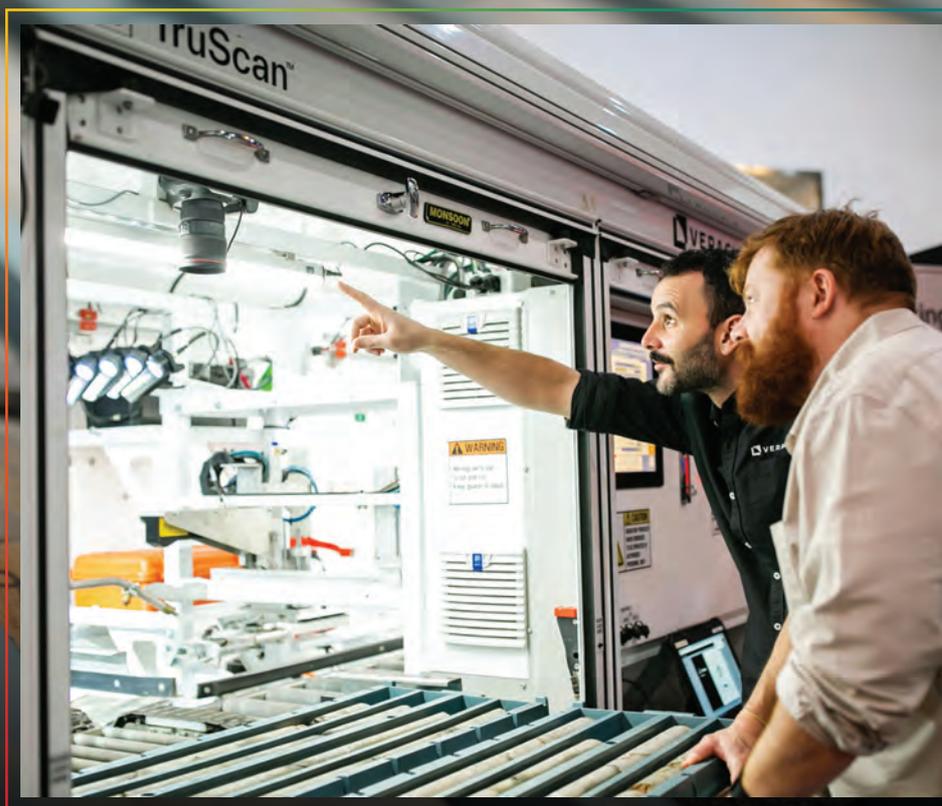




Empoderando a los Geólogos. Maximización del Uso de Datos. Potenciamiento de Tecnologías de Escaneo.

Nuestro documento conjunto sobre el beneficio del Escaneo de Testigos con el Geocientista en Jefe de Newmont, Anthony Harris



////////////////////////////////////

Resumen Ejecutivo

En Veracio estamos sumamente orgullosos de anunciar este revolucionario instante en la historia de nuestra industria.

Este documento, **“Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración – Maximización del Uso de Datos Con Tecnologías de Escaneo Potenciadoras,”** publicado por SEG en su edición de Enero/Febrero 2024, es liderado por el estimado Geocientista en Jefe de Newcrest (en la actualidad Newmont), Anthony C. Harris, y su coautoría es realizada por tres distinguidos miembros del equipo de Veracio.

El contenido de este documento ahonda en el tema de como el escaneo XRF semiautomático (en este caso, TruScan) puede reformular el proceso de análisis de testigos.

ESCANEADO DE TESTIGOS, MOTOR CLAVE DE VALOR

Esta publicación invita a aquellos que la lean a considerar como un escaneo XRF de materiales de perforaciones (Chips y Testigos) puede ser integrado a las operaciones.

Una demostración única de como la experticia de Veracio y sus soluciones tecnológicas pueden ser utilizadas para potenciar los resultados de las exploraciones y la eficiencia operativa.

ESTUDIOS DE CASOS PRÁCTICOS

Este documento presenta dos estudios de caso, uno en Canadá y otro en Australia, que demuestran la aplicación de la tecnología de escaneo XRF.

Los estudios de caso destacan la integración de algoritmos y herramientas de visualización para asistir a los geólogos con la interpretación de complejos conjuntos de datos, promoviendo una estrategia más informada para la exploración y detección. Con esto se eliminan observaciones subjetivas y sesgos de observación, garantizándose así datos más consistentes y robustos.

EMPODERANDO A LOS GEÓLOGOS A NIVEL GLOBAL

Las tecnologías y metodologías que se discuten en este documento, especialmente el uso de TruScan, no son solo un ejercicio académico, sino que soluciones prácticas que pueden ser aplicadas en contextos del mundo real.

Al entregar información de valores de metal con sensores casi en tiempo real, asume un rol preponderante en la toma de decisiones para la planificación de perforaciones de pozos y puede transformar significativamente el flujo de trabajo de un galpón de testigos.

Para aquellos que desean permanecer a la vanguardia de la innovación en la industria minera, comprender e implementar la información de este documento podría ser revolucionario.



