





ÍNDICE

Editorial	2
Drones en la adquisición de datos geoespaciales. (M. Forgione)	3
Drones ¿solución definitiva?: evaluando variables para su incorporación en la adquisición de información. (H. García)	5
Especificaciones técnicas, normativa y eficiencia: variables de análisis obligatorio para los drones. (L. Armas)	11
Los riesgos de pasar de geodesia terrestre a fotogrametría aérea. (J. Plaza)	14
Técnicas GNSS en drones: un repaso a sus inicios, evolución y estado del arte. (M. Forgione)	17
Drones con tecnología LiDAR. (H. Codallo)	20
Errores frecuentes en la selección de drones para la ejecución de trabajos de fotogrametría: ¿qué se debe tomar en cuenta? (J. Leon)	23
Agricultura inteligente, una alternativa para maximizar la producción agrícola. (D. Machado)	26
Glosario en el ámbito de trabajo de los drones: un acercamiento a términos de común empleo entre sus usuarios. (J. Plaza y M. Forgione)	29
Avances y perspectivas: SIRGAS 2024 (G. Caubarrère)	33
Novedades SIGGMA 2024 (Equipo SIGGMA)	35
En pocas palabras...	37

COMITÉ EDITORIAL

MELVIN HOYER
Coordinador

ILEANIS ARENAS
Editor

DARWIN CORTÉS
Editor

**JOSÉ NAPOLEÓN
HERNÁNDEZ**
Editor



COLABORACIÓN ESPECIAL EN ESTE NÚMERO:

MARIO FORGIONE - EDITOR INVITADO
DIEGO MACHADO
HENRY CODALLO
HERMES GARCÍA
JORGE LEÓN
JUAN PLAZA
LUIS ARMAS
EQUIPO SIRGAS
EQUIPO SIGGMA

Para consultar o descargar ediciones anteriores de Geom@il, visite:
www.sigma.xyz ó
www.geomailblog.wordpress.com

EDITORIAL

GEO **m@il**

ahora es

G **EO** **M** **@IL**

En noviembre del 2009 publicamos el Geom@il No.1, con solo dos páginas y distribución por correos electrónicos. Luego fuimos aumentando la cantidad de artículos y por consiguiente de páginas, publicamos las ediciones anteriores en un blog de Wordpress, más tarde en el sitio web de SIGGMA y lo divulgamos por Facebook e Instagram. Varios colegas y amigos han colaborado en el Comité Editorial y nos complace ver el respeto que muchos especialistas tienen por nuestra línea editorial, siempre apolítica y no comercial, lo que redundó en una gran receptividad cuando invitamos a enviar artículos para ser insertados en las diferentes ediciones, unas con temática variada y otras dedicadas a un país en particular o a un área específica de la geomática.

Luego de 37 ediciones y casi 15 años, decidimos cambiar el logo que nos identifica y utilizar otro software para el montaje y edición de los artículos, de esta forma nos reinventamos y adaptamos a los

nuevos tiempos y herramientas.

Papel importantísimo en todo este proceso jugó la Prof. Ileanis Arenas a quien en conjunto con SIGGMA agradecemos este esfuerzo.

Esperamos esta nueva presentación sea bien recibida por todos nuestros lectores.

En este Número 38 tenemos como editor invitado al Ing. Mario Forgione a quien le solicitamos su colaboración para gestionar y organizar una edición dedicada a los drones y su rol en la geomática. Mario dedicó tiempo y esfuerzo a este fin y estamos seguros cumplió su objetivo, por tal motivo muchas gracias para él.

De esta forma, con nuevo logo, nueva presentación, con un tema central muy de actualidad sometemos a consideración de todos el Geomail No. 38, confiando como siempre sea de interés y del agrado de todos Uds.

Dr.-Ing. Melvin J. Hoyer R.



DRONES EN LA ADQUISICIÓN DE DATOS GEOESPACIALES

El Comité Editorial de Geom@il me invitó a coordinar como editor invitado esta edición No. 38 la cual tiene como tema central el de los drones y sus aplicaciones en la geomática. Una vez que agradecí esta deferencia, me auto asigné la tarea de invitar a varios colegas que han acumulado experiencias prácticas en esta área a enviar sus contribuciones, sugiriéndoles tópicos específicos para lograr un abanico de temas que cubriera la mayor parte del espectro conceptual y práctico de esta apasionante materia.

Los drones han transformado la forma en la que recopilamos datos geoespaciales, impactando en procesos relacionados con la topografía, la agricultura y la gestión de recursos, entre otros, al ofrecer una perspectiva única y una mayor eficiencia en la recopilación de información del terreno.

En sus inicios, para poder hacer fotogrametría a partir del uso de drones, principalmente las rutas a transitar eran dos: la primera, adquirir una solución “llave en mano”, por lo general, muy costosa, o, en cambio, realizar la integración de sensores y periféricos a una aeronave de mucho menor costo, requiriendo para esto, grandes competencias en el área de electrónica y programación.

Avances en el desarrollo de las fuentes de energía, hicieron que la tendencia de mayor uso sea la eléctrica, a partir del uso de baterías con mejor desempeño, además de no generar vibraciones, como lo hace su contraparte a combustión.

De igual manera, todo lo concerniente al tipo de estructura ha sido objeto de evolución; en un principio, las aeronaves, o eran del tipo ala fija, o multirrotores; ya en tiempos más recientes, una variante denominada VTOL (Vertical Takeoff and Landing) ha irrumpido el mercado, dado que permite tomar las ventajas que proporcionan equipos tipo ala fija en términos de autonomía, junto a la versatilidad del despeje y aterrizaje vertical que caracteriza a los equipos del tipo multirrotores (ver Fig. 1).



Figura 1. Dron del tipo VTOL
(Fuente: www.dronelife.com)

Otro aspecto, no menos importante, tiene que ver con la capacidad actual (y tendencia en el corto y mediano plazo), de poder llevar en su carga útil, más de un sensor, trayendo consigo la posibilidad de acortar (en ciertos casos), más de la mitad del tiempo necesario en la fase adquisición de datos en campo. A la par, se han desarrollado equipos que poseen la capacidad de intercambiar sensores, lo que permite optimizar todo el ecosistema de hardware, periféricos y aplicaciones (ver Fig. 2).

En términos de posicionamiento, también ha existido fuerte influencia del avance de los Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS), y su impacto en los métodos fotogramétricos, pudiendo incorporar técnicas como RTK, PPK, NTRIP, entre otras, gracias a la miniaturización de componentes.

Lo antes mencionado, se traduce en aspectos claves para generar toda una revolución en la captura de información, como lo son:

- **Eficiencia:** dado que pueden equiparse con sensores como cámaras multiespectrales, LiDAR y radares.
- **Acceso a áreas difíciles:** puesto que pueden volar sobre zonas de acceso restringido para los métodos tradicionales de recopilación de datos.
- **Reducción de costos y tiempo:** ya que realizan tareas que antes requerían equipos costosos y tripulaciones numerosas.
- **Seguridad:** al eliminar la necesidad de que los humanos operen en entornos peligrosos o de difícil

acceso.

- **Nuevos horizontes en aplicaciones:** dado que se están utilizando, cada vez más, en una amplia gama de aplicaciones novedosas.

Sin embargo, también hay algunos desafíos que constantemente deben abordarse, como:

- **Regulaciones y seguridad:** mediante reglas claras para la operación de drones para garantizar la seguridad del espacio aéreo.
- **Privacidad y ética:** La recopilación de datos aéreos puede plantear preocupaciones sobre el uso ético de los mismos.

Es por ello por lo que, en la presente edición, se abordan diversos aspectos, como la integración de GNSS y drones, el análisis de aspectos, tanto regulatorios, como económicos y de entorno para la selección del equipamiento adecuado, y no menos importante, se presentan artículos referentes al impacto en el uso de LiDAR, agricultura de precisión, y las consecuencias de la omisión de mejores prácticas operacionales.

Finalmente, se incluye un glosario con la terminología de mayor uso en la industria.

Esperamos que el contenido de esta edición sea de interés tanto para neófitos en el tema de los drones como para especialistas en sus diferentes componentes.

¡Que lo disfruten!



Figura 2. Sensores RGB y Multiespectral integrados a una misma carga útil
(Fuente: www.enterprise-insights.dji.com)



CANVA

DRONES ¿SOLUCIÓN DEFINITIVA?: EVALUANDO VARIABLES PARA SU INCORPORACIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN

¿Existe alguna metodología infalible para la adquisición de información geoespacial?, ¿Poseer un equipo de última tecnología garantiza el éxito de un proyecto de este tipo?, estas preguntas recorren nuestra mente al inicio de cualquier trabajo o inclusive al empezar un emprendimiento relacionado con la topografía y geodesia. Es inevitable orientar los esfuerzos económicos de forma que, invirtiendo lo menos posible, se puedan obtener excelentes resultados en los productos; pero, comencemos asumiendo que existe la suficiencia económica para cualquier inversión, ya que de lo contrario el criterio se vería sesgado por las posibilidades monetarias. Omitiendo entonces la economía, se encuentra el dilema inicial de selección de equipamiento para los objetivos planteados en la negociación con el cliente, de los cuales dependerá la técnica a emplear y, más aún, la metodología bajo la cual se realizaría la labor.

Es entonces cuando nos encontramos en diversas situaciones donde, desde el inicio, la primera reacción es pensar en lo que ya tengo a disposición; pero ¿qué pasa si lo que se tiene resulta insuficiente?, es una pregunta totalmente necesaria al principio de cualquier proyecto, incluso antes de cotizar el proyecto o estudio al cliente.

Una primera acción totalmente recomendada es realizar una inspección al área; esta visita o inspección, hoy día, puede abordarse de muchas formas, sea físicamente o incluso telepresencial, en caso de que sea muy costosa de realizar. El cliente puede estar renuente a proporcionar algún tipo de apoyo visual o informativo para esclarecer los objetivos del trabajo, pero puede significar una gran diferencia en las estrategias a emplear y determinar los equipos que serán requeridos para la ejecución del trabajo; inclusive, por ejemplo, puede ayudar a determinar si se requiere materializar PR (puntos de referencia) o si ya existen en el área por trabajos previos.

Adicionalmente, la inspección preliminar puede hacer evidente durante la planificación las limitaciones físicas del área, siendo aquí donde los RPA (Remotly Piloted Aircraft) o drones, poseen una gran flexibilidad ya que un hecho cierto y seguro es la transitabilidad del cielo (condicionado solamente por reglamentación y climatología).

Tener insuficiencia de inventario para abordar un proyecto no debe significar algo negativo, al contrario, es una oportunidad de inversión y de crear nuevas

metodologías propias para un levantamiento topográfico en condiciones totalmente nuevas. Resulta todo un descubrimiento, y es en ese momento cuando debemos considerar cuál tecnología, método o estrategia emplear para alguna condición, entorno y objetivo (ver Fig. 1). Acá es donde las experiencias previas, el conocimiento estudiado y la actualización constante se conjugan para darle al profesional las herramientas de diseño resolutivas de problemas.

Considerando las posibles condicionantes de cualquier proyecto, podría decirse que la herramienta más versátil en la actualidad tanto por medio de transporte como por las técnicas empleadas es la fotogrametría aérea mediante RPA; haciendo posible incluso levantamientos geodésicos en lugares totalmente inaccesibles para el humano o vírgenes de cualquier interacción antrópica, sea por diversidad de elevaciones geomorfológicas u obstrucciones de accesibilidad (ríos, vegetación, inundaciones, incendios, derrumbes, etc.), la misma naturaleza del nombre ya indica que donde no entre el humano podrá llegar el RPA.

Ahora bien, para reducir la extensión de lo planteado, podríamos resumir las variables técnicas de viabilidad o condicionantes de cualquier proyecto:

- Entornos de levantamiento de información en 3 (tres) tipos: terrestres, acuáticos e híbridos (generalmente rivereños, humedales o costeros). Ver Fig. 2.
- Pendientes de trabajo (taludes): planas, montañosas o mixtas.
- Cobertura vegetal: bosques densos, pastizales o intermedias (que resulta más complicada en muchas situaciones) Ver Fig. 2.
- Objetivos generales: batimetrías o topografías exploratorias, de detalles, estructural, planimétrica o planialtimétrica (hoy día la mayoría de los trabajos se realizan pensando en 3D pero hay situaciones que resulta suficiente un 2D, por ejemplo predios rurales).
- Niveles de exactitud: estarán definidos según las normas nacionales pero una excelente guía para fotogrametría y productos digitales (que incluso emplean algunas instituciones como referencia) son las ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data (Estándares de exactitud posicional para datos geoespaciales digitales).
- En caso de la fotogrametría en general definir el rango mínimo de GSD (Ground Sample Distance o distancia de muestreo en tierra) que resultará determinante en la exactitud final y esfuerzos de captura con el equipamiento.

