



# **DRONES Y MINERIA:** La combinación perfecta





# Se extiende Uso de Drones en Minería

Drones en Minería ayudan a trabajar en todas las etapas de un proyecto minero, desde la prospección hasta la ejecución

La aplicación de Drones en Minería se ha extendido a nivel mundial como una buena práctica que ayuda entre otras cosas a trabajar en todas las etapas del proyecto minero, desde la prospección hasta la ejecución. Permite planificar, monitorizar, controlar y hacer seguimiento de los trabajos en mina además ayuda entre otros a la medición del impacto ambiental. Aquí una recopilación de aplicaciones y buenas prácticas con el uso de Drones.

## USOS Y APLICACIONES DE DRONES EN MINERIA

- z Observación y prospección de operaciones
- z Control y monitorización de explotación de minerales y su impacto ambiental
- z Seguimiento de movimientos de tierra, residuos, balsas, etc.
- z Realizar un control y monitorización de explotaciones mineras, así como servir de herramienta clave a la hora de evaluar su impacto ambiental.
- z Observación de operaciones con necesidad de supervisión aérea y realizar seguimientos de movimientos de tierra, acumulación de residuos.
- z Monitorización de explotación de minerales y su impacto ambiental
- z Seguimiento de movimientos de tierra, residuos, balsas, control de relaves, control de pilas, transporte de implementos de un punto a otro.
- z Medición del volumen de las existencias de grava. A partir de miles de puntos en 3D se genera un modelo digital del terreno.

- z La reconstrucción de una mina también tiene utilidad para medir los volúmenes extraídos.
- z Geoprocesamiento posterior para analizar los datos en dos periodos de tiempo. Debemos generar modelos del terreno y las curvas de nivel.
- z La variación de alturas entre periodos determinará los volúmenes explotados por periodo.
- z Desarrollo de detallados mapas para la asistencia en las fases de planificación y diseño de nuevos sitios de minería y sus infraestructuras
- z Prospección y búsqueda de recursos y depósitos minerales mediante la identificación de firmas espectrales de rocas, vegetación y terreno
- z Producción de Modelos Digitales de Terreno para los propósitos de alineamiento de infraestructuras en proyectos de nueva extracción, visualización de redes hidrográficas del sitio, depósitos, apilamientos y otra información topográfica oculta
- z Exploración de la topografía y el relieve con el fin de determinar el método y las tecnologías de minería adecuadas
- z Inspección aérea del sitio minero con información detallada para su uso en mantenimiento y en detección de peligros
- z Cálculos volumétricos de las áreas de extracción y de reservas apiladas, análisis de drenaje e inundaciones y análisis de los planos y planes de seguridad del sitio minero
- z Monitorización de la recuperación del territorio tras la clausura de la mina, mediante análisis espectral de la vegetación y otros
- z Inspección aérea mediante para producir conjuntos de datos altamente densos y precisos para su uso en la rehabilitación y actualización de minas así como en programas de mantenimiento.

## DATA DE LOS DRONES PERMITEN MULTIPLES PROCESOS

Los datos captados por los drones se pueden enviar a múltiples herramientas de procesado y modelado en minería para producir:

- + Modelos Digitales de Terreno para análisis de amontonamientos y apilamientos y estimaciones de sobrecargas
- + Mapas de contorno y curvas de nivel
- + Fotografía ortorrectificada
- + Cálculos volumétricos
- + Análisis de aguas, sus líneas divisorias y drenajes
- + Análisis de reservas amontonadas
- + Detección e informes de subsidencias y movimientos del terreno
- + Análisis de los impactos ecológicos de la explotación minera
- + Inspección aérea del sitio minero con información detallada para su uso en mantenimiento y en detección de peligros
- + Medición de Volumen
- + Ortomosaicos 3D
- + Imágenes RGB
- + Planificación, proyectos, infraestructura o monitoreo de sus actividades
- + Aerofotogrametría de precisión usando Drones apoyamos la etapa de ingeniería conceptual y básica que demanda los proyectos mineros.
- + Aerofotogramétrico con drones es equivalente en densidad de puntos y precisión a la tecnología, pero a un costo severamente reducido

Además de los entregables básicos como orthofotografía y nube de puntos:

