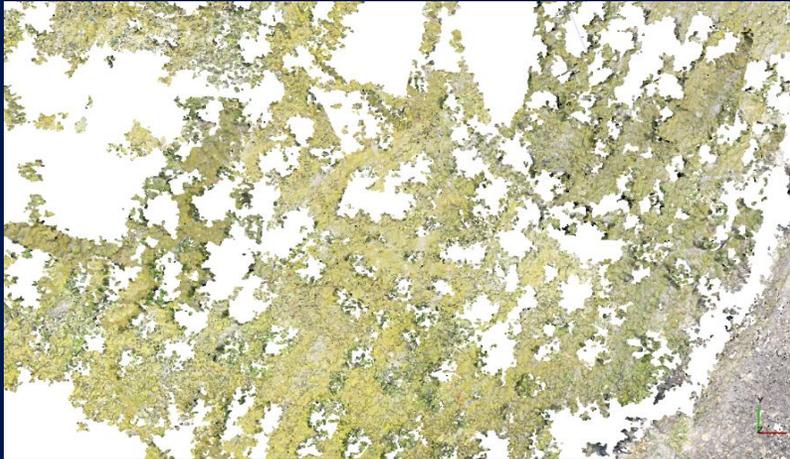
Aunque los drones son una herramienta importante para adquirir imágenes aéreas, el poder real proviene del procesamiento y análisis que tienen lugar después de que se recopilan los datos

2.1. Adquisición de la información

- Depende del objetivo del proyecto o investigación y del sitio (Velocidad del viento, ubicación, elevación)
- Se definen las características que deberán tener los productos finales: ¿Tamaño del pixel, Precisión, Superficie?
- Los parámetros más importantes en la planeación de los vuelos son: altura de vuelo, porcentaje de traslape entre imágenes, velocidad de vuelo y número de Puntos de Control Terrestres (PCT).
- Se planifican los vuelos preferentemente en gabinete ya que muchos software requieren cargar el mapa.



2.1. Adquisición de la información



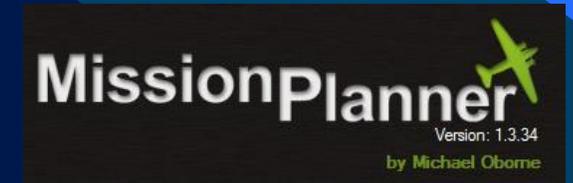
Restitución fotogramétrica con traslape frontal y lateral de 50 % (blanco no hay traslape)



Restitución fotogramétrica con traslape frontal y lateral de 70 % a una altura de vuelo de 110 m



Restitución fotogramétrica con traslape frontal y lateral de 70 %



Flight, Fleet & Operation Management

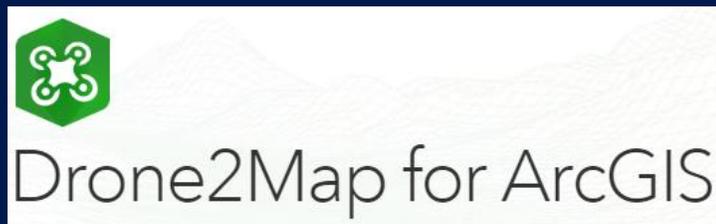
2.2. Procesamiento: Restitución fotogramétrica



- La fotogrametría con VANTs permite pasar de imágenes aéreas en 2D a modelos digitales tridimensionales que recrean la forma del terreno.
- Los productos que se pueden obtener de este proceso son: Ortomosaico georreferenciado, MDS y MDT.
- Es la etapa que más tiempo demanda de todo el proceso fotogramétrico. Aproximadamente el 60%. Depende de la calidad [Baja, media alta], # imágenes, y equipo de computo.
- En esta etapa se puede discretizar la nube de puntos densa para pasar de un MDS a MDT, en un proceso que se denomina: *Filtrado de puntos de terreno*. El filtrado de los puntos de terreno hace que la fotogrametría sea una alternativa para evitar costos elevados al usar tecnologías como el LiDAR en ciertas aplicaciones topográficas (e.g. Birdal, Avdan, & Türk, 2017).