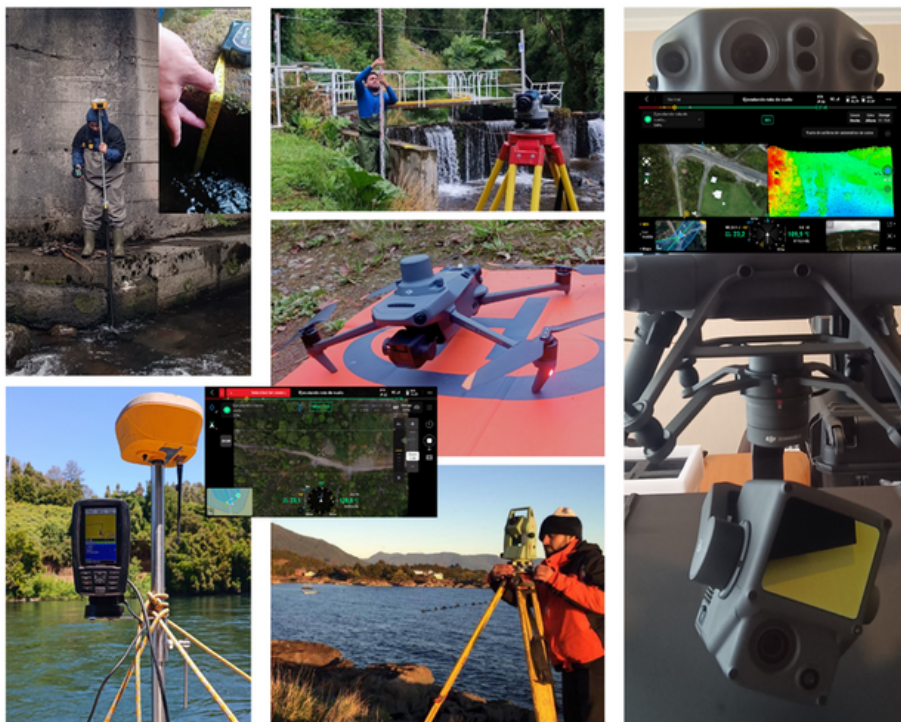


Figura 1. Diferentes metodologías de levantamiento según instrumentos geodésicos.
(Fuente: fotografías tomadas por el autor)



Figura 2. Entornos de trabajo según naturaleza y características del sitio.
(Fuente: fotografías tomadas por el autor)

- Finalmente, tipos de instrumentos: planimetría simple (mediciones con cinta métrica y accesorios topográficos, o como lo llamo “cinteo”), ópticos convencionales (estaciones totales varias y niveles geométricos), escáner terrestre 3D (englobemos también SLAM y LIDAR transportados en forma terrestre), LIDAR aerotransportado, fotogrametría aérea (RGB, térmico y multiespectral) y ecosondas monohaz/multihaz (ineludibles en ambientes acuáticos), ver Fig. 2.

sea por obstrucción o cubiertas (techo vegetal o construcción), o por dificultad de medición con algún instrumento puede obtenerse información fidedigna respecto a las dimensiones planimétricas de una estructura, presenta como desventaja que obligatoriamente debes poder ingresar o palpar el elemento para poder realizar la medición con la cinta pero, como ventaja, permite establecer las medidas exactas, por ejemplo, de hormigones que luego se georreferencian en conjunto con las coordenadas obtenidas por otros medios.

Como puede observarse se han resumido al menos tres (3) variables dependientes del ambiente natural del área de trabajo y cuatro (4) variables determinadas netamente por los objetivos de este en función de las necesidades del cliente. De allí, la importancia de una inspección inicial del área previa a la cotización, pero suponiendo de nuevo que la variable económica ya fue resuelta, vemos directamente que existirá instrumental funcional para determinadas condiciones y otros que definitivamente no serán prácticos o terminarían siendo desgastantes para obtener los mismos resultados. Esto forma parte del diseño de la estrategia a emplear y enmarcará a su vez el alcance que tendrá el levantamiento. Hago especial mención del “cinteo” que, por experiencia, representa el complemento perenne de cualquier levantamiento, en muchas situaciones, ya

Esto, es especialmente grato para los profesionales del área de ingeniería civil; quienes luego tomarán el modelado, ya que da un estilo prolijo al DTM. Dicha medición puede reemplazarse hoy día por GNSS con posibilidad de levantamiento visual (ver diversos modelos en Fig. 3); por cámara de realidad aumentada y fotogrametría, también existen GNSS con distanciómetros pero al no poder apuntar mediante visual, particularmente los descarto ya que no puede asegurarse donde se toma la medida (misma razón por la cual se recomienda medir con cinta métrica tradicional en vez de distanciómetro laser de mano) y por último menciono a los equipos que traen la posibilidad al incorporar SLAM a un GNSS Visual (Vi-LIDAR), ver Fig. 3.



Figura 3. Instrumentos GNSS con levantamiento visual y/o LIDAR integrado o combinado.
(Fuente: Imágenes publicadas por los fabricantes)

Seguramente pensarían, “pero todo esto lo puedo medir con una estación total” (en adelante “ET”); sí, correctamente podría medirse con una ET pero, como mencionaba antes, igual en muchas situaciones resulta impráctico levantar con ciertos instrumentos, por ejemplo en situaciones rivereñas o inmersas en ríos donde resultaría bastante complejo el colocar el instrumento en agua y si consideran la limitación de línea visual entonces se vería obstruida la captura de datos por los permisos requeridos para el roce (corte/tala de vegetación) en la zona, ver algunos entornos en Fig. 2.

Se comienza entonces a vislumbrar como, para algunos objetivos, resultan imprácticas ciertas estrategias de levantamiento. ¿Qué tendencia se considera actual? Debido en parte a lo mencionado anteriormente y también a la flexibilidad de alcance, es común actualmente, realizar levantamientos aerotransportados con drones, a tales efectos, para temas estructurales son convenientes los RPA de tipo cópteros, debido a que su sustentación vertical permite acercarse desde diferentes ángulos y capturar información de diferentes perspectivas; esto resulta vital para poder modelar tridimensionalmente cualquier

elemento indistinto de si es empleado un sensor LIDAR, Térmico o RGB (color natural). Adicionalmente los RPAS ofrecen la posibilidad de reducir la cantidad de personal, días y esfuerzos requeridos para adquirir información. Así también permiten acercarse a objetos desde condiciones de seguridad humana óptimas. Frecuentemente, el objeto de interés resulta inalcanzable físicamente para el humano, por ejemplo, levantar ambas orillas de un río muy profundo, pronunciado o ancho.

Existirán, por supuesto, formas de asegurar la exactitud de los productos obtenidos, siendo en la fotogrametría aérea requerido y recomendable el uso de varios tipos de trayectorias para cubrir de manera suficiente un objetivo. Según experiencias resultan muy útiles para productos 3D los vuelos nadirales en automático complementados siempre con trayectorias manuales rodeando el objetivo en diferentes ángulos y alturas. En este apartado, debo confesar que cada vez empleo menos los GCP (ground control points) y más los Checkpoints (QCP o quality control points) en QC, debido en gran medida a las variables que afectan la accesibilidad o tránsito humano en un tiempo prudente para realizar los trabajos con celeridad que a su vez

podría significar la pérdida de ventanas climáticas temporales para el vuelo (muy variables en el sur de Chile, donde resido); sin embargo, dicha decisión ha sido tomada con fundamento y apoyado siempre en la utilización de PPK o RTK activo vía NTRIP donde el esfuerzo y dificultad de colocar/medir los GPC se evidencia más como obstáculo que ganancia según los objetivos requeridos.

El efecto contrario en la fotogrametría y LIDAR es la producción de nubes de puntos resultantes en millones o incluso cientos de millones de puntos (ver Fig. 4), las cuales pueden tornarse difíciles de controlar en QC, pero de nuevo las ASPRS contienen recomendaciones (por ejemplo, QCP/área). Es muy importante el QC con checkpoints de alturas mediante GNSS RTK (o ET si es posible) y ajustar por mínimos cuadrados las alturas de la nube (por ejemplo, herramienta específica en Global Mapper). Hay que recordar que para la clasificación de la nube se deben realizar análisis iterativos de clasificación, outliers y ruidos en las nubes para garantizar la mejor representación de los modelos de elevación (DEM, DSM y DTM), en específico empleo combinación de software como Metashape (permite limpieza desde incluso los Tie Points durante el procesamiento), CloudCompare y Global Mapper.

El LIDAR como caso particular, sea aerotransportado o terrestre (en general es recomendable levantar con ambos), generará diferentes perspectivas de los objetivos a levantar, sea por RGB (si es coloreado), reflectividad (que en ocasiones es vital para objetos con mucha sombra o cobertura vegetal), elevación y retornos (ver Fig. 5).

Hoy día es casi impráctico el emplear un LIDAR con menos de 3 retornos, de hecho, algunas instituciones establecen un mínimo de 5 (cinco) porque se conoce su importancia en la penetración de la cobertura vegetal y obtención de detalles en la demarcación de objetos; es necesario verificar, a su vez, la precisión del LIDAR empleado que podría resultar limitante para los objetivos establecidos.

En este último aspecto llevan la ventaja los levantamientos LIDAR sobre los RGB o visuales (ver Fig. 4), en primera instancia, porque el nivel de precisión del retorno de la señal es mayor que el punto obtenido por RGB y en segunda, porque la naturaleza del LIDAR ofrece un punto de retorno certero o en otras palabras, tenemos seguridad que el retorno representa un objeto físico real (en resumen, existen menos outliers y ruido) lo que es muy evidente en entornos homogéneos.

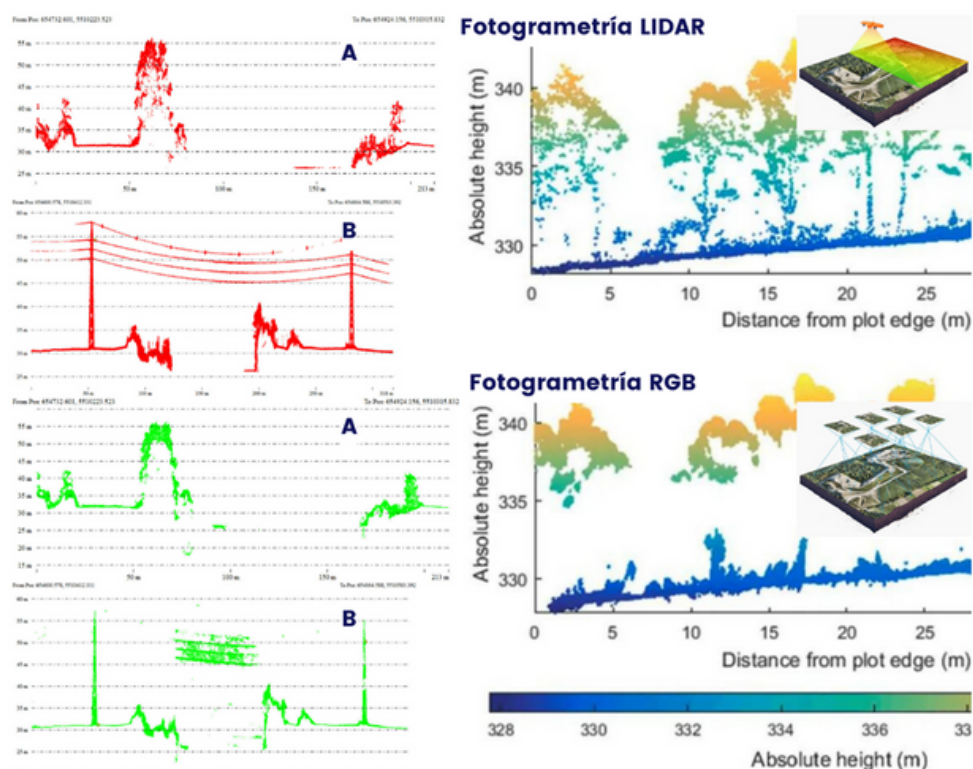


Figura 4. Comparativa de datos fotogramétricos LIDAR vs. RGB (color natural).
(Fuente: del autor y complementarias de la empresa WINGTRA)

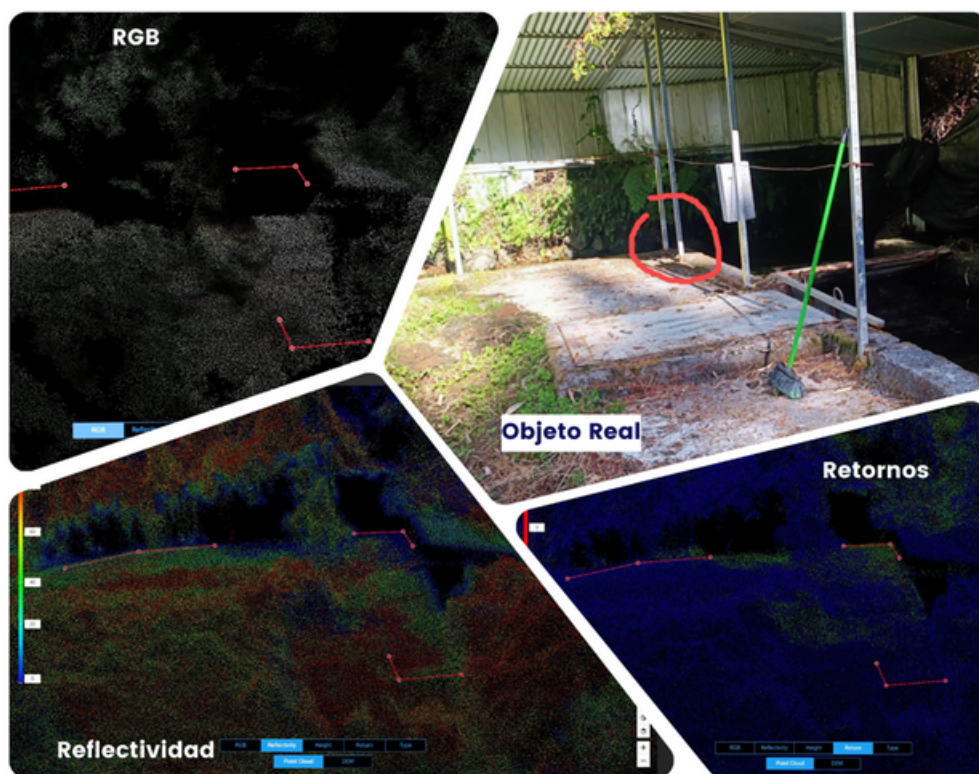


Figura 5. Vistas obtenidas de datos LIDAR según parámetros del mismo objetivo en tierra.
(Fuente: fotografías tomadas por el autor)

Concluyendo, y respondiendo a las preguntas iniciales, tener un equipo de última tecnología no garantiza el éxito del trabajo, sino más bien da herramientas para que el profesional, empleando la metodología adecuada de levantamiento, pueda obtener productos más ajustados a los objetivos y necesidades del cliente en términos de exactitud y detalle de captura; esto inclusive puede estar normado por instituciones nacionales, lo cual limita en ocasiones hasta el tipo de instrumento a emplear. Tampoco existe una estrategia definitiva que pueda resolver la misma tipología de levantamiento en situaciones diferentes, esto normalmente se ve condicionado por la naturaleza misma del área a levantar (según algunas de las variables de viabilidad planteadas) que pueden volver impráctico o hasta imposible capturar información con instrumentos como la ET (que necesita visual directa terrestre) o tornar complejo el levantamiento aéreo (por la cobertura vegetal y antrópica o reglamentación). Algo que si es definitivo sería: diferentes formas de levantamiento nos dan diferentes perspectivas para obtener información del mismo objeto (experiencia propia). El levantamiento de información con diferentes métodos nos ofrece inequívocamente información complementaria que nunca sobra (no menospreciar, incluso, un croquis para dar sentido a lo levantado).