FEATURE ARTICLE

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración – Maximización del Uso de Datos en Base a Tecnologías de Escaneo Potenciadoras

Anthony C. Harris (miembro de SEG Lindren),[†] David J. Finn,¹ Fraser TA MacCorquodela (miembro de SEG Lindren),¹ Michael Ravella,² William J. Clarke,¹ Sasha Krneta,² Eric Batting² y Shauna Maguire²

¹Newcrest Mining Company (actualmente Newmont), 600 St. Kilda Road, Melbourne, Victoria 3004, Australia

²Veracio, 2455 South 3600 West, West Valley City, Utah 84119, EE.UU.

Resumen

El escaneo por fluorescencia de Rayos X (XRF) semiautomático de testigos puede informar sobre la litología, mineralización y dominios de alteraciones pozo abajo que objetivamente pueden guiar el logueo de testigos y nuevas perspectivas sobre la formación de depósitos y, lo que es más importante, ofrecer nuevas orientaciones de exploración para la extracción y recuperación de depósitos. Cuando se completa sistemática y continuamente a escala de depósito, el suministro de datos a casi tiempo real mediante sensores de valores de metales no solo asiste en la toma de decisiones durante la planificación de perforaciones, sino que también puede ser transformadora para la modificación del flujo de trabajo de un galpón de testigos. Al escanearse un testigo a una resolución de escala de centímetros se ayuda a minimizar la ambigüedad de la geología y reducir los retardos de observaciones durante el proceso de logueo de testigos.

En este documento se presentará dos estudios de caso que demuestran la aplicación práctica de la técnica de escaneo XRF para aportar datos físicos y químicos más consistentes y sólidos que elimina observaciones subjetivas y sesgos de observación. Los algoritmos, en combinación con herramientas de visualización interconectadas, asisten a los geólogos de campo a interpretar complejos e inmensos conjuntos de datos de variados parámetros, extrayendo información esencial y conocimiento relevante para nuevos

hallazgos. Estamos convencidos que la tecnología de escaneo puede potenciar a los geólogos de exploración aportando conjuntos de datos más focalizados que apoyen la generación de conocimiento geológico en vez de recolectar datos a pequeña escala, una práctica sumamente arraigada en el proceso de logueo de testigos.

La utilización rutinaria de un escaneo XRF en terreno, aunque en sí es un costo agregado, aportó mejoras operativas durante el logueo y obtención de datos para informar modelos geológicos con impacto en la cadena de valor de la minería. El valor de los datos resultantes y del conocimiento derivado del escaneo sistemático de testigos excedió ampliamente el desembolso financiero del escaneo.

La confianza en la tecnología de escaneo XRF y sus resultados puede perderse si no se cuenta con un entendimiento pleno de una acabada calibración. Una calibración completamente optimizada requiere de grandes cantidades de muestras, incluyendo muestras de rocas completas en combinación con kilómetros de testigos, dependiendo de la complejidad de la roca y la heterogeneidad de la textura. Se podría requerir de varias iteraciones durante las etapas tempranas del despliegue del escáner en el sitio de un nuevo proyecto. Más aún, la agilidad para desplegar efectivamente la tecnología de escaneo en terreno descansa en el personal y su capacidad para reconocer cómo los resultados tienen un impacto en su labor.

exploraciones, desde el análisis de chips de rocas obtenidos mediante el escaneo de un alto volumen de testigos como parte de un depósito perforado. En este documento destacamos ejemplos sobre el uso práctico de los escáneres en terreno, incluyendo XRF de alta resolución y escáneres hiperespectrales, para asistir con el logueo del material geológico. El escaneo rutinario de testigos limita la necesidad de un logueo tipo industrial, lo cual le permite a los geólogos extraer e interpretar información y conocimiento esencial para la cadena de valor de la minería.

Aunque las tecnologías XRF portátiles de punto único (por ejemplo, ThermoFisher Scientific Niton, Olympus Vata, SciAps X Series) han estado operando desde los inicios de la década de los 80 (ver Potts et al, 1995, Hall et. al, 2014, Lemièrre, 2018) sólo durante los últimos 10 años los escáneres XRF con microrayos robóticos han estado disponibles para el logueo geológico en terreno de depósitos minerales (por ejemplo, AavaTech, GeologicAI, GeoTek MSCL-XRF, Minalyze CS, TruScan). Estos escáneres incluyen tubos de rayos X más poderosos y complejos que, combinados con cabezales de detección de mayor tamaño, han logrado mejores límites de detección y precisión de datos para una mayor cantidad de elementos (por ejemplo, Sjöqvist et al, 2015). En este trabajo se documenta los aprendizajes provenientes del despliegue de escáneres robóticos XRF en dos sitios operados por Newcrest Mining Limited: Red Chris (Canadá) y Havieron (Australia). Los geólogos de Newcrest, en conjunto con especialistas técnicos de Veracio, trabajaron para incluir la tecnología XRF TruScan en galpones de testigos activos (Fig. 1). Revisamos flujos de trabajo de logueo de testigos mecanizados y el impacto de los análisis químicos en casi tiempo real de testigos suministrado a los geólogos mucho antes que los ensayos finales de laboratorio.