2.2. Procesamiento: Restitución fotogramétrica

- Los softwares comerciales más comunes para realizar la restitución fotogramétrica de imágenes adquiridas desde los drones son:



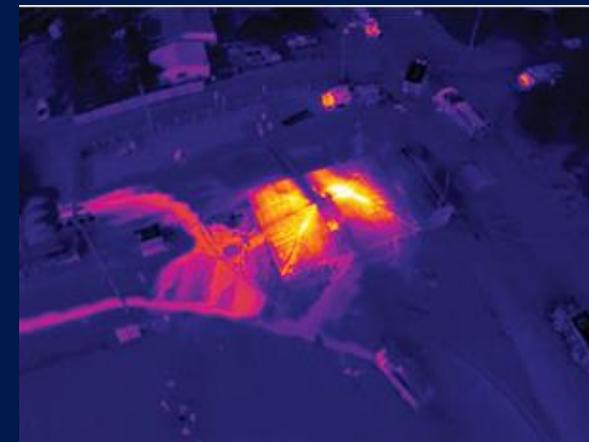
2.3. Análisis: directamente o visual

Se toma los productos de la restitución fotogramétrica y se analiza visualmente:
Útil para Áreas pequeñas, problemas relativamente simples [se asocian más a imágenes RGB]



Choque de 53 autos en Michigan, E. U.:

La documentación fue ideal para reclamos de seguros e investigación para ayudar a las autoridades a evitar accidentes similares en el futuro.



Controlar la expansión del fuego



Control de accidentes



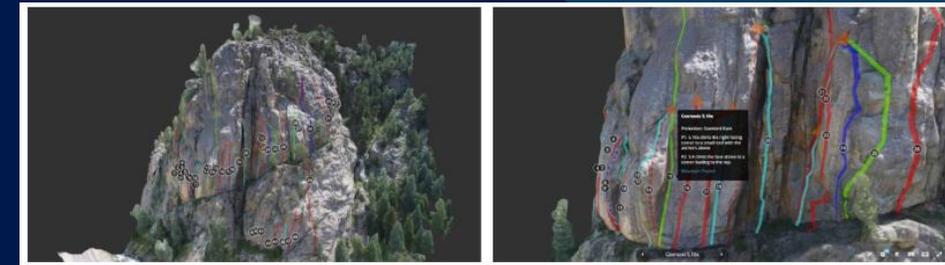
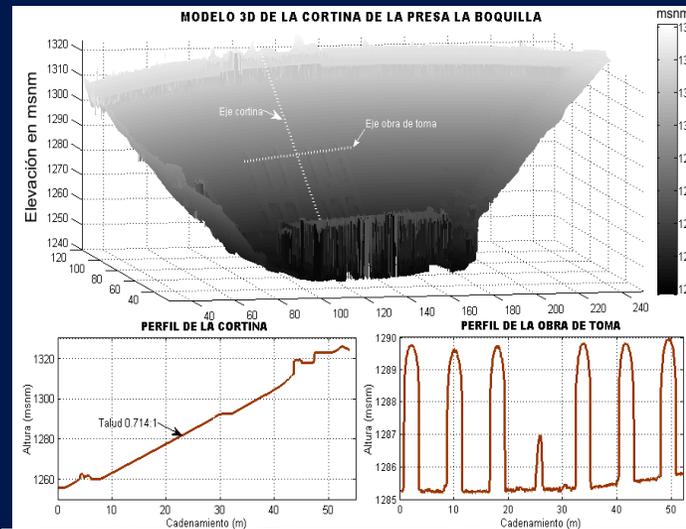
Nidos de Chimpancés