- z Orthomosaico georreferenciado en formato GeoTiff
- z Modelo digital de elevación (DEM) en formato Geotiff
- z Modelo digital de terreno (DTM) en formato Geotiff (bare earth)
- z Orthofoto en formatos alternativos (KMZ, Jpeg)
- z Nube de puntos en distintos formatos
- z Modelo digital 3D (obj, mtl, textura en Jpeg)
- z Curvas de nivel y análisis de pendiente y zonas de inundación (formatos compatible SIG)
- z Modelos 3D para presentaciones o visualización

- z Análisis volumétricos y de área

Las miles de fotos tomadas sobre el terreno permiten realizar

- z Ortomosaico.
- z Elevación digital y modelado del terreno.
- z Diferenciales de volúmenes en canteras
- z Cálculos de acopios
- z Estudio de inundabilidad
- z Nube de puntos para lidiar con información de color

z Modelo 3D reconstrucción tridimensionales a partir de imágenes planas tomadas desde distintos ángulos. Gracias a los modelos precisos en 3D generados, se pueden realizar mediciones como si estuviese en campo- Podemos navegar por el terreno y orientar la cámara en cualquier perspectiva.

z Se pueden marcar puntos para exportar en DXF un modelo simplificado, reconocer líneas de rotura de manera automática.

z Procesaremos la información para integrarla dentro de su flujo de trabajo, tanto si su campo de trabajo está vinculado con los estudios medioambientales (GIS – geoTIFF) o con la topografía (compatible MDT).

z Las ventajas de una ortofoto y DSM con respecto a un levantamiento topográfico clásico son amplias: La alta densidad de puntos generada le ahorrará lagunas en las mediciones que exijan nuevas visitas a campo

- z Planificación de tendido eléctrico y planificación de radioenlaces y comunicaciones

# DRONES Y MINERIA:

## La combinación perfecta



DRONES  
ARGENTINA

La acreditada Revista Fortune de los Estados Unidos publicó recientemente el siguiente informe sobre el uso de drones en la minería:

Los drones están siendo rápidamente adoptados como una práctica comercial por todo el globo, particularmente en la industria minera. Como parte de un tema creciente en la digitalización en la minería, los drones están sirviendo como un puente entre los que toman las decisiones con información valiosa recolectada durante el proceso de minería.

La automatización de la misma operación con drones lleva más allá la eficiencia de esta conexión al eliminar retrasos y el de un operador mientras provee acceso sin limitaciones a una rutina e impresiones en tiempo real. El sistema de drone automatizado puede ser definido como aquel que realiza, completamente sin operador, cada etapa desde la petición de la misión, hasta la entrega de la información procesada a quién la solicitó.

El futuro de la minería podría radicar en la habilidad de manejar variabilidad e incertidumbre a través de un ambiente minero digital holística completamente integrado. El sistema de drone automatizado es considerado un componente estratégico en el futuro, no sólo una actividad táctica que impacte el costo.

“De acuerdo a nuevos datos del IDC (Industrial Development Corporation), los empresarios mineros están enfocados en tres temas principales este año:

- 1.- MEJORA EN SEGURIDAD,
- 2.- AUTOMATIZACION DE ACTIVOS y
- 3.- LA ADMINSTRACION Y CONTROL DE LAS OPERACIONES EN LA MINA.

## ALGUNOS HECHOS INTERESANTES DE LOS DRONES

Los drones están siendo aceptados, cada vez más como una herramienta comercial valiosa, particularmente en el sector minero. Los drones son más fácilmente reemplazables que los equipos topográficos tradicionales y más costosos. Los recursos para realizar una topografía que eran antes usados para cálculos volumétricos se están volviendo secundarios por los métodos aéreos con drones los cuales son más rápidos, más económicos y más precisos.

- z Los drones son una alternativa más segura y eficiente a los métodos de inspección de activos tradicionales los cuales típicamente involucraban andamios, cuerdas o camiones de canasta.

- z Diseñar una operación rica en características y confiable que cubra una amplia gama de aplicaciones a través del proceso minero, puede ser un largo y arduo proceso.

- z Para cada conjunto de datos obtenidos con los sistemas de drones, puede haber varios interesados a través de los procesos de la mina:

- z Para ingenieros en minería y planificadores: datos aéreos pueden ser incorporados directamente en el modelo de la mina para actualizaciones de rutina.