La tecnología de escaneo es una herramienta que conceptualmente no es diferente a una lupa manual –le ayuda a los geólogos a identificar de mejor manera lo que están observando– y su uso sistemático puede transformar el proceso de logueo de testigos. Queremos enfatizar que el aumento del uso de la tecnología de escaneo en terreno y los resultados producidos por maquinarias en la actualidad no es, y probablemente nunca

Introducción

La exploración de minerales sigue siendo una ciencia de observación que busca patrones en la huella física y química de los sistemas minerales. El proceso de reducción de escala, de miles de kilómetros a decenas de metros, requiere de importante información para enfocar

la atención de los geólogos en rocas con altas probabilidades de contener metales para acelerar el tiempo de su hallazgo. En un mundo con abundancia de datos, los geólogos de exploración cada vez más están utilizando tecnologías y herramientas para cuantificar la geología de sistemas minerales y definir y analizar objetivos (por ejemplo, Wood y Hedenquist, 2019).

El escaneo por fluorescencia de rayos X (XRF) semiautomático de materiales perforados se ha estado progresivamente utilizando en toda la cadena de valor de las

[†] Coautor designado: e-mail, anthony.harris@newcrest.com.au
doi: 10.5382/SEGnews.2024.fea-01

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)



Fig 1: Unidades de escaneo de fluorescencia de rayos X de terreno operando en un galpón de testigos en Red Chris, British Columbia.

estructurales y geotécnicas de un volumen de roca, las cuales se utilizan desde el modelamiento de recursos hasta el diseño de una mina (Hoek et al., 2000).

El escaneo semiautomático de testigos aporta datos físicos y químicos consistentes y sólidos que un geólogo puede utilizar para completar su análisis en base a hechos y eliminar observaciones subjetivas y sesgos de observación (por ejemplo, Huntington et al., 2006; Tappert et al., 2011; Fresia et al., 2017; De La Rosa et al., 2022). Cuando se completa sistemática y continuamente a escala de depósito, se puede obtener nueva información geológica que se puede utilizar para informar al proceso de toma de decisiones por toda la cadena de valor minera.

Adopción Anticipada de Logueo Automático en Newcrest

Durante los últimos 30 años, Newcrest ha explorado y descubierto exitosamente múltiples depósitos de Au-Cu, desde aquellos que afloran a aquellos que se encuentran debajo de cientos de metros de estéril. Las prácticas de logueo de testigos de Newcrest han evolucionado mediante la perforación de múltiples y profundos depósitos, específicamente depósitos pórfidos de Au-Cu con extensiones verticales a una escala de kilómetros (por ejemplo, Cadia Hill, Cadia Quarry, Ridgeway, y Cadia East, todos en el Distrito de Cadia, New South Wales).

La práctica normal para loguear testigos de los años 90 durante la etapa de exploración se trasladó de planillas gráficas impresas a medios digitales más eficientes para capturar observaciones de litologías, alteraciones, mineralizaciones y estructuras (incluyendo observaciones geotécnicas). El volumen de datos generado durante la perforación del distrito de Cadia requirió de un sistema de logueo más eficiente y que aportara datos en formato electrónico (ver Malone, 2011). Los geólogos ingresaron sistemáticamente las observaciones utilizando Datcol, un sistema computarizado de logueo de código de barras. La geología observada se documentó mediante la selección de descriptores y calificadores determinados como apropiados en las planillas de código de barras (Malone, 2011). El logueo de testigos de Newcrest evolucionó a inicios de los 2000 al ingreso de una serie de modelos sincronizados rutinariamente con la base de datos del proyecto (por ejemplo, Sequent MX Deposit or acQuire GIM). Las pautas y procedimientos delimitaron códigos, definiciones, descripciones y fotografías representativas de toda característica geológica con potencial.

En 2011, Newcrest primero ensayó un logueo automático dirigido por geólogos desplegando un escáner de testigos

será, un sustituto de los geólogos de campo. Tampoco se elimina la necesidad de técnicos especializados en testigos. En vez, se permite una rápida obtención y ensamblaje de una mayor cantidad de datos más robustos para ser sometidos al análisis crítico de geólogos de exploración y recursos, ingenieros geotécnicos y metalurgistas. También reiteramos la relevancia de los datos en tiempo real para informar el análisis e interpretación geológica de testigos durante una campaña de perforación. Las detecciones a futuro o el hallazgo de depósitos de metales continúan siendo oportunidades creativas identificadas por geólogos durante la evaluación de estos conjuntos de datos provenientes de dichas campañas.

Relevancia del Logueo de Testigos

Las campañas de perforación son críticas en la cadena de valor de la minería y, como tal, son importantes para ensayar un concepto de exploración y proponer la detección de un depósito de metales mediante la definición del volumen de un metal (Arndt et al., 2017, Wood y Hedenquist, 2019; Orpen y Orpen 2020). El material geológico proveniente de las campañas de perforación cuenta con un valor intrínseco que excede el tiempo y los fondos iniciales invertidos en la obtención de muestras. Los geólogos capturan observaciones y datos sistemáticos de las muestras de pozos que informan modelos físicos del tamaño, configuración y composición mineral del volumen de un metal. Estos modelos pueden orientar las decisiones de la factibilidad de un proyecto minero y los mejores métodos de extracción. Dichos análisis pueden ser elaborados mucho después de completarse una perforación, lo cual en algunos casos puede significar décadas después de haberse finalizado dicha perforación.