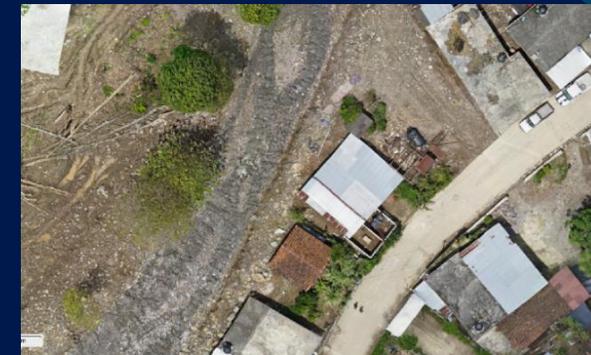
2.3. Análisis: Obtención de características

Se obtienen subproductos que dependen directamente de los ortomosaicos y modelos digitales, como la topografía, distancias, volúmenes, clasificación de los ortomosaicos .

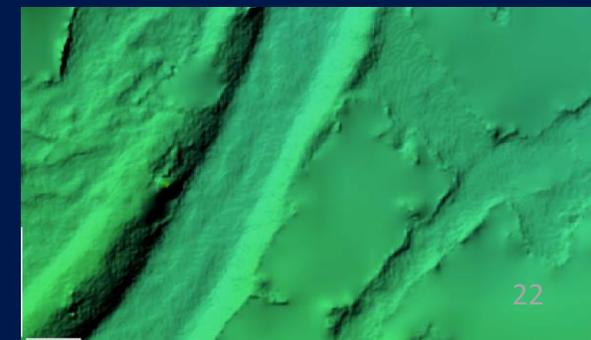
Mediciones



Rutas de escalada

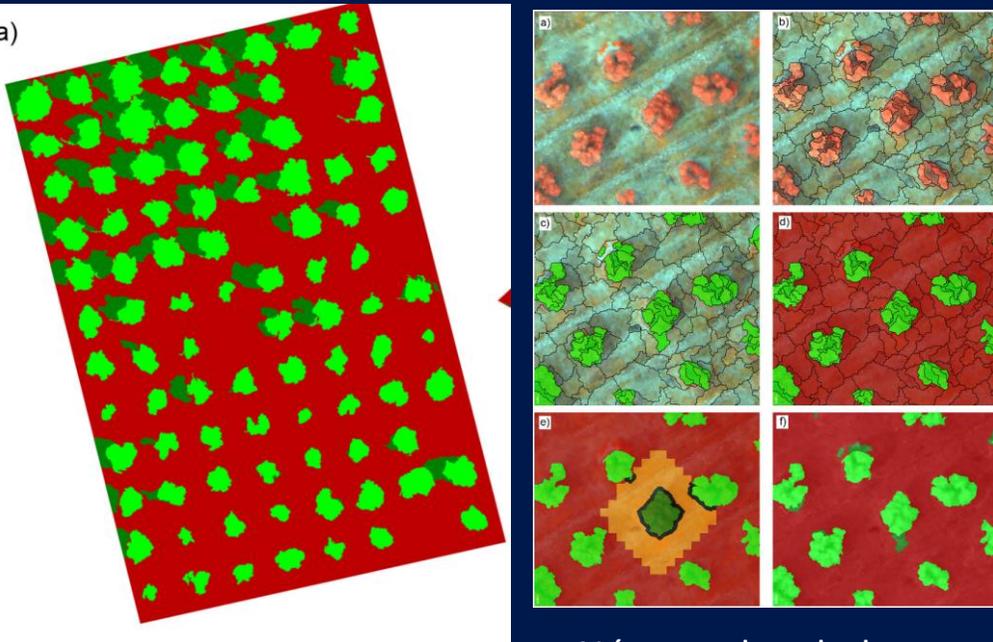


Topografía

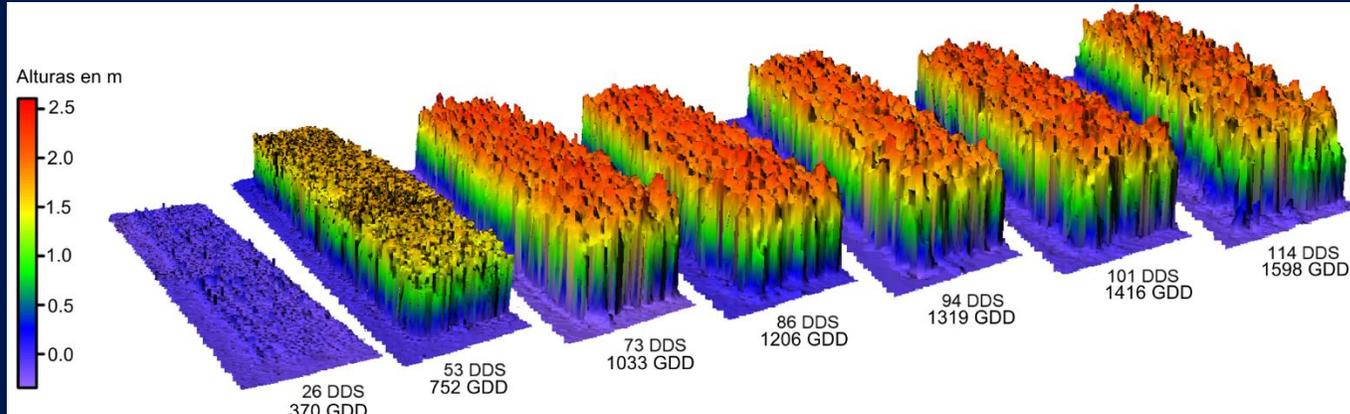


Calculo de área y volumen

2.3. Análisis: Obtención de características

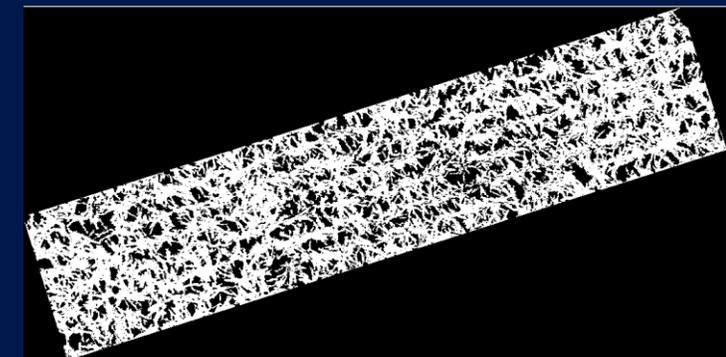