- z Para ingenieros geotécnicos, modelos del terreno proveen impresiones en las características de la superficie y del terreno cambiante lo cual puede indicar fallas potenciales.

- z Para los inversionistas, datos volumétricos precisos de las pilas ricas en minerales proveen impresiones confiables de la actividad de la operación y su productividad.

El estudio que en esta ocasión ofrecemos a nuestros amigos de la comunidad minera del Perú, analiza la cadena de valor de la minería para la capacidad de las aplicaciones de drones, incluidas la perforación y explosión, la carga y transportación, la transformación en polvo y procesamiento y la administración de las reservas.

- z Las implementaciones de un sistema de operaciones aéreas con drones pueden generar un impacto sustancial en los procesos de la mina, en los siguientes aspectos:

- z Seguridad: exploración remota de áreas en lugar de escalar sobre terreno inestable.

- z Costo: Reduce costos de la cosecha de datos mientras les adiciona valor a los procesos a través de la operación.

- z Flexibilidad: pueden llevarse a cabo diversas misiones ya programadas o lanzar misiones a demanda.

- z Velocidad: recibir información en tiempo real a sólo horas de una petición.

- z Precisión: minimizar incertidumbre e incrementar precisión mediante la eliminación de redundancia en las misiones.



# Drones y robots mejoran la eficiencia de la Minería

Informe del The Wall Street Journal de Estados Unidos

BHP BILLITON es una de las grandes mineras del mundo que usan drones con sensores especiales para trazar mapas en 3D de sus yacimientos de minerales - Foto: Institute Pacific

MELBOURNE, Australia.- En tiempos volátiles para las materias primas a nivel mundial, una piedra angular de la industria se ha mantenido sin cambios: el ejército de camioneros que traslada el mineral de hierro a lo largo de yacimientos profundos y túneles subterráneos. El gigante minero BHP Billiton está probando una tecnología que tiene el potencial de cambiar esto.

En un puerto en expansión en la remota región de Pilbara, Australia Occidental, una cinta transportadora motorizada de 200 metros de longitud traslada más de 10.000 toneladas de mineral de hierro por hora a los buques de carga que partirán rumbo a China y Japón. BHP espera que la tecnología, que empezó a diseñar en noviembre y a operar a finales de julio, pueda añadir otra dimensión al impulso de productividad de la empresa, que ya le ha permitido ahorrar US\$10.000 millones al año. La fuerte caída de los precios de las materias primas en los últimos cinco años ha perjudicado las ganancias de la industria, lo que provocó que BHP y rivales como Rio Tinto PLC buscaran cómo explotar sus minas de forma más barata.

Una ola inicial de reducción de costos se centró en el despido de trabajadores, el cierre de minas no rentables en países como Australia y Canadá, y la reducción del gasto en la búsqueda de nuevos yacimientos. Sin embargo, las empresas también han puesto dinero en el desarrollo de tec-

nologías que puedan ayudarlas a llegar a los lugares más remotos, excavar más profundo y llevar el mineral al mercado más rápido.

## **DRONES CON SENSORES DIBUJAN MAPAS TRIDIMENSIONALES EN TIEMPO REAL**

Los sistemas de cintas transportadoras motorizadas en la isla Finucane, frente a Port Hedland, son sólo una de las ideas que considera BHP. Drones equipados con sensores de tipo militar que dibujan mapas tridimensionales de una mina en tiempo real y supercomputadoras tendrán también un papel importante en el futuro de la minería, dijo Diane Jurgens, directora de tecnología de la empresa minera anglo-australiana y ex ingeniera de Boeing Co.

Aunque las empresas mineras han utilizado desde hace tiempo las cintas transportadoras, su beneficio ha sido limitado. Los sistemas tradicionales emplean poleas en los extremos que hacen mover la cinta, lo que implica que sólo sirven para distancias cortas.