Mediante una descripción secuencial y medición de rocas mineralizadas y alteradas

de una zona de mineralización se puede diferenciar una observación verdaderamente geológica de una interpretación que mejor describa los dominios geológicos. Las observaciones de testigos registrados geológicamente pueden informar lo siguiente:

1. **Dominios geológicos:** El mapeo preciso de un volumen de roca, incluyendo su tamaño y configuración, es crítico para acotar la distribución espacial de metales formadores de minerales. Los modelos resultantes de los volúmenes de metal se relacionan con la variabilidad y continuidad de la mineralización asociada. La litología, alteración, mineralización y estructura se definen típicamente mediante cortes transversales, mapas de planos y volúmenes tridimensionales que se construyen desde el inicio de una perforación y son actualizados continuamente a medida que la perforación avanza (Arndt et al., 2017).
2. **Distribución y cuantificación de minerales:** La identificación de minerales relevantes (mena, ganga y alteración) y la determinación de proporciones relativas es un aspecto importante del logueo de testigos. La textura y tamaño de los minerales pueden ser importantes pautas visuales para asistir con la vectorización de una mineralización (por ejemplo, Lypaczewski et al., 2019). Las variaciones y zonaciones mineralógicas también pueden apoyar a la modelación minera, reflejando la dureza/resistencia de un macizo rocoso o potencial recuperación (por ejemplo, Johnson et al., 2019).
3. **Análisis estructural:** La identificación y descripción de la orientación y relación de minerales y estructuras de roca ayudan a desarrollar propiedades

hiperespectral (Corescan) en el proyecto de pórfido Cu (Au) de Namosi (Fiji) (Martini et al., 2017). En este caso, los datos escaneados de testigos suministraron mapeos consistentes y precisos y resultados mineralógicos cuantificables que confirmaron las observaciones tradicionales realizadas de la organización zonal de la alteración de este depósito de Cu (Au) pórfido. Tanto los eventos tempranos como principales de mineralización fueron capturados mediante topografías de alteraciones asociadas, así como conjuntos subsiguientes de alteraciones sobreimpuestas y periféricas/distales. Se identificó correlaciones minerales de alteraciones que no habían sido previamente reconocidas, incluyendo una fuerte correlación entre la ley de Cu y la clorita enriquecida en Fe que se sobrepone en el núcleo potásico con biotita (flogopita) primaria del pórfido. La información permitió un modelamiento tridimensional mejorado de los datos de las alteraciones asociadas con volúmenes de metales y el desarrollo más preciso de dominios de recursos.

El sistemático escaneo hiperespectral de alta resolución del depósito pórfido de Cu-Au de Golpu (Papua Nueva Guinea) ayudó a construir un robusto modelo de la alteración, lo cual no era posible mediante las observaciones de lupas tradicionales. En este caso, las vetas epitermales de sulfuración alta e intermedia y la alteración se sobrepone y ocultan las porciones superiores del depósito pórfido de Cu-Au de Golpu (Rinne et al., 2018). Un dominio metalúrgico anterior separaba dos tipos de mineral litológico básicos (es decir, pórfido versus roca encajonante) que simplificaban excesivamente la complejidad del depósito y resultaron en un alto potencial de mezclar las respuestas de recuperación de metales. Los nuevos dominios metalúrgicos necesitaron de un cambio de ritmo para obtener conocimiento sobre los depósitos minerales (explicado por Moorhead, 2015). Se utilizó un mapeo robótico hiperespectral de los testigos para asistir a los geólogos con el desarrollo de mapas indicadores de minerales relevantes que pudiesen ser correlacionados directamente con una recuperación.

La alta resolución espacial de sistemas como Corescan ayuda a recopilar miles de millones de datos hiperspectrales de varias decenas de kilómetros de testigos escaneados (Deyell-Wurst y Harraden, 2021). Aunque se podría considerar como una obtención excesiva de datos, la capacidad de utilizar espectrómetros precisos de alta resolución y robóticos que escanean una gran cantidad de testigos ayudó con la diferenciación precisa de la arcilla y los minerales de sericita en Golpu. Básicamente, las firmas espectrales SWIR, compuestas por cientos de bandas angostas, identifican cuantitativamente y resuelven espacialmente especies minerales blancas que eran casi imposible

de diferenciar visualmente. Los geólogos de campo descubrieron que la tecnología mapeaba dominios de minerales únicos muy ajustados en vez de las difusas gradientes de complejas mezclas de minerales definidas mediante el uso de espectrómetros portátiles. El escaneo de alta resolución de testigos también tuvo un mayor éxito para identificar actinolita oscura de grano muy fino que podía ser visualmente ignorada aún por los geólogos más experimentados. Los metalurgistas adoptaron los resultados de los escáneres y, subsecuentemente, desarrollaron dominios mineralógicos que espacialmente separaban los dominios epitermales contrastantes (dickita versus alunita) de los dominios pórfidos (con contenido de sericita y actinolita) y, por lo tanto, permitieron construir un modelo de recuperación/valor bien informado para Golpu (ver Newcrest Mining Ltd., 2020a).