Número de arboles



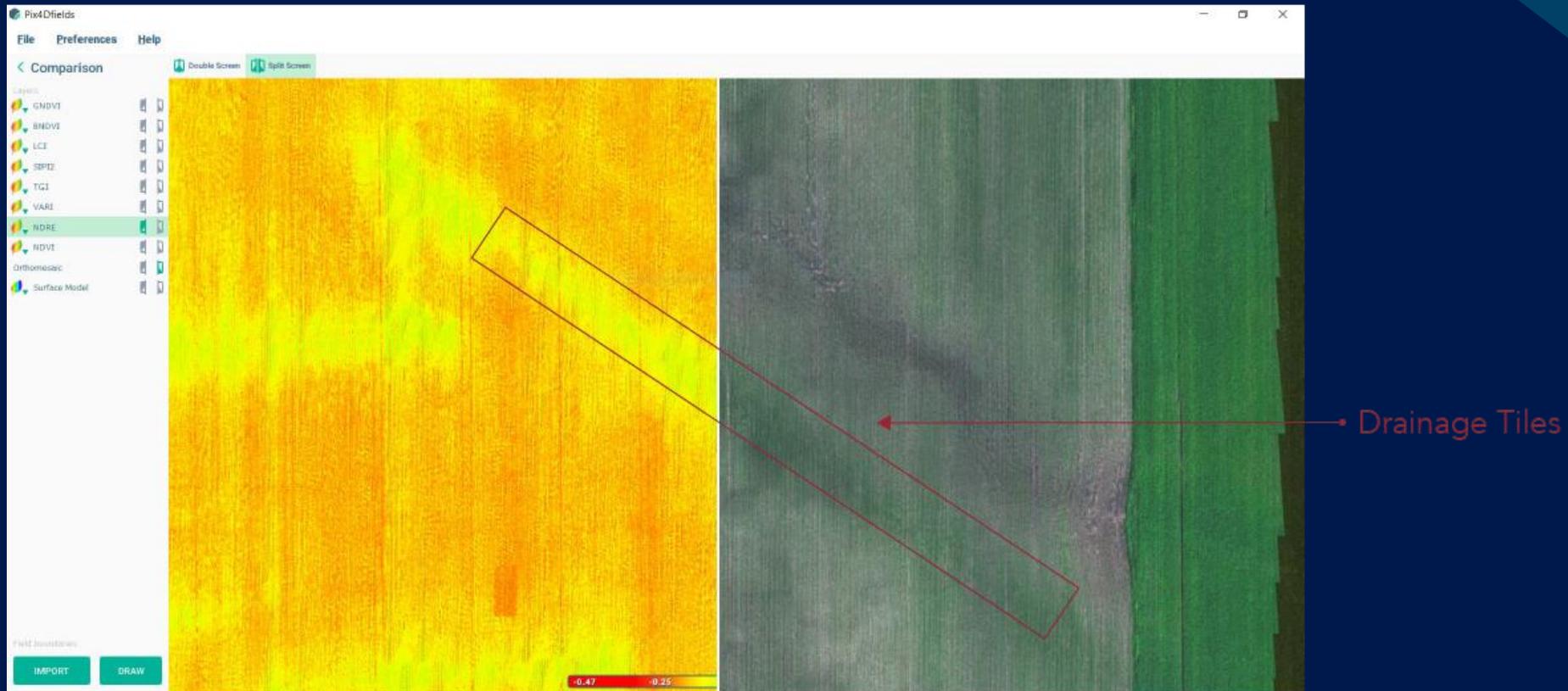
Análisis multitemporal de las alturas

Cobertura vegetal



Identificación de tubos de drenaje

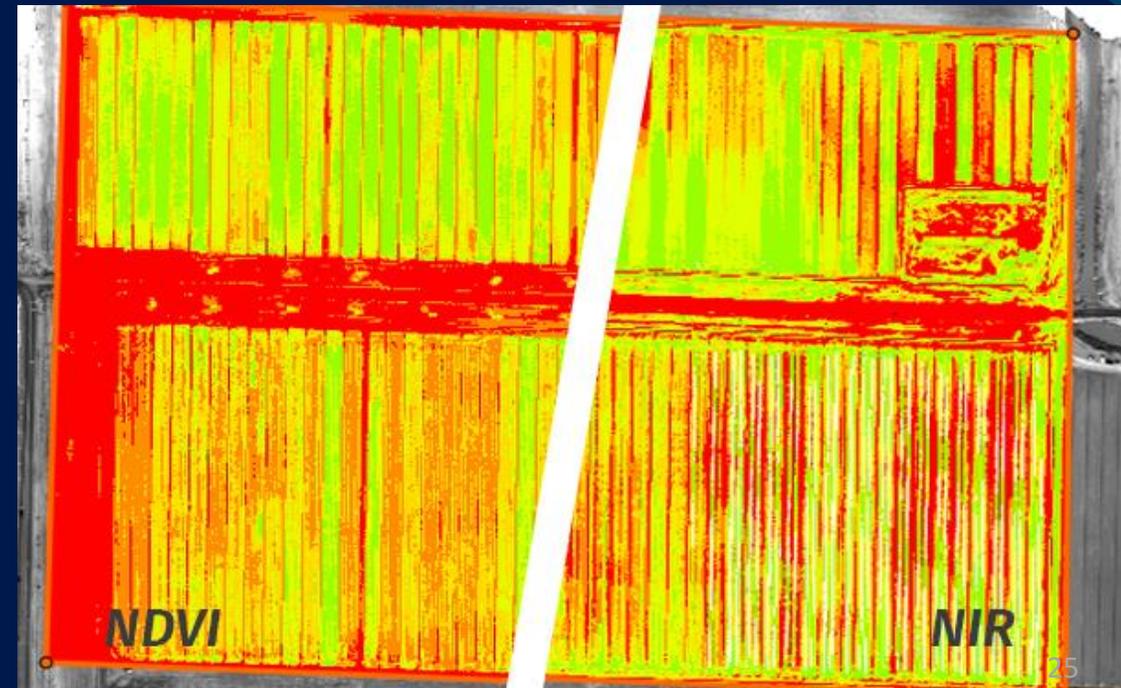
Se uso el índice NDRE que utiliza la banda del infrarrojo y el borde del rojo