Finalmente, observar con detenimiento las variables del entorno, instrumental, método de levantamiento y reglamentación o norma, permitirán enmarcar los alcances de todo proyecto, estableciendo así una estrategia adecuada para cada uno sin menoscabar la calidad de los productos a obtener.

Hermes García

hermes.garcia@hgphotonedrone.com



Es Ingeniero Geodesta, con estudios de Maestría en Ciencia, mención Física. Posee gran experiencia en la industria petrolera, ejecutando levantamientos topográficos y geodésicos junto a análisis geoespaciales multitemporales, con fines diversos. Actualmente laborando como Operador Aéreo de Drones certificado en Chile, donde gestiona y ejecuta trabajos de levantamientos mediante técnicas diferentes en combinación de datos Fotogramétricos y LiDAR con Drones, en el ámbito de la construcción, ambiental y de recursos naturales.



CANVA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, NORMATIVA Y EFICIENCIA: VARIABLES DE ANÁLISIS OBLIGATORIO PARA LOS DRONES

A las puertas de celebrar 80 años de la creación de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI), es importante destacar que, desde el primer instante cuando la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en el año de 1944, decidió crear su agencia especializada para estudiar y promover los reglamentos y normas específicos para la aeronáutica mundial, de forma tácita incluyó en su ámbito de acción a las aeronaves no tripuladas, a través del artículo 8, cuyo texto dice:

Artículo 8.- Aeronaves sin piloto

“Ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicha autorización. Cada Estado contratante se compromete a asegurar que los vuelos de tales aeronaves sin piloto en las regiones abiertas a la navegación de las aeronaves civiles sean controlados de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles.” A partir de este momento, todo aquel que pretenda volar una aeronave no tripulada (dron), debe saber que su operación legal en el territorio de un estado signatario de la OACI, implica el respecto irrestricto de las normas emitidas por las autoridades aeronáuticas locales en cada país; y esto, lejos de ser un

hobby o una actividad recreativa en principio, se convierte integralmente en una actividad aeronáutica profesional.

Partiendo de esta premisa, en la actualidad existe un sinnúmero de actividades profesionales, catalogadas como trabajos aéreos, en las cuales, las aeronaves no tripuladas se han convertido en actores principales y en muchos casos imprescindibles, como ejemplo tenemos, misiones de SAR (Search en Rescue) dentro de la fuerza pública, agricultura de precisión, producción audiovisual, fotogrametría, inspecciones de líneas eléctricas y paneles solares, entre otras.

Para el caso específico de análisis, y por el contexto de publicación, el enfoque estará dirigido a los profesionales dedicados a los trabajos de fotogrametría aérea con sensores montados en aeronaves no tripuladas.

Citamos entonces, un ejemplo de norma aeronáutica de limitación operacional para drones establecida a nivel mundial, como es la altura máxima de vuelo de 120 m AGL (Above Ground Level) en espacios aéreos tipo F y G (espacio aéreo no controlado), Fig. 1; en contra parte,

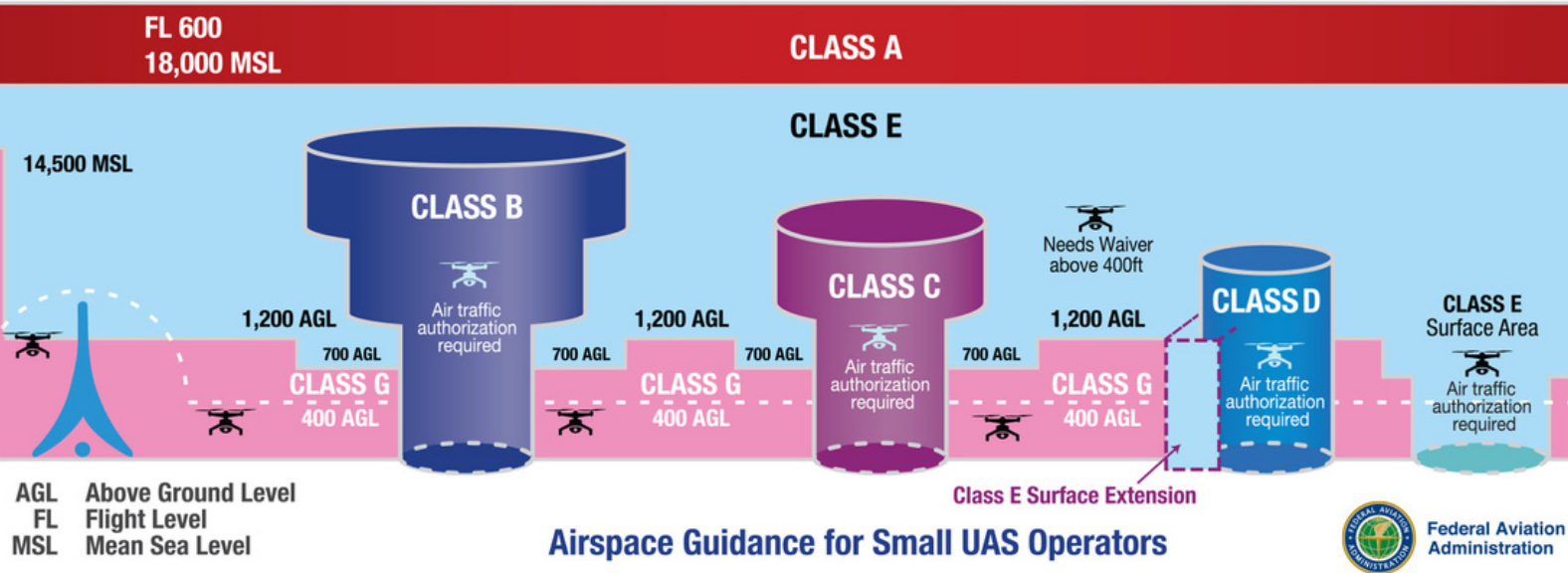


Figura 1. Clases de espacio aéreo
(Fuente: Administración Federal de Aviación)

existen fabricantes de marcas muy sofisticadas de gran autonomía y sensores excepcionales, los cuales, con una inversión de este tipo, permiten ahorrar tiempo y dinero, volando misiones de adquisición de datos para fotogrametría a 180 m, por ejemplo (60 m más de lo normalmente regulado a nivel mundial), dependiendo del GSD (Ground Sampling Distance) que se requiere para alcanzar en los productos terminados por supuesto.

Con estas variables normativas y técnicas, se parte para desarrollar el análisis del presente artículo. Para el citado ejemplo, volar legalmente a más de 120 m de altura en ciertos países, implica simplemente gestionar, como sucede en latinoamérica, específicamente en Ecuador, un permiso de vuelo especial ante la DGAC (Dirección General de Aviación Civil), por lo tanto, en este caso, sería rentable y eficiente adquirir un dron ala fija con gran autonomía y un sensor adecuado que permita volar más arriba de los 120 m, proyectando un ahorro de tiempo y recursos monetarios en un trabajo específico de fotogrametría, cubriendo una mayor área en menos tiempo y sin sacrificar la calidad de los entregables.

Sin embargo, si las mismas variables se aplican en España, en donde para la categoría abierta y específica

(para trabajos aéreos) no existe justificativo que permita que la AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) autorice a los operadores de drones volar a más de 120 m; entonces, se deduce que realizar una inversión de gran magnitud en un dron de ala fija de características de vuelo y sensor excepcionales, no se justifica, porque legalmente no se permite volar a una altura en la cual el dron puede ser aprovechado en su máxima capacidad.

En este caso, en términos de eficiencia y rentabilidad, dada la normativa existente, procede en efecto, realizar trabajos aéreos de fotogrametría, con drones multirrotores de menor performance, con la consideración especial de que, para cubrir grandes extensiones de terreno, el operador debe garantizar la provisión de baterías suficientes y puntos de despegue y aterrizaje distribuidos a lo largo de toda el área de trabajo. Efectivamente, esto implicará una operación que tomará mayor tiempo, sin embargo, se habrán ahorrado los recursos económicos previstos para invertir en un dron de ala fija de mayores características.

Los datos citados en el presente artículo son un ejemplo real de lo que un profesional en la operación de drones debe considerar en términos de especificación técnica, normativa y eficiencia, para seleccionar un equipo para un trabajo aéreo, enfatizando que, una vez se toma

conocimiento del requerimiento del cliente, se debe referir al análisis normativo local, para que, en función de aquello, se decida el equipo de vuelo más idóneo para cumplir la misión de vuelo con la más alta eficiencia, considerando además que este equipo debe convertirse en un activo fijo de la empresa en el largo plazo en una jurisdicción específica, y de igual manera, evitar incidentes como los ocurridos en Estados Unidos entre un helicóptero y un dron de fotogrametría, en el cual, el piloto operador del dron, realizando una misión de fotogrametría, se impactó contra un helicóptero; sin embargo, en este caso particular, ambos pilotos estuvieron volando al margen de lo autorizado por la autoridad aeronáutica local, puesto que el helicóptero lo ha hecho por debajo de la altura autorizada y, el dron, por encima de esta.

Finalmente, todo lo antes planteado cobra mayor relevancia en un contexto de mundo globalizado como el actual, donde un profesional puede prestar servicios en diversos países, para lo cual, previamente se deben conocer los requisitos necesarios para llevar a cabo vuelos acordes a las regulaciones locales de cada nación.



Luis Fernando Armas Báez
info@aeronautsystems.com

Ex piloto de Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE), con formación en el área de Accidentes Aéreos, Seguridad Operacional Búsqueda, Rescate y Supervivencia. Ha sido merecedor de reconocimientos, como el recibido en la Army Aviation School Alabama, Fort Rucker Alabama (USA). Posee una licenciatura en Ciencias Aeronáuticas y un título de Ingeniería Ambiental. Fernando, es Instructor para Pilotos de Drones, calificado por la Dirección General de Aeronáutica Civil del Ecuador (DGAC). Actualmente, es el propietario de la empresa Aeronaut Systems.



Estimado lector

si estás interesado en publicar tu artículo en Geom@il, por favor escríbenos a geomaledit@gmail.com o al correo privado de alguno de los editores.

Con gusto publicaremos tu contribución, la cual puede referirse a:

- Artículos sobre proyectos, temas o aplicaciones en cualquier área de la geomática o disciplinas afines, tecnologías emergentes y similares.
- Reseñas o resúmenes de artículos ya publicados en otras revistas, de libros, de eventos (congresos, simposios, cursos o talleres), de tesis de grado, notas biográficas o similares.

La extensión es limitada, solo artículos cortos, y el contenido será revisado por nuestro comité editorial para asegurarse de que cumple con los lineamientos de la publicación.



LOS RIESGOS DE PASAR DE GEODESIA TERRESTRE A FOTOGRAMETRÍA AÉREA.

Una lección a todos los profesionales de la geomática sobre las consecuencias de adoptar aviación sin tomar en cuenta los riesgos.

Desde la aparición de los primeros drones comerciales para fotogrametría aérea alrededor del 2013, miles de topógrafos en el mundo entero han hecho la transición de topografía terrestre a fotogrametría aérea en un esfuerzo por ampliar sus horizontes profesionales e incrementar su facturación.

Esta transición, que en principio luce simple, no lo es. Convertirse en una empresa de fotogrametría aérea involucra mucho más que comprar un dron y un programa de triangulación y restitución automatizada. Involucra convertirse en una empresa de aviación, con todos los derechos y responsabilidades de una

aerolínea, pero sin los pasajeros.

¿Porqué me atrevo a hacer esta aseveración tan hiperbólica? Porque recientemente, el 30 de diciembre de 2023, para ser exactos, se produjo una colisión en el aire entre un helicóptero de turistas con tres personas a bordo y un dron de fotogrametría en las inmediaciones del aeropuerto internacional de Daytona Beach en Florida, USA.

Gracias a Dios, no hubo muertos ni heridos y a pesar de que el dron fue destruido por el impacto de las palas del helicóptero, este último solo sufrió menores daños en una de las aspas principales (Fig. 1).



Figura 1. Evidencias del impacto en el helicóptero
Fuente: (www.cbs12.com)

Desafortunadamente para el piloto del dron, el vuelo tan cerca de un aeropuerto se estaba llevando a cabo bajo la figura de excepción o COA (Certificates of Waiver or Authorization), según lo denomina la Agencia Federal de Aviación (FAA) en USA (Fig. 2). Este COA especificaba que el vuelo debería ser conducido a una altura máxima de 150 pies y además había que notificar por teléfono a la torre de control de Daytona Beach 15 minutos antes de comenzar operaciones e inmediatamente al terminar las mismas. El piloto del dron no cumplió con ninguna de estas dos condiciones, ya que volaba a 180 pies y no había llamado a la torre de control.

Un agravante a la situación del piloto es el hecho de que se le había vencido el seguro del dron, con lo cual la pérdida del equipo tuvo que ser absorbida por él.

Pero las complejidades de este accidente que hoy en día ya es un precedente histórico en los anales de la aviación no-tripulada, no termina aquí. En vez de tratarse de un topógrafo que hacía un trabajo para su cliente, en este caso se trata de un piloto de dron profesional, no un geodesta o un profesional de la geociencia, contratado por una empresa genérica de drones ubicada en el estado de Utah, que a su vez fue contratada por la constructora que es el cliente final.