El logueo (logueo) semiautomático hiperespectral de alta resolución de minerales también ha sido aplicado en el depósito de oro de Ladolam (Lihir, Papua Nueva Guinea). El oro de Ladolam es complejo y refractario, asociado principalmente con pirita y marcasita, las cuales se presentan como vetillas, diseminaciones, reemplazos y rellenos de brecha. Una mineralización de mayor ley epitermal formada en el núcleo brechizado de un volcán y la misma se sobrepone en múltiples sistemas pórfidos formados tempranamente. Una alteración y mineralización texturalmente destructiva obscurecía las rocas encajonantes, las cuales son atravesadas por múltiples intrusiones de diatremas y subvolcánicas. Esta complejidad ha dificultado las observaciones e interpretaciones básicas. A pesar de esto, la integración de un largo historial de observaciones minerales (más de 30 años) con un escaneo hiperespectral automatizado de testigos y una geoquímica de múltiples elementos de todo Ladolam, dio como resultado un nuevo modelo geológico (ver Newcrest Mining Ltd., 2020d).

Con una resolución espacial reducida a 0,5 mm, la aplicación de la tecnología de Corescan ha posibilitado completar un estudio mineralógico a escala de depósito aplicándose un espectro de infrarrojo visible de onda corta infrarroja (VNIR-SWIR). Este conocimiento, recolectado dentro de un marco paragenético bien definido (basado en múltiples proyectos de investigación en colaboración con investigadores universitarios), desafió el raciocinio aceptado sobre la naturaleza de los tipos de minerales de Ladolam. El escaneo de más de 20 km de testigos asistió con el informe de un nuevo modelo detallado que subdividió aún más el dominio epitermal de adularia-pirita (superior) de un dominio epitermal con predominancia de anhidrita (inferior). Una subdivisión detallada de un dominio argílico avanzado aportó un método perfeccionado para identificar importantes

minerales y límites de alteraciones en comparación con el uso convencional de datos de logueo. Se puede demostrar que dominios epitermales enriquecidos en adularia con un buzamiento moderado se sobrepone a centros pórfidos verticales y zonificados.

Un escaneo con un escáner hiperespectral de depósito completo puede revelar patrones fisicoquímicos a gran escala que restringen el modelo geológico y ayudan a los geólogos a definir, con precisión, características que correlacionan la ley tridimensionalmente. Los datos submilimétricos, con finos intervalos que muestran las características mineralógicas a pequeña escala y relaciones paragenéticas, pueden ser expandidos a la perforación completa o depósito para demostrar patrones mineralógicos de mayor tamaño. Un escaneo hiperespectral de testigos de alta resolución, en conjunto con una tecnología de escaneo XRF, puede ayudar a informar modelos de minerales a escala de depósito y los modelos de mineralogía calculados. Al utilizarse simultáneamente, los geólogos pueden informar con mayor precisión acabados modelos geometalúrgicos durante la perforación de un depósito.

Tecnología de Escaneo XRF en Terreno

Cuando un material geológico se expone a rayos X de onda corta (alta energía), los átomos del material pueden ser ionizados, excitando o "disparando" un electrón de una capa interna (ver Jenkins y De Vries, 1970). Este orificio en la capa interna se rellena cuando electrones de mayor energía caen y emiten energía como un fotón, el cual puede ser detectado. Sin tocar o dañar la muestra, el XRF es un sólido medio de análisis geoquímico en donde los elementos exhiben una fluorescencia contrastante de rayos X (Fig. 2). La intensidad característica de cada espectro fluorescente es directamente proporcional con la cantidad de cada elemento en el material, lo cual hace de la espectroscopía XRF ideal para un análisis cualitativo y cuantitativo de elementos mayores, menores e incluso elementos traza en muestras geológicas.

Las tecnologías de escaneo por fluorescencia de rayos X, como TruScan, han introducido un análisis químico de testigos en terreno de alta densidad muy anticipados a los ensayos finales de laboratorio. Ahora es posible informar rutinariamente en casi tiempo real hasta 40 elementos de la tabla periódica, desde el sodio al uranio, al galpón de testigos (dentro de las 24 horas) (Fig. 3). Estas tecnologías siguen acercándose a las de laboratorio (siendo sus resultados geoquímicos más precisos y exactos) y sin la necesidad de una preparación prolongada de las muestras, como lo requiere un análisis de muestras de un laboratorio.

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)