2.3. Análisis: Indirecto

- Es estos casos valores de los ortomosaicos/modelos digitales se utilizan como datos de entrada para estimar una variable respuesta, como:
 - i. Estimar índices de vegetación para asociarlo a variables biofísicas de los cultivos,
 - ii. Erosión del suelo
 - iii. Batimetría mediante imágenes RGB y MDE,
 - iv. Entre otros

Mediciones



3. Alcances y limitaciones del uso de los drones



3.1. Alcances

- Resolución espacial y temporal altas. Por lo que se pueden extraer características más precisa.
- Se reduce el tiempo de adquirir información en campo.
- Precisiones en los modelos digitales de hasta 1.5 veces el valor del GSD en Z y 1 GSD en XY.
- Pueden volar sobre lugares difíciles de acceder. +
- ...

3.2. Limitaciones

- Se están probando aun los alcances en ciertas áreas por lo que se desconoce su potencial.
- Se han utilizado datos de imágenes de los diferentes sensores [cámaras RGB (Rojo Verde Azul), imágenes multispectrales, imágenes hiperespectrales y cámara térmica] de UAV para estimar FAPAR (Guillen-Climent et al., 2012), biomasa (Hunt et al. , 2005; Bendig et al., 2015), LAI (Hunt et al., 2008; Hunt et al., 2010; Verger et al., 2014), altura (Bendig et al., 2015; DíazVarela et al., 2015), carotenoides (Zarco-Tejada et al., 2013), nitrógeno (Hunt et al., 2005) y densidad de plantas (Jin et al., 2017b). Sin embargo, el uso efectivo de los UAV es cuestionable a escalas regionales debido a su pequeña cobertura.
- En el agua y sobre vegetación densa, la información que brindan los MDE son de mala calidad.
- Se debe tener equipo especializado además de los software de procesamiento.
- Entre más resolución espacial más variabilidad.
- Las regulaciones cada vez exigentes.

Lo que se espera

- Su uso se extienda a mas áreas
- Se definan los pros y los contra en cada una de las aplicaciones usando las experiencias en los trabajos.
- Se está mejorando las plataformas para que puedan estar más tiempo en el aire.
- Los software fotogramétricos cada vez realizan la restitución en tiempo más cortos y se mejoran los algoritmos que dan mas fiabilidad y precision.
- En el caso de levantamientos topográficos se espera que la fotogrametría con UAV iguale a los levantamientos con Lidar mejorando los algoritmos de filtrado de puntos de terreno.
- Los sensores están mejorando en resolución espectral.
- Las regulación se estima que sean menos exigentes
- Automatización de metodologías para obtener resultados en menos tiempo [ya lo han comenzado a realizar, falta mejorar]
- Con un mayor desarrollo de la tecnología de detección remota, proporcionará datos más oportunos y confiables para ajustar y optimizar los parámetros del modelo de cultivo y mejorar los resultados de la simulación del modelo de cultivo a escalas regionales y de campo.
- Se debe trabajar en mejorar las metodologías y adaptarlos a las nuevas tecnologías, acoplando diversos algoritmos para automatizar los procesos.
- Acoplar metodologías de otras áreas para analizar imágenes de drones
- Trabajar sobre todo en los métodos para analizar la información como por ejemplo OBIA

Energy (Utilities)