El COA de la FAA fue emitido a la empresa constructora, de manera que existen dos grados de separación entre el piloto que ejecuta los trabajos en campo y la empresa

que es responsable de la seguridad de las operaciones no-tripuladas cubiertas por el COA. Esto, de por sí, crea un nivel de inseguridad inaceptable en operaciones aéreas, sean tripuladas o no.

Además de todo lo anterior, existe otro factor, que, a mi parecer, es aún más grave que es el asunto de la Geocerca, que tienen todos los drones de la empresa DJI. El piloto del dron cuando trató de ejecutar la misión fotogramétrica por primera vez le fue negado el vuelo debido a la cercanía al aeropuerto de Daytona Beach. El piloto del dron solicitó de la empresa que lo contrató el COA y se lo enviaron escaneado. El piloto le envió el COA a la gente de soporte de DJI con una solicitud de 180 metros. Es decir que no se dio cuenta que la unidad de la altura estaba en metros y no en pies y el vuelo fue autorizado por DJI a 590 pies (180 metros).

En toda esta secuencia de errores y omisiones, está claro que nadie, involucrado en la cadena de mando de esta operación aérea, leyó el COA.

Afortunadamente para el piloto del dron, el piloto del helicóptero también estaba violando las reglas de la zona, ya que existía un NOTAM (Notificación a Aviadores) que prohibía a aviones tripulados volar en esas coordenadas a menos de 200 pies y sabemos que el accidente ocurrió a 180 pies ya que las imágenes tomadas por el dron estaban estampadas con las coordenadas X, Y, Z.

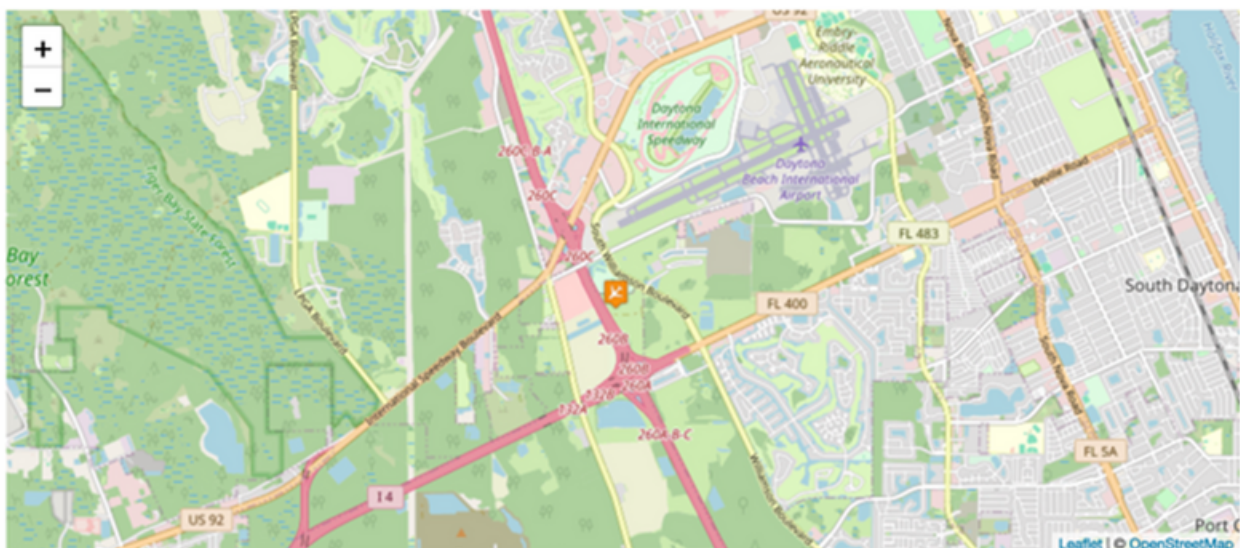


Figura 2. Ubicación del area del evento
Fuente: (<https://aviation-safety.net/wikibase/349529>)

Todo lo anterior sirve para ilustrar las potenciales consecuencias de un encuentro entre un avión tripulado y uno donde el piloto está en tierra y en un vuelo autónomo de fotografía aérea. Imaginemos por un momento que hubiese habido un muerto o un lesionado en el accidente; las consecuencias para el piloto del dron habrían sido catastróficas y lo más probable es que hubiese resultado en cárcel y multas impagables.

Para evitar que nuestros colegas que han adoptado la fotogrametría aérea no tripulada como un medio de agregar un servicio a sus prácticas de topografía de tierra se vean en una situación donde puedan perder su libertad o sus ahorros, me permito recomendar la siguiente lista de chequeo para cualquier operación de fotogrametría aérea:

- Asegúrate de tener todos tus certificados en regla y al día.
- Asegúrate de que el registro del dron ante la autoridad de aviación civil el país donde estés volando esté vigente y sea válido.
- Asegúrate de tener un seguro de hardware y de responsabilidad civil para tu dron y que cubra la operación que estás realizando y que esté vigente.
- Asegúrate de poder mantener siempre el dron en tu línea de visión. Si la operación requiere que veas algo más de vez en cuando, contrata a un observador visual para que te ayude a realizar un seguimiento del dron en todo momento.
- Si vuelas bajo un COA, asegúrese de leer cada palabra y cumplir con cada instrucción.
- Si la persona responsable de la seguridad de la operación mencionada por su nombre en el COA no eres tú, asegúrate de que esa persona esté plenamente consciente de tu vuelo y, si es posible, asegúrate que esa persona esté siempre con usted mientras se encuentre en el área de vuelo.
- Si el COA te permite volar en las cercanías de un aeropuerto, asegúrate de comunicarte con la torre y que tengan tu número de teléfono.
- Además, asegúrate de tener tu teléfono contigo y de poder escucharlo siempre.


El hecho de que este accidente haya sido con un dron de fotogrametría puede ser pura coincidencia, pero es una llamada de atención a nuestra profesión al hecho de que los riesgos de tener un accidente aéreo son altos y las consecuencias potencialmente devastadoras.

Usemos esta lección de un colega en USA, que afortunadamente no tuvo lesionados y que tal vez solo le cueste un jalón de orejas por parte de la autoridad de aviación civil, para aprender a ser mejores ciudadanos del aire. Cada vez que despegamos con nuestro dron, entramos en un sistema complejo y establecido por décadas, en el que se mueven millones de dólares de equipos y miles de vidas humanas. Seamos conscientes que formamos parte de este ecosistema en el momento que el dron se eleva en el aire y que somos responsables de la propiedad y la vida de los demás. Seamos aviadores y comportémonos en la mejor tradición de la aviación tradicional, la cual nos lleva a nosotros y nuestras familias de forma segura de un aeropuerto a otro una y otra vez.

Juan B. Plaza
juan@plaza.aero



Juan posee un título en Geodesia junto a un máster en Fotogrametría Digital, de la Universidad Central de Venezuela, así mismo, un MBA en Finanzas internacionales en la Universidad Internacional de Florida. Tiene gran experiencia en proyectos fotogramétricos y operación de cámaras en aeronaves. Igualmente, posee un certificado de piloto comercial de aeronaves multimotor. Juan, es un orador frecuentemente invitado en eventos que involucren aeronaves tripuladas y no tripuladas. Actualmente, es el CEO de Plaza Aerospace Corp, una empresa de servicios especializada en asesorar a empresas de aviación tripulada y no tripulada.



yellowscan.com

TÉCNICAS GNSS EN DRONES: UN REPASO A SUS INICIOS, EVOLUCIÓN Y ESTADO DEL ARTE

En el ámbito geoespacial, el uso de drones, UAV o RPA - denominación según el lugar desde donde nos leen- ha revolucionado la forma en la que se aborda la topografía y, por ende, la adquisición de datos en general.

La integración de drones con técnicas avanzadas de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), ha mejorado significativamente, no solamente la precisión y exactitud de los productos que se generen, sino también, la eficiencia en las aplicaciones donde se emplee el uso de estas herramientas.

El propósito del presente artículo es documentar la evolución en las técnicas y métodos GNSS empleados para el posicionamiento en drones, junto al impacto de su implementación.

El papel cambiante de los drones en la topografía y mapeo

La adopción de los drones en campos como la topografía, la agricultura, la construcción, entre otros, marca un cambio significativo en los métodos de adquisición de datos, dado que ofrecen ventajas incomparables al compararse con métodos tradicionales, al cubrir grandes áreas rápidamente y

acceder a ubicaciones que son difíciles para los métodos de topografía terrestre.

Ahora bien, ya inmersos en el mapeo con drones, gracias a los desarrollos en materia, tanto de algoritmos, como de disponibilidad de satélites y constelaciones GNSS, junto a la miniaturización de componentes a bordo de estos, han permitido grandes mejoras en cuanto a la manera de abordar los proyectos, de forma que tan solo hace pocos años, era casi imposible concebir.

Antes, la única manera de poder generar productos fotogramétricos con una exactitud que lograra satisfacer los rigurosos test de estándares de calidad era a través del establecimiento de puntos de control terrestre (GCP), los cuales, permiten georreferenciar debidamente toda la información adquirida previamente. Estos puntos, deben estar distribuidos a lo largo del área de trabajo, y con exactitudes mayores al tamaño de GSD (ground sample distance) diseñado del proyecto.

Más recientemente, la integración de drones con métodos GNSS como Cinemático en Tiempo Real (RTK), Cinemático con Post Proceso (PPK) y otros de interés,

no solo ha aumentado la exactitud de los datos recopilados, sino que también ha agilizado todo el proceso de diseño, adquisición y procesamiento de información.

Técnicas y receptores GNSS: la importancia de su evolución

Con el pasar del tiempo, es más evidente el hecho de que poner al servicio de los usuarios mejoras en el desarrollo del equipamiento, ha traído como consecuencia el redefinir el abordaje técnico y logístico al momento de usar drones, y todo, sencillamente para mejorar lo antes ya conocido.

Algunas de las marcas más reconocidas en el mercado, comenzaron a comercializar soluciones con capacidades RTK y PPK hace más de 5 años, dadas las ventajas que ofrecía el poder depender mucho menos del establecer GCP en el terreno, y con ello, realizar los proyectos de forma más expedita (Fig. 1).

Para poner en contexto lo antes dicho, en un proyecto fotogramétrico mediante el uso de drones, cerca del 70% del trabajo de campo, está netamente dedicado a la implementación y medición de GCP; sin dejar de mencionar que es el proceso que conlleva más esfuerzo físico y riesgo inherente.

Es por ello que, con la implementación de métodos como los antes mencionados, dependiendo de los requerimientos del cliente, toda la logística se restringe a establecer una conexión a un equipo base cerca del área de trabajo, y en tan solo segundos, el dron estará habilitado para recibir posicionamiento RTK, y, de esa manera, reducir drásticamente el tiempo a emplear para los puntos de control (Fig. 2).

Si no se dispone de un equipo GNSS con las características mencionadas en el párrafo anterior, tampoco esto representaría algún problema, dado que se abre la posibilidad de emplear el método PPK, el cual, por cierto, no es nada nuevo, solo que había perdido relevancia con la masificación del RTK hace más de un par de décadas atrás.

En algunos casos, dadas las características del área de estudio, por ejemplo, disponibilidad de internet, puede ser que existan algunas ventajas que permitan hacer el trabajo de una forma mucho más sencilla, y es allí cuando, por ejemplo, protocolos como el NTRIP, dan una mano, dado que, en este caso, ya no es necesario que el usuario deba establecer una base propia, sino que perfectamente puede conectarse a algún servicio que esté presente cerca del sitio de trabajo. Curiosamente, en escenarios como este, es donde servicios de internet satelital facilitan la logística de los trabajos a realizar.



Figura 1. Métodos de georreferenciación para el mapeo con drones
(Fuente: www.ageagle.com/blog)



Figura 2. Tamaño de receptores GNSS con módulo RTK en drones (recuadro rojo)
(Fuente: www.drohnen-camp.de)

Hay aún más por analizar, como es el caso de servicios satelitales de corrección diferencial, en donde existen nuevas fronteras a explorar con respecto a los métodos de posicionamiento disponibles. Como consecuencia, servicios, tanto privados, como gratuitos (caso del Galileo HAS), cobran relevancia, dado que permiten establecer localmente coordenadas de estaciones base que, luego, servirán para posicionar el dron; siendo este escenario de vital importancia especialmente en entornos totalmente inhóspitos, al no requerir conexión vía radio, o internet.

Comentarios finales

Como se ha visto, existen un sin número de elementos desde el punto de vista de técnicas GNSS que han permitido agilizar y facilitar la adquisición de información mediante el uso de drones. Ahora bien, siempre se debe tener en consideración, las limitaciones que poseen cada una de estas, dado que pueden conducir a la obtención de resultados no deseados.

En el caso del RTK, algunas de las limitaciones, tienen que ver con la latencia y su influencia, por lo que debe restringir la velocidad máxima de vuelo del dron y su distancia de la base; de igual forma, está el hecho que se debe siempre garantizar la conectividad entre el control remoto y el dron, para que este último, pueda recibir las correcciones.

Para el método PPK, uno de los aspectos más importantes a controlar, tiene que ver nuevamente con

la distancia entre la estación base y el dron, para garantizar soluciones del tipo fijas, así como también, en poner a registrar a la estación base y el dron con la mayor tasa de captura común posible, para evitar la influencia de la interpolación de posiciones en el cálculo de coordenadas de las fotografías.

No menos importante, es el conjunto de consideraciones geodésicas, tales como sistemas de coordenadas y datums involucrados, que, si bien directamente no influyen en la aplicación de los métodos de posicionamiento GNSS, pero si impactan en los resultados finales a obtener, dado que pueden tener por definición, orígenes de coordenadas distintos.