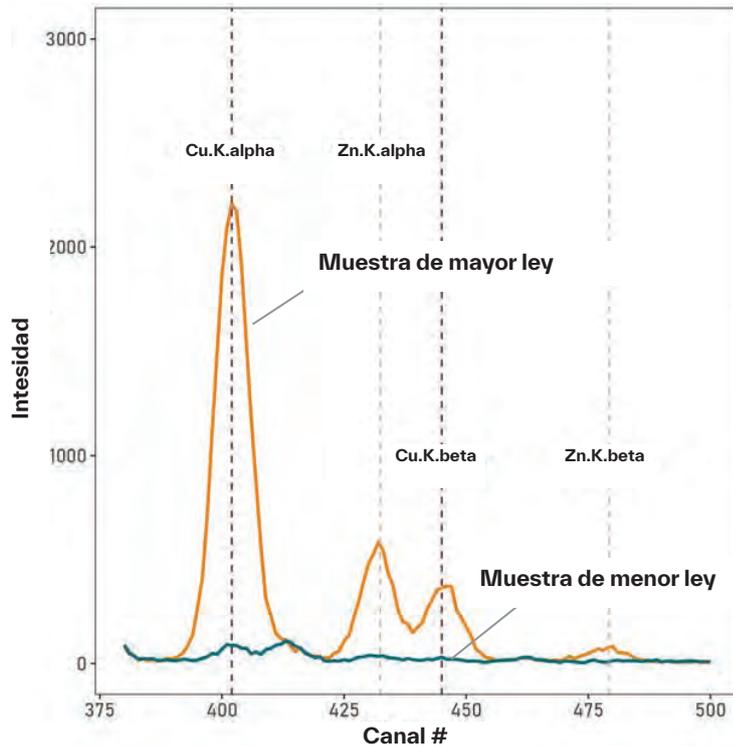


Figura 2. Contraste entre un espectro de fluorescencia de cobre y zinc. La intensidad de cada radiación característica es directamente proporcional con la cantidad de cada elemento en el material, ideal para un análisis cuantitativo y cualitativo de elementos mayores, menores y oligoelementos de las muestras geológicas. Línea naranja = cobre, línea verde = zinc.

La unidad XRF TruScan incluye un tubo de rayos X de rodio, el cual está optimizado para elementos livianos (Na-K) mediante la aplicación de un parámetro bajo de corriente de tubo de 15 kilovoltios (kV) y 10 microamperios (μA), en donde los elementos intermedios (Ca-Fe) y elementos pesados (Fe-U) se optimizan con energía de 50-kV/30- μA . La purga de helio del espacio entre la muestra y el tubo de rayos X ayuda a detectar elementos más livianos y extiende el rango elemental. Los espectrómetros de rayos X del tráiler se benefician de microhaces de excitación de mayor poder y kilovoltios variables en conjunto con detectores de silicón refrigerados electrónicamente y de alta resolución para un área activa mayor, los cuales son importantes para el análisis simultáneo de una mayor cantidad de elementos. La huella de un solo punto de escaneo se realiza a escala milimétrica (elipse de 8×3 mm) y puede operar continuamente como un escaneo de arrastre a lo largo del testigo – esto representa un sistema de perfilado de alta densidad basado en testigos para el análisis de XRF (Fig. 4).

Los escáneres robóticos ofrecen una plataforma expansible de múltiples

sensores que tiene la capacidad de vincular geoespacialmente fotografías de alta resolución con un XRF de haces múltiples. Con mayor frecuencia, los espectrómetros se están acoplando con cámaras de imágenes hiperespectrales de alta resolución. Los sensores integrados, combinados con plataformas que suministran datos de manera continua y avanzadas herramientas de procesamiento de datos (como el análisis especializado de imágenes), ayudan a minimizar problemas de interoperabilidad. El almacenamiento en nube de los resultados del escáner conectado con una bien diseñada arquitectura de base de datos garantiza el flujo de datos desde un escáner en terreno a análisis remotos y su retorno a los geólogos de campo y técnicos de testigos.

Newcrest ha completado varios programas en terreno utilizando la tecnología robótica XRF, la cual ha incluido el desarrollo conjunto de nuevos flujos de trabajo en terreno. Trabajando en conjunto con Veracio, aplicamos esta tecnología de escaneo a una variedad de depósitos de Cu-Au (pórfido, epitérmico, intrusión y óxido de hierro) y a muestras de perforaciones contrastantes (testigos versus chips) y en sitios en Australia y Norte y Sudamérica.

Calibración de sistemas XRF de microhaces de terreno

La espectroscopia XRF tradicional de laboratorio implica una laboriosa preparación que consume tiempo y en donde el material geológico se chanca y pulveriza para ser fusionado en un disco homogeneizado antes de su análisis. La determinación del elemento de concentración requiere de una calibración que utiliza un conjunto de diferentes elementos de concentración e intensidad de una matriz geológica dada (Jones et al., 2005; Brand y Brand, 2014; Gazley y Fisher, 2014). Los sistemas XRF portátiles pueden ser equipados con una cuasi matriz, calibrados para casos específicos de exploración, incluyendo un análisis de suelo, roca y chips de rocas y testigos (Le Vaillant et al., 2014). El escaneo XRF de microhaces de terreno, cuando se completa a una escala de centímetros o menor, requiere de una calibración acotada que contabilice la variabilidad de los tipos de roca con la matriz contrastante y variabilidad de textura (por ejemplo, Potts y West, 2008). Nuestras calibraciones in situ incluyen 200 a 500 discos comprimidos de pulpa de roca combinados con testigos in situ con reconocidas concentraciones elementales de todo tipo de roca conocida.

Los sistemáticos análisis XRF a escala de centímetros de testigos requieren de calibraciones con un rango suficiente de concentraciones elementales para contabilizar la heterogeneidad de la muestra (por ejemplo, Jones et al., 2005). Los sulfuros diseminados, rellenos de fracturas de minerales o silicatos cristalinos gruesos pueden representar picos de elementos (Fig. 4) que no se encuentran comúnmente en muestras pulverizadas y homogeneizadas (por ejemplo, Potts y West, 2008). Un aumento de rango (o variabilidad final) ocasionado por dramáticas variaciones de elementos provenientes de la heterogeneidad de los minerales puede resultar en ajustes deficientes de las calibraciones. Similarmente, el cegamiento de los detectores (demasiados fotones) ocasionado por un bombardeo elemental de características geológicas, como diseminaciones cargadas de metal, venas y brechas, pueden presentar problemas para la determinación de concentraciones. Más aún, el comportamiento de elementos en los minerales (por ejemplos, Cu en calcopirita, calcosina o malaquita) y/o topografías coexistentes de minerales (por ejemplo, calcopirita-pirrotina) también pueden presentar variaciones de resultados mediante traslapes de picos de fluorescencia de rayos X (por ejemplo, Fe, Bi y Au). Por lo tanto, un escaneo XRF de alta resolución requiere de calibraciones más complejas que contabilicen de mejor forma la verdadera distribución de elementos en la textura de la roca in situ.