BHP dice que su último diseño -que baja los costos de fabricación y funcionamiento y facilita el control de las cintas- podría superar esa restricción al conectar pozos profundos y túneles subterráneos con plantas de procesamiento y sistemas ferroviarios. Esto debería reducir la cantidad de mineral que se traslada por camión, añade la empresa, algo que “potencialmente cambia la forma en que hacemos minería subterránea”, dijo Jurgens en Melbourne. Esta ejecutiva está ansiosa por usar esta tecnología en la mina de cobre Escondida, en Chile, que tiene un pozo más profundo que la altura del edificio One World Trade Center de Nueva York.

Las cintas motorizadas también podrían ayudar a la minera a separar el mineral de los residuos con mayor rapidez. “Es mucho más fácil hacer eso [con las rocas] extendidas sobre una cinta que verter 200.000 toneladas en la parte trasera de una volqueta”, dijo.

BHP no es la única empresa que está buscando automatizar el trabajo que antes requería un equipo capacitado de trabajadores mineros, los cuales gracias al apetito de China por minerales llegaron a ganar US\$200.000 al año en Pilbara.

Sin embargo, los antecedentes de innovación de la industria son dispares. Rio Tinto esperaba tener el año pasado trenes sin conductor para trasladar el mineral de sus minas de Pilbara a los puertos, pero la tecnología no ha pasado las pruebas finales. El retraso obligó a los directivos a reducir las expectativas para la producción de hierro en 2017. “Las empresas mineras tienen una inherente aversión al riesgo”, señala David Cormack, un consultor minero de Deloitte en Perth. “Un retraso operativo menor causado por pruebas piloto de una innovación de procesos o tecnología puede tener efectos paralizantes”.

Mejores resultados han sido obtenidos de los centros de operaciones remotos que permiten a las mineras monitorear la actividad a cientos de kilómetros de distancia mediante enlaces satelitales. BHP también planea la ampliación del uso de perforadoras autónomas luego de obtener buenos resultados en su yacimiento Yandi. Las mineras sienten la presión para intensificar la innovación a medida que se reducen sus opciones de recorte de costos.

En Escondida, la mayor mina de cobre del mundo, BHP tiene a prueba sensores capaces de decir si la roca es valiosa o se desecha a medida que se recoge, una tecnología que aumentaría hasta en 10% el grado del cobre que es enviado a sus plantas de procesamiento y compensar la necesidad de ampliar las costosas instalaciones en el futuro. En la mina de carbón Goonyella Riverside, en Australia, drones con sensores infrarrojos y un zoom telescópico sobrevuelan para indicar cuándo una zona de explosión está libre de personas y equipos, entre otras aplicaciones. Eso significa que la minera puede recabar información sin tener que atravesar el sitio que se extiende por 22 kilómetros de largo y más de 10 kilómetros de ancho en un vehículo o avión chárter.

De todos modos, BHP y sus competidores corren el riesgo de una reacción negativa si se automatizan demasiado rápido a expensas de puestos de trabajo, sobre todo en Australia, donde gran parte de la fuerza laboral minera está sindicalizada.





## Fundación Chile:Dron para exploración minera

El producto permite a compañías de exploración y a mineras reconocer la presencia de recursos minerales en zonas cubiertas y su potencial en cuanto a tamaño y profundidad, y con esto valorizar sus activos.

Con el objetivo de reconocer de manera más confiable y a costo reducido el potencial de mineralización de suelos sedimentados, GFDas SpA desarrolló GeoMagDrone, servicio para la exploración minera que consiste en el uso de una plataforma de registro de magnetometría en alta resolución cuya información es levantada por medio de drones.

Actualmente, el uso de drones se aplica a visualizar solo la superficie. Sin embargo, GeoMagDrone permite conocer qué pasa en profundidad mediante el muestreo con geofísica de subsuperficie hasta varios cientos de metros de profundidad, con mejor precisión y resolución de resultados, reduciendo los tiempos de adquisición, accediendo a áreas complejas y registrando con altos estándares ambientales y de seguridad. Esto permitirá que se prospecten terrenos que con el estado actual de las tecnologías aplicadas no es posible prospectar por medio de la geofísica, ya que su costo sería prohibitivo. GeoMagDrone permite además que se prospecten terrenos que, con el estado actual de las tecnologías aplicadas, no es posible prospectar por medio de la geofísica, ya que su costo sería prohibitivo.