Es necesario mencionar que en la actualidad, se comercializan kits que permiten a drones convencionales, poder tener capacidades del tipo RTK y PPK, permitiendo así, disfrutar de dichas mejoras.

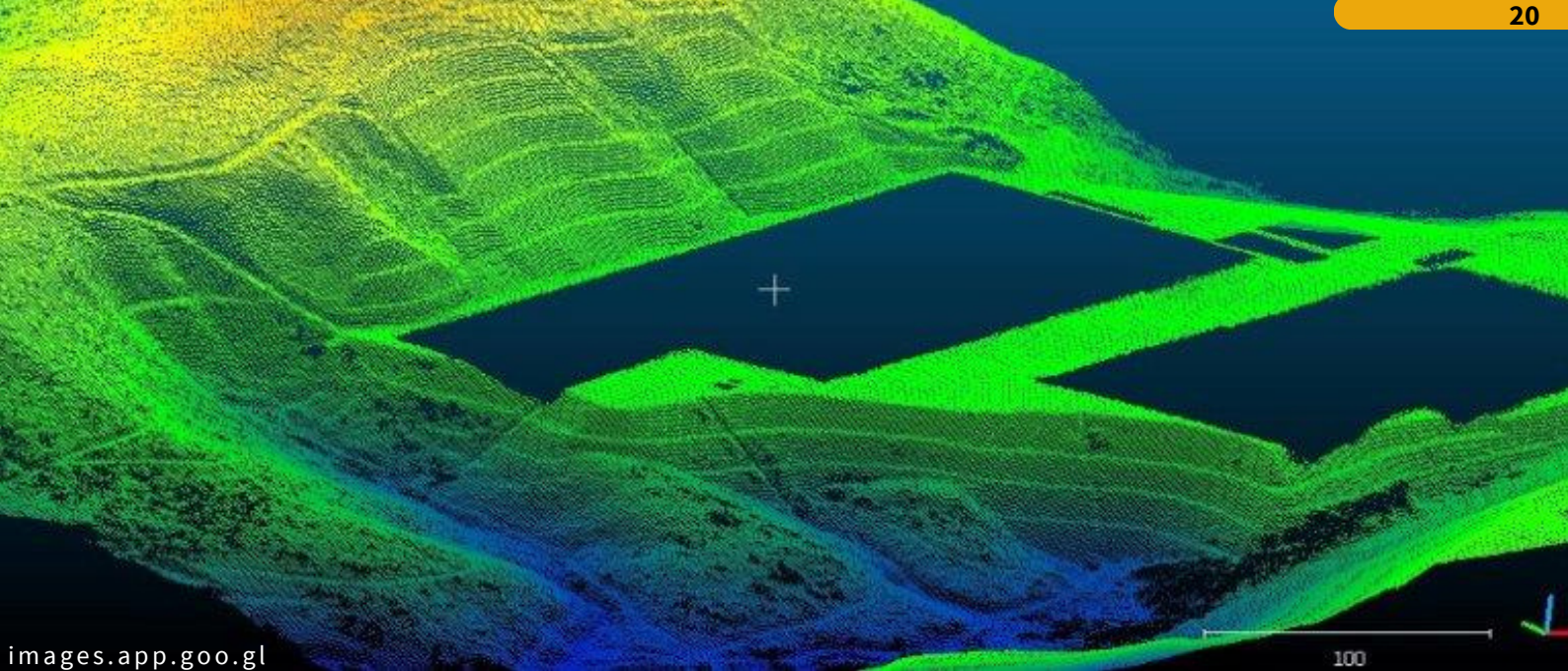
Finalmente, es evidente el impacto de la evolución de las técnicas GNSS existentes en la actualidad, y su incorporación en los drones de reciente comercialización.

Mario Forgione

forigionem@gmail.com



Es Ingeniero Geodesta con más de 20 años de experiencia en industrias como petróleo, minería y agricultura en diversos países de Latinoamérica. Instructor de cursos, entre los que destaca: Fotogrametría a través del uso de Drones. Mario, ha sido conferencista y autor de varios artículos técnicos, así como también, especialista involucrado, tanto en la actualización del Manual de Especificaciones Técnicas de Geodesia, Estándares de presentación del Dato Sísmico, como la Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad (PDVSA). También, es miembro fundador de SIGGMA, siendo Líder de Formación y actualmente miembro de la Junta Directiva. Actualmente, es propietario de Geodrones, empresa dedicada a la prestación de servicios en Ecuador y Venezuela.



images.app.goo.gl

100

DRONES CON TECNOLOGÍA LiDAR

Los drones están revolucionando el mundo con una velocidad y precisión increíbles, en especial, la integración con la tecnología LiDAR, está cambiando las mejores prácticas, procesos y estándares geoespaciales para garantizar calidades de los productos cartográficos generados, lo que se traduce en que, a mayor avance de la tecnología, mayor rigurosidad en los estándares geoespaciales y, por ende, un aumento de la demanda de profesionales que garanticen estos rigurosos estándares.

En este artículo, se presentarán los principios y fundamentos relativos al uso combinado de LiDAR con drones, para luego abordar la importancia del rol de los profesionales de la Geodesia para tal fin.

¿Qué hace que esta tecnología LiDAR sea tan precisa?

LiDAR, que significa Detección y Rango de Luz, es una tecnología de los sensores remotos que utilizan luz láser para medir distancias y crear mapas tridimensionales detallados del entorno. Los sistemas LiDAR emiten pulsos láser, generalmente en forma de luz infrarroja, hacia el área objetivo. Los pulsos láser emitidos interactúan con los objetos del entorno y parte de la luz láser se refleja hacia el sensor LiDAR. Luego, el sistema mide el tiempo que tarda cada pulso láser en viajar hasta el objeto, reflejarse en él y regresar al sensor. Utilizando la velocidad de la luz, el sistema calcula la distancia al objeto con alta precisión.

Los sistemas LiDAR generan una gran cantidad de pulsos láser por segundo y miden la distancia a múltiples puntos en el campo de visión, creando un denso conjunto de mediciones de distancia. Muchos sistemas LiDAR utilizan un mecanismo de escaneo (como un espejo giratorio o una matriz en fase) para dirigir pulsos láser a través de un área más amplia o en un patrón específico. Esto permite la creación de una representación 3D completa del entorno. Las mediciones de distancia recopiladas se procesan para crear una nube de puntos, que es un conjunto de puntos de datos tridimensionales que representan las superficies y objetos del entorno. Los datos de la nube de puntos se pueden utilizar para crear mapas, modelos o imágenes detallados del entorno. Los Laser son tan densos y precisos que pueden penetrar la vegetación hasta ciertos niveles en sus múltiples retornos y generar en detalle la topografía del suelo desnudo y ver elementos topográficos ocultos (a diferencia de las técnicas fotogramétricas que solo pueden ver el tope de la superficie), y en otros casos, bajo ciertas consideraciones, pueden incluso penetrar hasta ciertas profundidades en las costas o lagos para generar batimetría. Esta información es valiosa en diversas aplicaciones: planificación urbana, arqueología, construcción, topografía, agricultura de precisión, análisis de riesgos de inundaciones, inspecciones, entre otras.

Integración LiDAR + Drones + GNSS + IMU + Cámara RGB (foto/video)

Particularmente, poseo tres años en Estados Unidos usando esta tecnología (incluyendo LiDAR Mobile Mapping), como piloto profesional de drones comerciales en empresas de Geodesia, Topografía y cartografiado geoespacial donde se cumplen los rigurosos estándares de la ASPRS a la hora de generar productos geoespaciales con esta tecnología. Sin duda alguna, se puede ratificar que la técnica LiDAR no es solo buena por la calidad de los millones de puntos generados por la nube de puntos, sino, porque se complementa en gran parte por: una buena planificación en oficina (análisis geoespacial, DTM, GIS, variables operacionales, regulaciones o restricciones de vuelo), un buen sistema de navegación inercial (IMU) que genere data muy precisa en su postprocesamiento en conjunto con las observaciones GNSS de las antenas acopladas al dron, más la estación GNSS estática que se utiliza en etapas del procesamiento en conjunto con las efemérides precisas de los servicios internacionales. En el mismo orden de ideas, métodos como PPK también son empleados, mediciones de puntos de control o targets en el terreno, georreferenciación de la nube de puntos, clasificación y fusión con videografía u ortofotos, control de calidad con puntos de chequeo, son parte de esta integración fundamental para el éxito de un proyecto que amerite usar esta tecnología. La Fig. 1 permite visualizar una explicación generalizada.

¿Cuál Dron y sistema LiDAR se necesita?

No hay una guía sobre este tema tan importante a la hora de invertir en un buen dron con LiDAR, adecuado para todos los trabajos o aplicaciones, sin embargo, siempre será un común denominador, considerar el siguiente conjunto de aspectos:

- Presupuesto de Inversión: existen sistemas con llave en mano usados y nuevos para los cuales toda la inversión: Dron + IMU + cámara RGB, LiDAR y software de procesamiento; oscilan entre 15 000 a 40 000 dólares americanos.
- Determinar su rango de clientes, ya que, por ejemplo, aplicaciones para mapas topográficos

detallados implican sensores con mayor penetración de vegetación y mayor rigurosidad de procesamiento para garantizar precisiones geodésicas topográficas en el orden de 2-5 cm en las componentes de exactitud H/V.

- Tipo de entregables o productos: ofrecerá ayudará para decidir que técnicas y herramientas usar para un buen post-procesamiento y análisis de datos.
- Entorno dominante: cuál es la máxima altura de objetos a medir, de acuerdo con las regulaciones de vuelo en cada país, ya que ayudará a analizar el amplio mercado de LiDAR que existe, y observar cuál es el que mejor se adapta a esta necesidad. Generalmente, los más usados de corto alcance con alturas de vuelos recomendadas 40-60 m para garantizar las precisiones horizontales y verticales de acuerdo con los estándares de la ASPRS.

El uso de drones para obtener productos cartográficos de precisión, la selección entre fotogrametría y LiDAR dependerá en gran medida de la aplicación requerida. También es necesario considerar factores como: lo operacional, el costo y la complejidad de la técnica; es por ello que, es tan importante, saber cuáles resultados realmente se necesitan, ya que ayudará a tomar la decisión correcta.

¿Cómo está el mercado de dron + LiDAR hoy en día?

Los reportes de mercado para el 2024 y su estimación de crecimiento y uso para el 2031, hacen un especial énfasis en un crecimiento muy considerable en las aplicaciones y servicios de dicha tecnología en dos áreas fundamentales mapeo, topografía e inspecciones de obras y construcciones en los sectores eléctricos y energéticos. Esto indica que los drones se valoran por algo más que imágenes aéreas. Este cambio marca el comienzo de una evolución más amplia hacia la manera de cómo se perciben y se utilizan los drones. El mercado de los drones seguirá dominando gracias a que cada vez más estos son más rápidos, seguros y precisos. Solo en el 2023 el uso de esta tecnología creció hasta el 239 %, y se estima que para el 2031 con la ayuda de la Inteligencia Artificial, se generen hasta 50 billones de dólares en contribución a la economía, lo que se traduce

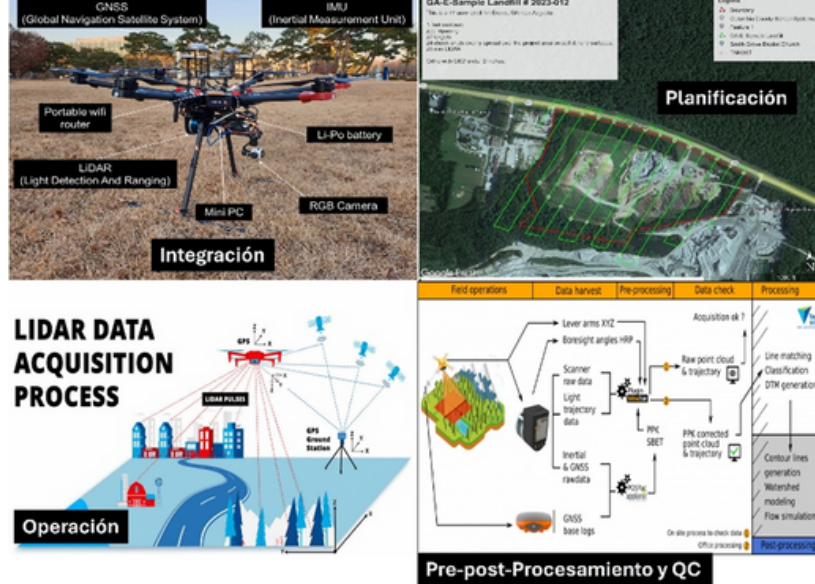


Figura 1. Etapas de la Integración Dron + LiDAR
(Fuente: www.sciencedirect.com)

en más empleos, ahorros significativos en costos operacionales y hasta toneladas de CO₂ de emisiones reducidas. Los drones en general están redefiniendo autonomía, aumentando la productividad y creando nuevas posibilidades.

El Rol del ingeniero geodesta en todas las etapas del uso y aplicaciones de drones con tecnología LiDAR.

Sin duda alguna, se puede resaltar el rol que un ingeniero geodesta integral puede tener en todas las etapas de cualquier proyecto ejecutado con drones ; es por ello que se puede concluir que cualquiera puede operar y ser un excelente piloto de drones, así como cualquiera puede ser un operador excelente de software, pero no todos tienen la formación avanzada, profesional e integral en temas de geodesia moderna, geomática, GIS, sensores remotos, gestión de datos geoespaciales, modelos 3D, gestión de procesos, QC y estándares. Si se analiza nuevamente la Fig. 1, en la etapa de la integración, para el caso de Estados Unidos, un geodesta especializado con certificaciones profesionales avanzadas de la ASPRS como: UAS tecnólogo o científico, Fotogrametría y UAS LiDAR, puede sacar provecho al desarrollo de plataformas nuevas con sus sensores para automatizar procesos y generar nuevas aplicaciones. En la etapas iniciales de planificación de vuelos de drones con tecnología LiDAR es muy importante tener conocimientos sobre análisis geoespacial, GIS, análisis 3D, luego, ya en operaciones, un geodesta que esté licenciado como piloto y conozca

las regulaciones y leyes en materia de drones, operación y mantenimiento, se traduce en vuelos seguros, garantizando un producto de calidad y confiable. Finalmente, en la fase de entregables, un geodesta que maneje el área de procesamiento IMU, GNSS, RTK, técnicas de sensores remotos para automatizar clasificación de la nube de puntos, conceptos de georreferenciación, transformación de coordenadas y control de calidad de los productos a entregar, hace cumplir los estándares, lo cual se convierte automáticamente en generación de valor agregado, versatilidad, producción y, por ende, ganancias y nuevos clientes para las empresas prestadoras de servicios.