Aerial Applications, AEROSPEC TECHNOLOGIES, ardenna, AeroVironment, AIRBUS AERIAL, AIRPIX, CYBERHAWK, DELAIR, EAGLE EYE, Kittyhawk, LOVELAND, OPTTELOS, Picterra, PERCEPTO, PixelChange, RAPTOR, scopito, Sightec, SKY-FUTURES, UNLEASH-live

Safety & Security



EAGLE EYE, OPTTELOS, Kittyhawk, PERCEPTO, Sightec, UNLEASH-live

Construction



Aerial Applications, AeroVironment, AIRPIX, CYBERHAWK, DELAIR, EAGLE EYE, HEXAGON GEOSYSTEMS, Kittyhawk, LOVELAND, OPTTELOS, Picterra, scopito, TERRA DRONE, UNLEASH-live

Mining, Quarrying and Oil & Gas Extraction



AeroVironment, AIRPIX, CYBERHAWK, DELAIR, EAGLE EYE, HEXAGON GEOSYSTEMS, Picterra, SKY-FUTURES, Strayos, TERRA DRONE, UNLEASH-live, Sightec

Executive, Legislative & Governmental Support



AeroVironment, airspacelink, Kittyhawk, OPTTELOS, PixelChange

Agriculture



AeroVironment, agremo, DELAIR, Eagle AI, EAGLE EYE, OPTTELOS, Picterra, PixelChange, Sightec

Information



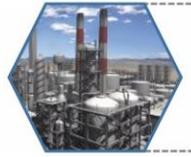
Aerial Applications, OPTTELOS, scopito, SKY-FUTURES, UNLEASH-live

Insurance



AIRBUS AERIAL, AIRPIX, AeroVironment, Eagle AI, Kittyhawk, LOVELAND, UNLEASH-live, OPTTELOS, Picterra

Real Estate and Industrial Plants



AIRBUS AERIAL, AIRPIX, CYBERHAWK, EAGLE EYE, Kittyhawk, OPTTELOS, PERCEPTO, PixelChange, SKY-FUTURES

Administration of Environmental Programs



Eagle AI, EAGLE EYE, Picterra, PixelChange, Strayos

Transportation



AIRBUS AERIAL, ardenna, CYBERHAWK, EAGLE EYE, Kittyhawk, Picterra, PERCEPTO, PixelChange, SKY-FUTURES

Other¹



Aerial Applications, AIRPIX, EAGLE EYE, HEXAGON GEOSYSTEMS, Picterra

© 2019 all rights reserved | DRONE INDUSTRY INSIGHTS | Hamburg, Germany | www.droneii.com

¹ Other = Administration of Urban Planning and Community Development / Warehousing / Waste Management / Education / Health Care and Social Assistance
 NOTE: This chart shows 29 software manufacturers who voluntarily participated in our openly accessible survey in January 2019 and does not represent a ranking or rating. The order within the verticals is alphabetically.

4. Conclusiones



Conclusiones

- Avances recientes en la ciencia y tecnología han resultado en un auge en el desarrollo de vehículos aéreos no tripulados (UAV) y sensores portátiles versátiles, livianos y de bajo costo.
- El UAV se está fusionando gradualmente con plataformas de teledetección para proporcionar imágenes oportunas a altas resoluciones espaciales y temporales de forma no destructiva.
- En particular, el UAV es una herramienta muy prometedora para los gerentes de producción de cultivos que utilizan la alta resolución espacial y temporal para cuantificar las variaciones de cultivos en el campo.
- Identificar bien los alcances y limitación de los drones y cámaras en las aplicaciones

Los drones y cámaras digitales no reemplazaran las tecnologías existentes sino que son un complemento

Muchas gracias

M.C. Sergio Iván Jiménez Jiménez
INIFAP CENID-RASPA



Para citar esta presentación:

Jiménez, Jiménez S. 2020. **Fotogrametría con drones: Conceptos y análisis**. Serie de Seminarios Virtuales 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEI). México. 32 pp.

Consulta el portal del COMEI y sus redes sociales:
www.comeii.com y www.riego.mx