“Con nuestro producto GeoMagDrone, proyecto recientemente incorporado a EmprendeFCh la aceleradora de Fundación Chile, tanto compañías mineras explorando extensos paños de pertenencias, así como propietarios locales a pequeña escala, pueden reconocer la presencia de recursos metálicos en vastas zonas, su potencial en cuanto a tamaño y profundidad, y con esto valorizar sus activos”, señaló Lorena Banchemo, CEO y Co-fundadora de GFDas SpA.

“Todo esto va en directo beneficio de mejorar la detección de sistemas mineralizados ocultos especialmente en áreas profundas y cubiertas, aplicaciones en faenas mineras y monitoreo ambiental, a costos más reducidos respecto a los registros convencionales”, agregó.

GFDas SpA es una empresa chilena formada recientemente para ofrecer servicios de alta calidad y eficacia en la adquisición de datos geofísicos utilizando drones. En 2015 fue seleccionado como uno de los cinco proyectos de la convocatoria “Think Big Mining” que los ha hecho parte del portafolio de proyectos innovadores que están siendo acelerados por EmprendeFCh, la Plataforma de Emprendimiento de Fundación Chile. Han completado ya el desarrollo completo del servicio y están próximos a realizar una prueba a gran escala en un proyecto minero del norte del país.

“Detrás de esta iniciativa se encuentra el amplio conocimiento que los gestores tienen en materias de prospección geofísica e innovación tecnológica referida a este ámbito. Lo que han hecho con GeoMagDrone tiene un potencial muy grande de ser un hito en la industria de la prospección minera, y apunta directamente al potenciamiento de la exploración en Chile, uno de los ocho desafíos para la industria minera representados en el Roadmap Tecnológico al 2035”, señaló Tomás Egaña, portfolio manager EmprendeFCh.

# CHILE:

## Sernageomin fiscaliza con drones a mineras



SERNAGEOMIN ESTIMA QUE EL PRINCIPAL APORTE DE ESTOS APARATOS SE RELACIONA CON:

- 1) LA FISCALIZACIÓN DE DEPÓSITOS DE RELAVES DE GRAN ENVERGADURA,
- 2) EL CONTROL DE PERÍMETROS DE ACCIDENTES MINEROS REGISTRADOS EN LUGARES DE ACCESO LIMITADO, Y
- 3) EL REGISTRO DE HITOS DE CONCESIONES DE EXPLOTACIÓN MINERA EN RELIEVES COMPLEJOS.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) incorporó la tecnología de vehículos aéreos no tripulados (drones) a la fiscalización de instalaciones mineras. Los drones vigilarán el cumplimiento de las normas de seguridad en las faenas mineras más extensas y de difícil acceso, además de realizar mediciones y servir como apoyo en accidentes.

“Disponer de fotografías y grabaciones aéreas permite un mejor control sobre la situación de la Seguridad Minera de las instalaciones. En particular el caso de las faenas donde algunas instalaciones son extensas, más lejanas o con acceso limitado”, destacó el director nacional del Sernageomin, Rodrigo Álvarez Seguel.

Para operar los drones, la institución está capacitando a su personal técnico en los pormenores de la tecnología y la normativa generada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) respecto de medidas de seguridad vigentes.

En Chile, el Sernageomin fiscaliza el cumplimiento de la norma sobre protección de la seguridad de las personas que laboran en instalaciones mineras, así como la estabilidad física y química en el cierre y postcierre de éstas; asesora técnicamente a los tribunales de Justicia sobre concesiones mineras; es la contraparte técnica de proyectos con componente minero y geológico ante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; y estudia y genera información geocientífica sobre la corteza terrestre de Chile.

# MAPAS MINEROS DEL PERU

YA VIENE: Colección 10 Mapas Mineros del PERU

**DIRECTORIO  
MINERO del PERU**

DERECHOS EXCLUSIVOS

Ministerio de Energía y Minas  
**Proveedor  
Minero**



**MAPA MINERO DEL PERU 2014**

■ Minera en Producción y Unidades Mineras

(Actualizado a Julio 2014)

**Ya viene...PERU-CHILE:**

# **Proyectos Mineros del Futuro 2017-2025**

**Perfiles y detalles de 600  
Proyectos y Prospectos  
Mineros con mapas de  
ubicación**