Henry Codallo
henrycodallo@gmail.com

Ingeniero Geodesta graduado en la Universidad del Zulia, con más de 15 años de experiencia. Especialista en gestión de datos geoespaciales, tecnología hiperespectral, interferometría de radar y SIG para aplicaciones en la industria del petróleo. Formó parte del equipo técnico bilateral China-Venezuela. Participó en la actualización del Manual de Especificaciones Técnicas de Geodesia de la industria petrolera venezolana en sus áreas de Fotogrametría, Sensores Remotos y LiDAR. Desde hace 4 años labora en USA, usando tecnologías geoespaciales, LiDAR en Drones y Mobile Mapping en empresas de geodesia, cartografía y topografía.



CANVA

ERRORES FRECUENTES EN LA SELECCIÓN DE DRONES PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE FOTOGRAMETRÍA

La evolución tecnológica ha permitido en la última década el desarrollo de innovaciones en los modelos de drones, así como también, de los diferentes tipos de sensores que estos pueden utilizar; dicha evolución, ha impactado notablemente en las dimensiones, peso, potencialidad, mayor cantidad de marcas en el mercado y sobre todo en la reducción de costos de los equipos y sensores necesarios para realizar un levantamiento fotogramétrico.

Esto, aunado a la masificación de opciones en el mercado y lo simple que resulta operar los equipos, ha permitido que nuevos usuarios se interesen en el mundo de los servicios con drones para fines topográficos, sin tener fundamentos básicos de la fotogrametría, ocasionando en la mayoría de las situaciones, que se tomen decisiones de adquisiciones comerciales sin tener sustentos técnicos al respecto, lo que genera un desembolso de recursos innecesarios, sin que estos últimos (los usuarios) tengan la más mínima idea de lo que ocurre.

La selección del equipo se ha basado regularmente en los últimos años, en adquirir el modelo y sensor más reciente del mercado, o peor aún, ya teniendo un

modelo de equipo en mente, haciéndose la pregunta de si el mismo, sirve para una u otra aplicación, cuando el deber ser es que dicha selección se realice dependiendo de una evaluación técnica, de la economía de la organización requirente, o listando los servicios que se están o estarán realizando con la herramienta en el corto y mediano plazo; aunado al ecosistema ya existente de equipos y periféricos, para así, evitar duplicidad en las compras. Una vez solventado lo anterior, comenzar la factibilidad técnica de su compra y, en el caso más ideal, incurrir en el menor tiempo posible para el retorno de inversión a la organización (Fig. 1).

No menos importante es considerar factores técnicos como: rango de tamaños de polígonos a levantar frecuentemente, condiciones climáticas de los lugares donde se presuman se realicen los trabajos, tamaño de pixel estándar necesario para la cartografía que se estará generando, proyección de retorno económico de la inversión o rentabilidad del equipo, entre otros, los cuales, lamentablemente son algunos de los factores que no se toman en cuenta al momento de adquirir la herramienta de trabajo para realizar este tipo de servicios.



Figura 1. Tipos de drones para fotogrametría
(Fuente: www.images.app.goo.g)

De manera errónea, se desestiman modelos de drones multirrotor que tienen 2 o 3 años en el mercado, o que sean de tamaño pequeño, para trabajos de agrimensura o topografía de pequeña escala (menor a 100 Ha.), optando por adquirir un modelo de dron con módulo PPK/RTK, ya que las casas comerciales han difundido la ideología de que se debe adquirir un dron con dichas características -obligatoriamente- para realizar labores de fotogrametría; y otra vez allí, la carencia de fundamentos técnicos les juega a dichos usuarios, una mala pasada.

En el caso de los drones de ala fija, es similar la situación, ya que no se evalúa la rentabilidad del equipo en un periodo prolongado, sino únicamente el desempeño que el mismo ofrezca para los levantamientos por el periodo determinado que dura la obra o servicio donde se emplearán, y al finalizar el proyecto, las empresas se dan cuenta que dicho dron de ala fija no les sirve para tareas de topografía de menor tamaño, o labores de inspección de obra, y al tratar de venderlo como herramienta usada, para así recuperar valor económico para la empresa en activos sin uso, muy pocos usuarios se ven interesados en comprar un equipo costoso y usado, además, sin garantía por parte de la casa comercial quien los representa.

Todo esto en consonancia con la disponibilidad en el mercado geodésico de receptores satelitales GNSS cada vez más accesibles en términos económicos, por ejemplo, los denominados “low cost”, los cuales permiten a usuarios quienes disponen de buenos fundamentos técnicos, adquirir un dron regular y una pareja de receptores satelitales GNSS, con la misma inversión económica con la que iba a adquirir un dron con módulo RTK de alta gama.

En algunos casos, el poseer fuertes competencias técnicas, permite optar por pequeñas adaptaciones que proporcionan grandes ventajas en los flujos de trabajo, tal y como es el caso de la adaptación de módulos PPK y RTK, a drones convencionales (Fig. 2).

Esta combinación de drones básicos con una pareja de receptores satelitales GNSS representa más ventajosa a mediano plazo para una empresa (sea grande o pequeña), ya que con la misma inversión se pueden diversificar las opciones de labores o servicios a ofrecer, debido al hecho que no sería únicamente fotogrametría lo que se puede realizar con la inversión económica, sino que se incluiría dentro de su portafolio, el poder realizar labores de topografía en general (replanteo, levantamientos), así como también labores de geodesia satelital, como lo es establecer puntos de control con fines de agrimensura.



Figura 2. Dron convencional con modulo PPK adaptado
(Fuente: www.images.app.goo.g)

No se debe olvidar que los drones multirrotores con módulo RTK y los de ala fija son los equipos que se recomiendan para los grandes proyectos que lo ameriten, ya que ese fue su objetivo de diseño, al permitir al usuario realizar levantamientos fotogramétricos con mayor rendimiento y eficiencia, especialmente en entornos desafiantes.

Por los motivos anteriormente expuestos, se recomienda a los usuarios evaluar técnicamente los levantamientos fotogramétricos con fines topográficos a realizar, para así adquirir la herramienta adecuada, bien sea drones de alto rendimiento como una aeronave de ala fija o multirrotor con módulos RTK, o en cambio, equipos de menor rendimiento con varios años en el mercado, pero que pueden igualmente realizar el levantamiento con la misma calidad, empleando las consideraciones técnicas del caso.

Jorge Leon

jorgeleon29@gmail.com



Es Ingeniero Geodesta con mas de 12 años de experiencia profesional e investigación, en diversos ambitos de la Geomática y sus aplicaciones.

Posee un Postgrado en SIG (UTP Panamá) y Máster en Geomática (UPM España). Jorge, es miembro, tanto de la Asociación Panameña de Drones, como de SIGGMA.

Ha sido faciliador en diversas acciones de formación, relativas a la topografía y los drones.

Actualmente se desempeña como Director de Servicios Geodésicos en ICADEL, empresa de servicios con base en Panamá.



AGRICULTURA INTELIGENTE, UNA ALTERNATIVA PARA MAXIMIZAR LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Desde las épocas más remotas para satisfacer la demanda creciente de alimentos, el hombre se ha visto en la necesidad de mejorar la eficiencia en la producción agropecuaria. Para esto ha desarrollado a lo largo de la historia diferentes herramientas tecnológicas; que facilitan la tarea, incrementan los rendimientos, minimizan los costos y preservan el ambiente.

Entre las últimas tecnologías, con impactos positivos relevantes en la agricultura, se tienen las relacionadas con la Geoinformación o Geomática, puestas en práctica desde mediados del siglo XX. La aplicación de estas tecnologías ha permitido el desarrollo de disciplinas, como la comúnmente denominada Agricultura de Precisión o Agricultura Inteligente.

Aun cuando básicamente ambos términos se pueden considerar como sinónimos, de forma tradicional se asocia la Agricultura de Precisión al uso de maquinarias agrícolas sofisticadas, complejas y costosas. Por tanto, en este artículo preferimos denominarla Agricultura Inteligente, ya que en la realidad implica un modelo conceptual, que busca determinar la mejor estrategia para optimizar el uso de los recursos disponibles; que puede ser puesto en práctica con o sin empleo de maquinarias.

De esta forma se considera como Agricultura Inteligente, a la selección del sitio óptimo, aplicación de la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado, en el lugar exacto, minimizando el impacto ambiental; mediante aplicación de los recursos tecnológicos que ofrece la geoinformación. Entre estos recursos destacan el GNSS (Global Navigation Satellite System), la teledetección, los Sistemas de Información Geográficos (SIG) y la Cartografía Digital (CAD).

El GNSS, posibilita la geolocalización de los objetos; en el caso de la agricultura permite la georreferenciación de los muestreos de suelo, tejidos etc.; ubicación de las plantas; conducción automática de las maquinarias (banderillero satelital); siembra a densidad variable, aplicación de dosis variable de insumos (fertilizantes, agroquímicos, etc.) y manejo localizado de plagas, entre otras prácticas.

La teledetección: tecnología que permite adquirir, procesar e interpretar imágenes de la superficie terrestre, obtenidas desde sensores instalados en plataformas aeroespaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética entre el sensor y la tierra.

Esta herramienta crea una visión conceptual de un objeto o fenómeno; fundamentada en el principio de que cada elemento, interactúa con la radiación de una manera diferente; absorbiendo en unas, longitudes de onda y reflejando, en otras. Este comportamiento permite la diferenciación de estos elementos por ejemplo el agua, el suelo o la vegetación.

Los SIG: conjunto automatizado de elementos físicos (hardware), lógicos (software), personas y metodologías, que interactúan de manera organizada para producir, almacenar e interpretar, información geoespacial, sobre un objeto o fenómeno del mundo real. En el caso de la agricultura estaríamos hablando, entre otras variables, del estado de salud del cultivo, contenido nutricional de los tejidos de las plantas, contenido de humedad y nutrientes del suelo, etc.

La Cartografía Digital es la disciplina que se ocupa de la representación gráfica de la superficie terrestre o parte de ella, en mapas digitales; a través de la tecnología informática que codifica y administra datos geolocalizados. En el caso de la agricultura permite representar los linderos de las unidades de producción, curvas de nivel, definir lotes homogéneos de manejo de la tierra, elaborar mapas de fertilidad del suelo, estado nutricional de los cultivos y de aptitud de la tierra, etc.

En la actualidad, más específicamente en la última década; la emergencia de tecnologías de sensores remotos con alta resolución espacial y espectral, específicamente aquellas relacionadas con sensores instalados en vehículos aéreos no tripulados (drones), a la que agregamos la Inteligencia Artificial (IA); han revolucionado de manera positiva la agricultura; ya que permite obtener información, realizar mediciones y cálculos que anteriormente se hacían dificultosos, lentos y sumamente costosos, principalmente en grandes y complejas superficies de uso agrícola.

Asimismo, la Inteligencia Artificial modela o predice el comportamiento de un objeto o fenómeno del mundo

real; mediante el análisis de grandes volúmenes de datos (covariables), utilizando algoritmos con capacidad de autoaprendizaje.

En resumen, se puede considerar a la IA como la capacidad de las computadoras para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones.

Los sensores multiespectrales de alta resolución espacial y equipos transportados por drones, para diversas aplicaciones, entre las cuales destacan la generación de índices espectrales, a través de técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), permiten evaluar, entre otros aspectos, el estado de vigor de las plantaciones, la cuantificación de requerimientos y aplicación geolocalizada de insumos.

El uso de drones, asociados al manejo de tecnología de geoinformación e Inteligencia Artificial, facilita la generación y análisis integral de grandes volúmenes de información básica actualizada, lo que permite mejorar la eficiencia en la toma de decisiones para el manejo sostenible y rentable de los cultivos.

Estas tecnologías se han convertido progresivamente en una herramienta de aplicación indispensable en el desarrollo de la agricultura inteligente. Entre múltiples usos podemos destacar los siguientes:

- Cartografía y topografía (delimitación de parcelas y/o lotes, nivelación de tierras, diseño de obras de riego y drenaje).
- Caracterización y evaluación de la aptitud de las tierras para uso agrícola y pecuario (Fig. 1).
- Estado de salud y vigor de la plantación.
- Calendario del cultivo (preparación de tierras, siembra, cosecha, etc.).
- Estrés hídrico y riego.
- Balance nutricional, requerimiento y aplicación de fertilizantes (Fig. 2).
- Diagnóstico y control geolocalizado de plagas (Fig. 3).