1 1.0078 H Hydrogen																	2 4.0026 He Helium
3 6.9410 Li Lithium	4 9.0122 Be Beryllium											5 10.811 B Boron	6 12.011 C Carbon	7 14.007 N Nitrogen	8 15.999 O Oxygen	9 18.998 F Fluorine	10 20.180 Ne Neon
11 22.990 Na Sodium	12 24.305 Mg Magnesium											13 26.982 Al Aluminum	14 28.086 Si Silicon	15 30.974 P Phosphorus	16 32.065 S Sulfur	17 35.453 Cl Chlorine	18 39.948 Ar Argon
19 39.098 K Potassium	20 40.078 Ca Calcium	21 44.956 Sc Scandium	22 47.867 Ti Titanium	23 50.942 V Vanadium	24 51.996 Cr Chromium	25 54.938 Mn Manganese	26 55.845 Fe Iron	27 58.933 Co Cobalt	28 58.933 Ni Nickel	29 63.546 Cu Copper	30 65.380 Zn Zinc	31 69.723 Ga Gallium	32 72.640 Ge Germanium	33 74.922 As Arsenic	34 78.960 Se Selenium	35 79.904 Br Bromine	36 83.798 Kr Krypton
37 85.468 Rb Rubidium	38 87.620 Sr Strontium	39 88.906 Y Yttrium	40 91.224 Zr Zirconium	41 92.906 Nb Niobium	42 95.950 Mo Molybdenum	43 98 Tc Technetium	44 101.07 Ru Ruthenium	45 102.91 Rh Rhodium	46 106.42 Pd Palladium	47 107.87 Ag Silver	48 112.41 Cd Cadmium	49 114.82 In Indium	50 118.71 Sn Tin	51 121.76 Sb Antimony	52 127.60 Te Tellurium	53 126.90 I Iodine	54 131.29 Xe Xenon
55 132.91 Cs Cesium	56 137.33 Ba Barium	57-71 *Lanthanoids	72 178.49 Hf Hafnium	73 180.95 Ta Tantalum	74 183.84 W Tungsten	75 186.21 Re Rhenium	76 190.23 Os Osmium	77 192.22 Ir Iridium	78 195.08 Pt Platinum	79 196.97 Au Gold	80 200.59 Hg Mercury	81 204.38 Tl Thallium	82 207.20 Pb Lead	83 208.98 Bi Bismuth	84 209 Po Polonium	85 210 At Astatine	86 222 Rn Radon
87 223 Fr Francium	88 226 Ra Radium	89-103 **Actinoids															

*Lantanidos

57 138.91 La Lanthanum	58 140.12 Ce Cerium	59 140.91 Pr Praseodymium	60 144.24 Nd Neodymium	61 145 Pm Promethium	62 150.36 Sm Samarium	63 151.96 Eu Europium	64 157.25 Gd Gadolinium	65 158.93 Tb Terbium	66 162.5 Dy Dysprosium	67 164.93 Ho Holmium	68 167.26 Er Erbium	69 168.93 Tm Thulium	70 173.04 Yb Ytterbium	71 174.97 Lu Lutetium
---------------------------------	------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

**Actinoides

89 227 Ac Actinium	90 232.04 Th Thorium	91 231.04 Pa Protactinium	92 238.03 U Uranium
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------

Na VERDE
Sodium
Casi siempre se mide

Li GRANATE
Lithium
Casi siempre se ingresa

H GRIS
Hydrogen
No se mide

Fig. 3 Elementos disponibles para geólogos de campo utilizándose la tecnología TruScan según se aplica en los dos estudios de caso descritos más adelante.