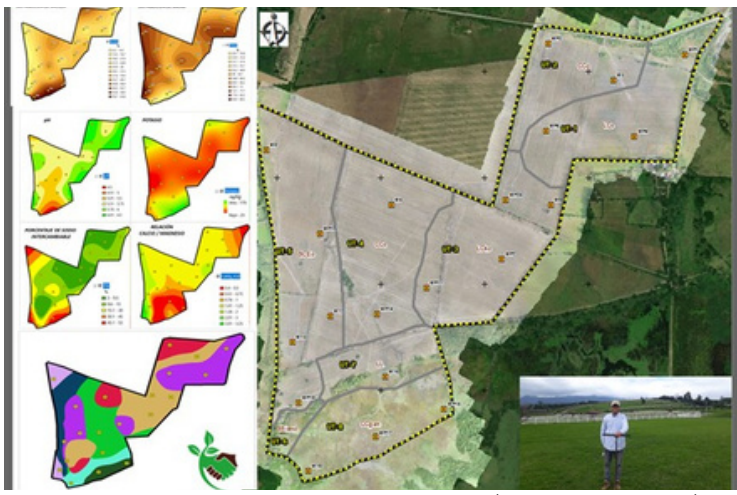


Figura 1. Mapas predictivos de suelo y definición de lotes homogéneos aplicando IA.
(Fuente: SIAP)

- Muestreo Geolocalizado de suelos y tejidos.
- Mapas de distribución continua de nutrientes en el suelo y en tejidos.
- Análisis de datos: Geoestadística e Inteligencia Artificial.
- Relaciones nutrientes (suelo, tejidos), bandas multispectrales e Índices de Vigor.
- Mapa de Recomendaciones de Fertilización.

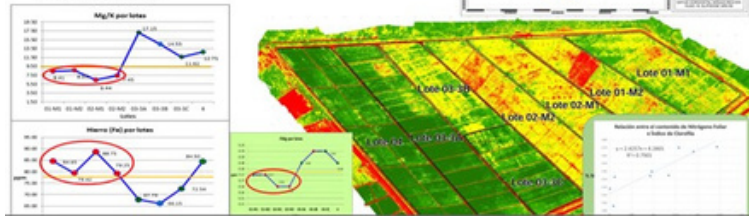


Figura 2. Estimación de requerimientos de fertilización.
(Fuente: SIAP)

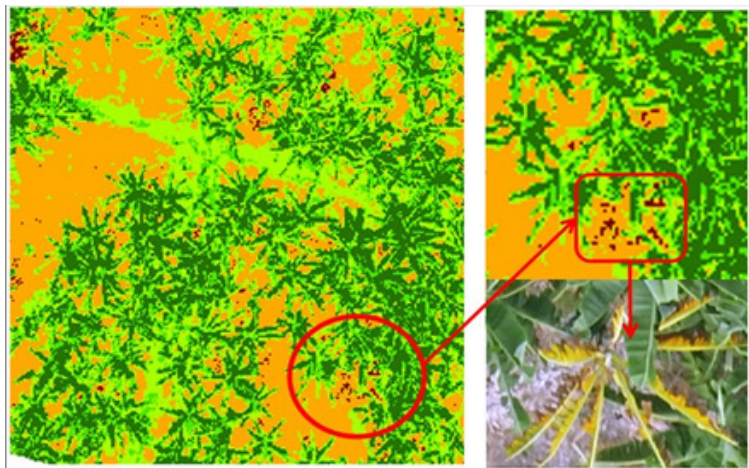


Figura 3. Identificación y localización de enfermedades (Falso Mal de Panamá)..
(Fuente: SIAP)

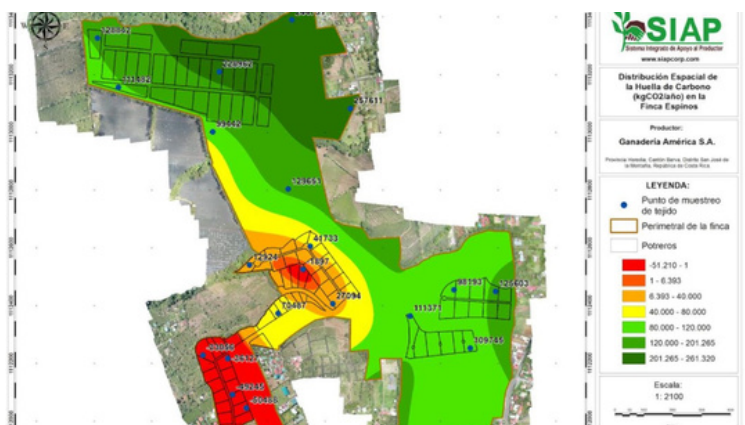


Figura 4. Balance entre captura de carbono y emanaciones atmosféricas.
(Fuente: SIAP)

- Inventario geolocalizado de plantas.
- Índices de germinación y población.
- Estimación de la huella de carbono (Figura 4)
- Cosecha selectiva.
- Estimación de rendimientos
- Conservación y recuperación de áreas degradadas.

En conclusión, la Agricultura Inteligente corresponde a una estrategia de gerencia que utiliza tecnología de la Geoinformación e Inteligencia Artificial, para recolectar e interpretar datos útiles desde distintas fuentes con el fin de apoyar la toma de decisiones asociadas a la producción agrícola; lo que permite obtener:

- Mayores rendimientos
- Menores costos de producción
- Mayor rentabilidad
- Ordenación en base a la vocación de uso de la tierra.
- Desarrollo sostenible

¡MAS INFORMACIÓN, MEJORES DECISIONES!

Diego Machado

damachadop@gmail.com



Es Ingeniero Agrónomo de la Universidad Francisco de Miranda con Maestría en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Wageningen, Holanda. Diego, posee más de 30 años de experiencia en planificación, ejecución y control de Proyectos de Inventario, Evaluación y Planificación de Recursos Naturales con fines agrícolas y ambientales, Asistencia Técnica Integral (Agricultura, Ganadería y Forestales), Desarrollo Sostenible, Catastro y Ordenación Territorial mediante la aplicación de tecnología de SIG, Teledetección, Cartografía Digital, GPS, Geoestadística y Drones. Además, es autor de más de 50 publicaciones técnicas y científicas. Profesor de la Facultad de Geografía de la Universidad del Comahue (Argentina) y del Postgrado de Geomática de la Universidad Central de Venezuela. Actualmente, también es Gerente General del Sistema Integrado de Apoyo al Productor (SIAP).

sola carga de batería o carga de combustible. La alta duración es fundamental para tareas de largo periodo como la vigilancia y el mapeo de grandes áreas.

- **Bloqueo IR:** Tecnología que permite a los drones fijarse en una fuente infrarroja específica, utilizada en operaciones de búsqueda y rescate para encontrar firmas térmicas de personas o animales.
- **Campo de Visión / FOV:** Describe el ángulo de visión desde la cámara del dron.
- **Carga Útil:** Cualquier peso o equipo que un dron esté transportando, que no sea necesario para el vuelo pero sea esencial para los objetivos de la misión.
- **Certificado de Autorización / COA:** Un permiso emitido por la Administración Federal de Aviación (FAA) de USA que permite a un operador público realizar operaciones específicas de UAS.
- **Clasificación IP:** Un estándar que define los niveles de sellado efectivo de componentes eléctricos contra la intrusión de cuerpos extraños y la humedad. Es importante para los drones utilizados en condiciones climáticas adversas.
- **Control de Tráfico Aéreo / ATC:** Un servicio proporcionado por personal capacitado y certificado responsable de monitorear y controlar todo el tráfico aéreo dentro de un área específica.
- **Control Dual de Operador:** Una función que permite a dos operadores controlar un solo dron simultáneamente; un operador controla el vuelo del dron, mientras que el otro opera la cámara y los sensores. Esta configuración es especialmente útil en escenarios de filmación e inspección industrial complejos, proporcionando mayor precisión y seguridad.
- **Controlador de Velocidad Electrónico / ESC:** Un circuito electrónico utilizado para variar la velocidad de un motor eléctrico en un dron. Juega un papel crucial en el control de la dirección y la velocidad de las hélices del dron.
- **Controlador de Vuelo:** El componente central de un dron que recibe las entradas de los sensores (giroscopio, acelerómetro, GPS, sensores de visión, sensores ultrasónicos) y el controlador remoto del

dron, que luego envía las entradas a los controles electrónicos de velocidad y motores sobre cómo debe moverse el dron.

- **Controlador:** El dispositivo utilizado por el operador para controlar el vuelo del dron.
- **Dron/RPAS/UAV/VANT/UAS:** Una aeronave no tripulada que puede volar de forma autónoma o ser controlada de forma remota.
- **Drones de Ala Fija:** equipos de ala rígida que generan sustentación mediante un perfil aerodinámico y típicamente pequeñas hélices de empuje.
- **Estación Terrestre:** El centro de control para las operaciones de drones, que puede ser un lugar físico o un software que proporciona telemetría y permite al operador controlar el dron de forma remota.
- **Factor de Carga:** La relación entre la fuerza de sustentación generada por el dron y su peso. Es crucial en el diseño y la operación de drones, influyendo en su estabilidad, maniobrabilidad y capacidad de carga útil.
- **Firma de Ruido:** El perfil sonoro que crea un dron durante el vuelo. Esto incluye el tono, el volumen y la frecuencia del ruido producido por los motores y las hélices del dron. Las firmas de ruido son consideraciones importantes en el diseño de drones, especialmente para operaciones en áreas pobladas o sensibles al ruido.
- **Firmware:** El software incorporado en el controlador de vuelo de los drones, baterías o controladores remotos.
- **Frecuencia de Radio / RF:** Las frecuencias de ondas electromagnéticas que se encuentran en el rango que se extiende desde alrededor de 20 kHz hasta 300 GHz. RF es crucial para la comunicación entre el dron y el controlador remoto. Permite la transmisión de comandos al dron y la recepción de datos de él, incluidas las transmisiones de video en vivo.
- **Geocerca/Geofence:** Un límite geográfico virtual, definido por tecnología GPS o RFID, que permite que el software active una respuesta cuando un dron entra o sale de una área específica.

- **Gimbal:** Un soporte pivotante que permite la rotación de un objeto (típicamente una cámara en drones) alrededor de un solo eje. Puede estabilizar la cámara para mantenerla nivelada a pesar del movimiento del dron.
- **GPS Cinemático:** Técnica de navegación por satélite de alta precisión que utiliza múltiples receptores GPS para medir la posición relativa con mucha mayor precisión que el GPS estándar.
- **Hot Swap:** La capacidad de cambiar un componente crítico de un dron (como baterías o medios de almacenamiento) sin apagar el sistema, lo que permite un tiempo operativo prolongado y flexibilidad.
- **Hovering:** La capacidad de un dron para mantener una posición fija en el aire sin moverse hacia adelante o hacia atrás, lograda mediante un control preciso de su dinámica de vuelo.
- **Identificación Remota / Remote ID:** El requisito reglamentario y la función para que los drones transmitan información de identificación y ubicación mientras están en vuelo. Esto permite a las autoridades rastrear y monitorear la actividad de los drones con fines de seguridad.
- **Modos de Vuelo Inteligente:** Características de vuelo autónomo programadas en drones, que les permiten realizar maniobras y tareas complejas sin entrada manual.
- **Modo A:** El Modo A o Modo Atti es corto para Modo de Actitud, donde el dron mantendrá una cierta altitud pero no posición.
- **Modo P:** Este es el modo de vuelo estándar para la mayoría de los pilotos. En el Modo P, todos los sensores del dron están activos, incluidos el GPS y los sensores infrarrojos.
- **Modo S:** También conocido como Modo Deportivo, permite que el dron vuele y maniobre el doble de rápido.
- **Multirroto:** Drones que tienen múltiples rotores, típicamente cuatro (cuadricópteros), seis (hexacópteros) u ocho (octocópteros). Estos drones son conocidos por su estabilidad, maniobrabilidad y capacidad de despegue y aterrizaje vertical (VTOL).
- **NOTAM / Aviso a los Aviadores:** Un aviso dado para advertir a las aeronaves o pilotos de drones de posibles peligros o restricciones de vuelo a lo largo de una ruta de vuelo o ubicación específica.
- **Piloto en Comando / PIC:** El individuo responsable de la operación y seguridad del dron durante el tiempo de vuelo. El PIC debe garantizar que el dron se opere dentro de las pautas legales y de seguridad, tomando decisiones sobre el vuelo en función del clima, las restricciones de espacio aéreo y la condición del dron.
- **Procedimiento de Seguridad:** Un procedimiento preprogramado que un dron sigue en caso de falla del sistema o pérdida de señal, como regresar a un punto de inicio o aterrizar inmediatamente para garantizar la seguridad.
- **Rango Nominal:** La distancia máxima teórica a la que puede operar el dron desde el controlador mientras mantiene una comunicación y control efectivos.
- **Rango:** La distancia máxima a la que puede operar el dron lejos de su controlador mientras mantiene una comunicación efectiva.
- **Retorno a Casa / RTH:** Una característica avanzada donde un dron puede regresar automáticamente a su punto de lanzamiento o a la ubicación del operador si pierde la conexión con el controlador o si la batería alcanza un nivel críticamente bajo.
- **Sistema de Evasión de Colisiones:** elemento diseñado para evitar que los drones colisionen con obstáculos como edificios, árboles u otras aeronaves.
- **Sistemas Anticolisión:** Tecnologías integradas en los drones para detectar y evitar posibles colisiones con obstáculos, otras aeronaves u objetos en el entorno. Los sensores evalúan el entorno del dron e implementan maniobras de evasión de colisiones, mejorando la seguridad del vuelo.
- **Transmisión de Datos Casi en Tiempo Real / NRT:** La capacidad de los drones para enviar datos al operador o a un centro de procesamiento con un retraso mínimo. Esto es crucial para aplicaciones que requieren información inmediata, como

operaciones de búsqueda y rescate, cobertura de eventos en vivo y vigilancia.

- **Unidad de Medición Inercial / IMU:** Un dispositivo utilizado para medir la velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales del dron, utilizando una combinación de acelerómetros y giroscopios.
- **Vista en Primera Persona / FPV:** Un método utilizado para controlar un dron desde la perspectiva del piloto, como si estuviera a bordo. Implica la transmisión en vivo del video desde una cámara en el dron a una pantalla, monitor o gafas usadas por el piloto.
- **Vuelo Autónomo:** La capacidad de un dron para operar y navegar sin entrada humana directa.
- **Vuelos a Línea de Vista / VLS:** Operaciones de drones a la vista del Piloto.
- **Vuelos Extendidos de la Línea de Vista / EVLOS:** Vuelos que poseen mayor rango que los VLS, empleando un observador.
- **Vuelos Más allá de la Línea de Visual / BVLOS:** La operación de un dron donde el piloto u operador no puede ver directamente la aeronave.
- **Zona de Exclusión / NFZ:** Un área designada donde los vuelos de drones están restringidos o prohibidos, típicamente alrededor de aeropuertos, bases militares o infraestructuras sensibles por razones de seguridad.

Juan B. Plaza
juan@plaza.aero



Mario Forgione
forgionem@gmail.com



Geodesia, Topografía, Geomática... ¿con mayúscula o minúscula?

Con frecuencia los colegas que nos envían artículos cometen el error de escribir el nombre de estas ciencias o disciplinas siempre con mayúscula, al efecto, veamos que dice la Real Academia de nuestra lengua española: “Se recomienda escribir los nombres de asignaturas, licenciaturas, diplomaturas y similares con mayúsculas iniciales en los sustantivos y adjetivos que los integran” <https://www.rae.es/>. Por ejemplo: Estudié Geodesia Geométrica. Vi Topografía cuando estudiaba en la universidad.

Igualmente, “Los sustantivos y adjetivos que forman parte del nombre de las disciplinas científicas y las diversas ramas del conocimiento deben escribirse, en general, con minúscula, tanto en su sentido propio como en los derivados: La física nuclear ha experimentado grandes avances en los últimos años; La morfología es una parte de la gramática; Tiene un talento especial para las matemáticas” <https://www.rae.es/>. La geodesia es una geociencia. La topografía es importante para el catastro.

En conclusión, con minúscula al referirse a la ciencia o disciplina científica y con mayúscula solo si se refiere a una asignatura, estudio o carrera.



SIRGAS

www.sirgas.org

AVANCES Y PERSPECTIVAS: SIRGAS 2024

El Sistema de Referencia Geodésico para las Américas (SIRGAS) se ha consolidado como una pieza fundamental en la geodesia y la cartografía de la región. Cada año se realizan varias actividades y eventos destinados a promover el intercambio de conocimientos y experiencias entre los expertos en este campo. En el año 2024, SIRGAS continúa su labor con un conjunto de iniciativas que busca la atención de profesionales y académicos de todo el continente.

Del 15 al 18 de marzo se desarrolló la Segunda Reunión del Comité Asesor Internacional del Centro de Excelencia Geodésica Mundial de las Naciones Unidas (UN-GGCE) y Cuarta Reunión Plenaria del Subcomité de Geodesia, en Bonn, Alemania; marcando un hito importante en el calendario de SIRGAS. Este evento reunió a líderes y expertos en geodesia de todo el mundo para discutir los avances recientes, desafíos y oportunidades en el área. Se efectuaron sesiones plenarias y grupos de trabajo para abordar temas claves, como la integración de datos geoespaciales, la mejora de la precisión de los sistemas de referencia y la promoción de estándares internacionales.

El presidente de SIRGAS es a su vez, el presidente del Grupo de Trabajo de Geodesia, Marco de Referencia Geodésico de América (GRFA) del Comité Regional de

- Naciones Unidas sobre Gestión Global de la Información Geoespacial para las Américas (UN-GGIM Américas).



El 9 de abril se realizó el webinar titulado “Experiencias de los servicios de posicionamiento en Tiempo Real vigentes en la región SIRGAS”, organizado por la sección nacional del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) de Ecuador y el Instituto Geográfico Militar (IGM) de Ecuador. Esta actividad reunió a investigadores y profesionales para analizar el monitoreo y la medición en tiempo real utilizando tecnologías geoespaciales, temas como el uso de sistemas de posicionamiento satelital de alta precisión y la integración de datos en tiempo real en aplicaciones prácticas, serán de suma importancia para la planificación de la próxima escuela SIRGAS a desarrollarse en noviembre. El contenido del webinar está disponible en los siguientes enlaces:

<https://www.facebook.com/share/v/m5LJT6S7TyiwaQj/?mibextid=xfxF2i>

<https://www.youtube.com/@IpghGobEc>

**NOVIEMBRE
ESCUELA
SIRGAS 2024**

TIEMPO REAL

Fecha: 12 al 15 de Noviembre

Lugar: Bogotá, Colombia

IGAC | SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO | SIRGAS

La próxima Escuela SIRGAS de Tiempo Real, se desarrollará del 12 al 15 de noviembre del presente año 2024 en Bogotá, Colombia, en la semana previa al Simposio 2024.

La escuela ofrece una oportunidad invaluable para que las instituciones, que manejan redes GNSS o pretendan implementar las redes de corrección en tiempo real, se familiaricen con los principios y las aplicaciones prácticas de SIRGAS en el contexto del Tiempo Real.

Durante el desarrollo, los participantes tendrán la oportunidad de trabajar con el software Caster NTRIP BKG profesional, el cual es el software científico del BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie).

**SIMPOSIO
SIRGAS 2024**

Encuentro para el intercambio de experiencias y avances relacionados con la estructura Geodésica de la región

Fecha: Noviembre 2024
Lugar: Bogotá - Colombia

SIRGAS | IGAC

Reiteramos nuestra invitación a toda la comunidad profesional, académica y científica del continente a participar en el simposio SIRGAS 2024 en la ciudad de Bogotá, auspiciado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), del 18 al 21 de noviembre, este está abierto para compartir investigaciones y experiencias relacionadas con SIRGAS.

Al igual que en los últimos eventos desde el año 2019, habrá servicio de traducción inglés/español y tendrá 3 modalidades principales de presentación:

- Conferencia magistral
- Presentación
- Exposición de Roll Up, Banner o póster.

¡Nos vemos en Bogotá!

Gustavo Caubarrère

gustavo.caubarrere@igm.gub.uy



Es coronel del Arma de Infantería desde 2021. Es el subdirector del Instituto Geográfico Militar de Uruguay desde febrero de 2022. Su formación incluye cursos en cartografía y geolocalización, una pasantía en Geomática en Chile en 2006, y un Curso Avanzado de Sistemas de Posicionamiento por Satélite en Madrid en 2008. Ha participado en eventos importantes, incluyendo Simposios SIRGAS, talleres y escuelas en América Latina. Ha sido designado presidente de SIRGAS en junio de 2023, donde contribuirá al desarrollo de la organización durante 4 años.



SIGGMA

SOCIEDAD DE INGENIEROS GEODESTAS, GEOMÁTICOS Y AGRIMENSORES DE VENEZUELA

 www.siggma.xyz

 Info@siggma.xyz

NOVEDADES SIGGMA 2024

El año 2024 ha traído consigo una serie de significativos cambios y progresos para la Sociedad de Ingenieros Geodestas, Geomáticos y Agrimensores de Venezuela (SIGGMA).

A principios de este año, luego de las elecciones celebradas en diciembre de 2023, asumió funciones la nueva junta directiva, integrada por:

- Ileanis Arenas - Presidente
- Alexander González - Vicepresidente
- Winston Sandra - Secretario
- Mario Forgione - Tesorero
- Darío González - Director

Deseamos el mayor éxito a esta nueva junta directiva, y estamos seguros de que seguirán comprometidos en fomentar la colaboración y la sinergia entre las organizaciones internacionales de topografía, geodesia y disciplinas afines, así como con los miembros de nuestra sociedad.

De igual forma, agradecemos a la Junta Directiva saliente, por su trabajo, compromiso y dedicación durante los inicios de SIGGMA.

SIGGMA presenta a su nueva Junta Directiva 2024-2025



Ileanis Arenas
PRESIDENTE



Alexander González
VICE-PRESIDENTE



Darío González
DIRECTOR



Winston Sandra
SECRETARIO



Mario Forgione
TESORERO

¡Éxito en sus funciones!

 www.siggma.xyz /  info@siggma.xyz



SIGGMA



SIGGMA



Asimismo, nos complace anunciar el lanzamiento de nuestro nuevo portal web, accesible a través de www.siggma.xyz.

En este portal, los visitantes encontrarán una amplia gama de información sobre nuestra sociedad, incluyendo detalles sobre el equipo de trabajo, un mapa interactivo con las ubicaciones de nuestros miembros, una videoteca con registros de eventos pasados, un blog con artículos relevantes para la comunidad geodésica, así como la posibilidad de solicitar el paquete de software SIGGMA Geodetic Calculator (SGC), un beneficio gratuito para toda la comunidad.

Durante este año 2024, hemos llevado a cabo diversas actividades, desde consultas sobre opciones migratorias para ingenieros geodestas en los Estados Unidos, hasta entrevistas con destacadas figuras internacionales en el ámbito de la geodesia, como la Dra. Laura Sánchez. También hemos organizado webinars técnicos sobre tecnologías emergentes como la Agricultura Inteligente, así como un sorteo para un cupo en un curso de Geodesia y Topografía de vanguardia, junto con la publicación de un par de artículos en nuestro blog.

Para el resto del año, tenemos planificadas actividades mensuales, entrevistas, capacitaciones y eventos especiales, con el objetivo de seguir mejorando y actualizando el perfil profesional de los miembros de nuestra comunidad.

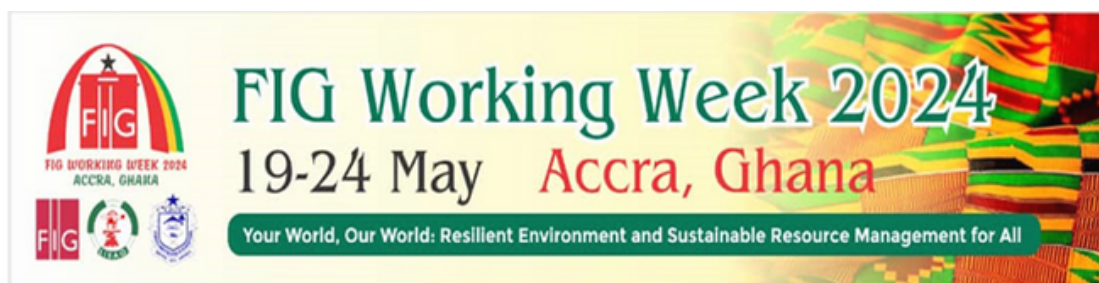
Extendemos una cordial invitación a todos los interesados a unirse a SIGGMA de forma gratuita a través de nuestro sitio web www.siggma.xyz, y a mantenerse conectados con nosotros a través de nuestras redes sociales @siggmaxyz y nuestro correo electrónico info@siggma.xyz.

¡Sigán conectados con SIGGMA y atentos a nuestras actividades!

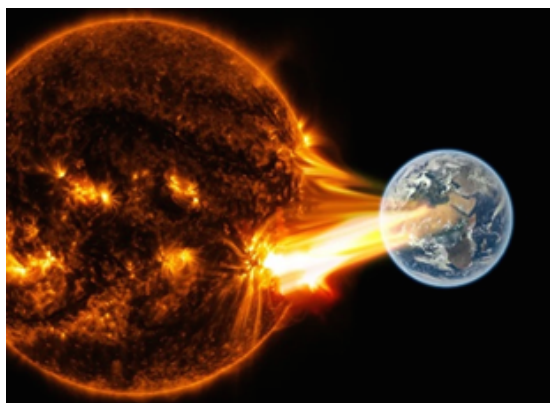
Atentamente,
Equipo de SIGGMA

EN POCAS PALABRAS...

- “Tu mundo, nuestro mundo: medio ambiente resiliente y gestión sostenible de los recursos para todos”, este es el lema de la Semana Laboral de la FIG (International Federation of Surveyors) que se celebrará el próximo mes de mayo 2024 en Accra, Ghana. Este evento periódico de la FIG es una de las reuniones más importantes del mundo de la topografía, la agrimensura y la geomática; en esta oportunidad, al igual que en años anteriores, tiene un programa muy completo de conferencias y actividades que Ud. puede conocer en el sitio web <https://www.fig.net/fig2024/index.htm>. ¡Estaremos pendientes!



- La NOAA confirmó que el máximo del ciclo 25 de actividad solar que estaba previsto para el próximo año 2025 se ha adelantado y por lo tanto se presentará en 2024, y tendrá una intensidad superior a la prevista pero no tan alta como algunas anteriores. Como todos sabemos la actividad solar (manchas, llamaradas y viento solar) afecta las telecomunicaciones en nuestro planeta y, eventualmente, el funcionamiento y utilidad de los satélites artificiales, por lo tanto, debemos estar atentos a la actividad de nuestro astro rey, por ejemplo, el centelleo ionosférico en las mediciones GNSS. Más información en <https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

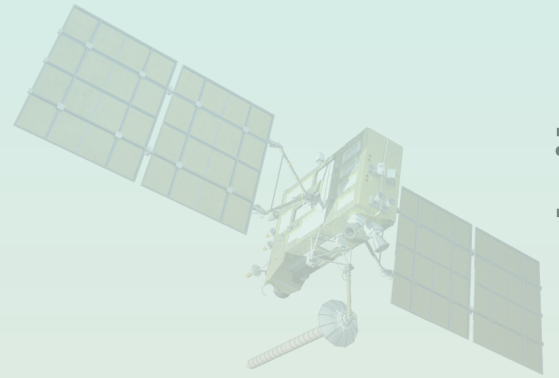


- La empresa SIIIS se prepara para el lanzamiento del satélite de alta resolución de SpaceEye-T. Desde su órbita a aproximadamente 600 km sobre la superficie de la Tierra, este extraordinario satélite puede discernir objetos de hasta 30 cm con una claridad excepcional. Este nivel de precisión tiene un potencial significativo en varios sectores, como el monitoreo de la construcción y las inspecciones industriales. En particular, la resolución de 30 cm compite con métodos tradicionales de recopilación de datos que dependen de drones o aviones. Más información en <https://www.gim-international.com/content/news>

GEOM@IL

La actualidad sobre la Geomática en América y el mundo

Num. 38, abril 2024



Comunicate con nosotros a través de geomailedit@gmail.com

Números anteriores en

www.siggma.xyz

o www.geomailblog.wordpress.com