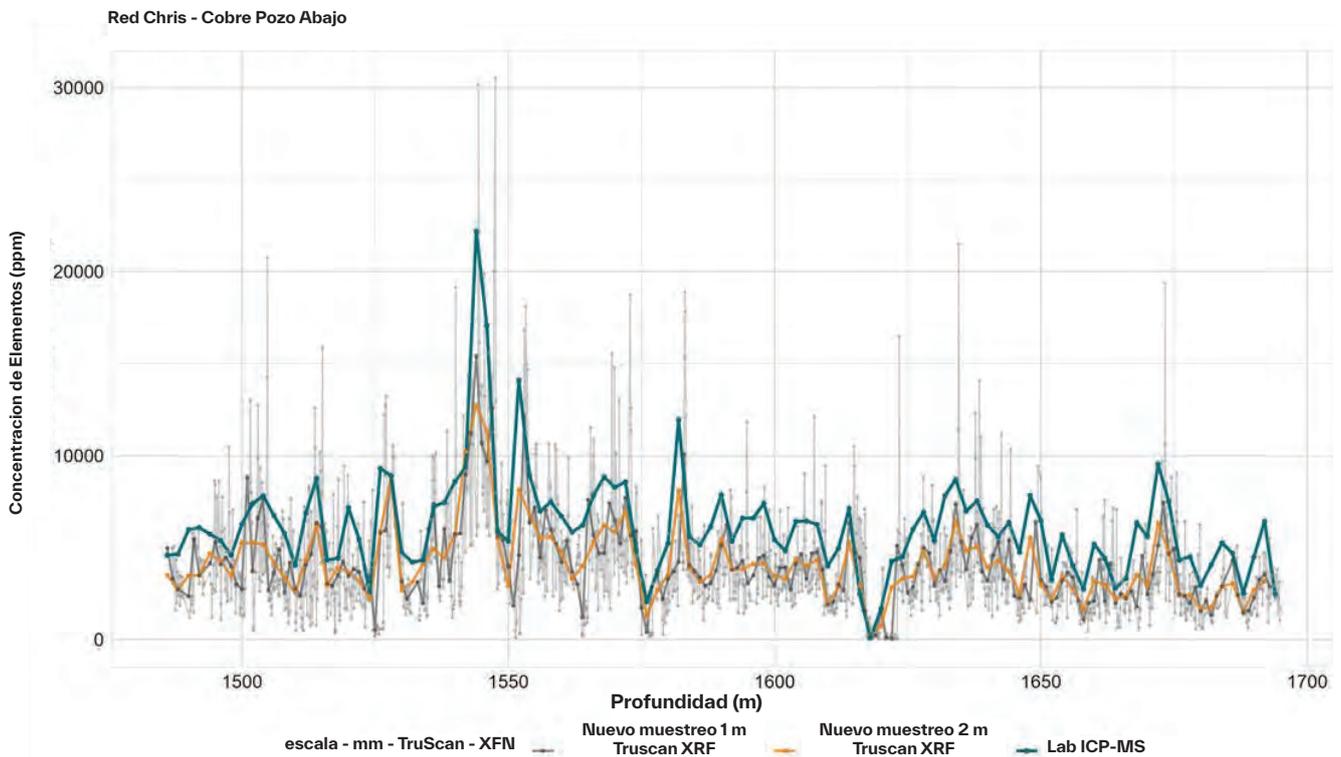


Fig 4. Ejemplo de escáner de fluorescencia de rayos X (XRF) pozo abajo versus valores Cu de laboratorio (Red Chris). Aquí se muestra una comparación entre los diferentes subconjuntos de datos de escaneo de línea XRF (intervalos de muestreo en milímetros versus metros); esto destaca la sensibilidad del escáner XRF para la heterogeneidad de la muestra cuando los valores XRF para Cu a una escala en milímetros se comparan con los intervalos de la escala en metros. La estrecha ventana de muestreo, en comparación con una densa toma de muestras, resulta en picos de Cu cuando el haz escanea vetas de sulfuro versus las diseminaciones y/o minerales de silicato en la masa basal. ICP-MS = espectrometría plasma-masa acoplada inductivamente.

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)

Los elementos de formación de minerales, como Cu, Mo y Zn y elementos litogeoquímicos como K, Ca, Sr y Rb, se miden mejor utilizándose calibraciones lineales, incorporándose correcciones de pendiente y matriz que contabilicen cualquier interferencia. A la larga, esto conlleva a calibraciones que se comportan bien no solo en el interior de un volumen de mineralización, sino que también en una roca encajonante menos alterada y desmineralizada. Se puede utilizar algoritmos automáticos, incluyendo la potenciación de gradientes extremos con redes neuronales, para una calibración acotada de elementos de baja concentración. Dichas calibraciones generalmente se desempeñan bien, pero tienen la tendencia inherente a expresar errores no lineales cuando se encuentra tipos de rocas y asociaciones elementales fuera del rango del conjunto de datos de calibración.

Los ensayos en terreno completados para una variedad de estilos de depósitos han descubierto que las mejores calibraciones son creadas a partir de un material geológico que captura la variedad de la litología, alteración y mineralización del área inmediata al objetivo de exploración o depósito. Las muestras que se utilizan para la calibración deben ser preparadas como una pulpa uniforme y contar con una geoquímica de laboratorio de múltiples ácidos de alta calidad para garantizar que las concentraciones de elementos sean reconocidas. Una digestión de múltiples ácidos puede contar con fases de mineral residual que resultará en un reporte reducido de Zr, Cr, Al y, en menor medida, K, lo cual inherentemente tendrá un impacto en la calibración y en el producto de un escáner XRF. Los intentos de aplicar una calibración universal a nuevos proyectos de escaneo han, en su gran parte, fracasado debido a que no contabilizan los fuertes efectos de la matriz, incluyendo la atenuación de elementos debido a la variabilidad de la matriz dentro del volumen de roca y las variaciones de la densidad local de las muestras escaneadas.

El factor más importante para determinar el éxito de un proyecto que incluye un escáner XRF es la calidad de su calibración. Se podría requerir de varias iteraciones durante las etapas iniciales del despliegue de un escáner en el sitio de un nuevo proyecto. Una calibración completamente optimizada podría requerir de grandes cantidades de muestras, es decir, de 500 a 1.000 pulpas y cientos de miles de metros de testigos, dependiendo de la complejidad del depósito. La recolección de un conjunto de muestras representativas garantizará que se obtenga rápidamente una calibración completamente optimizada. Se puede perder la confianza en la tecnología y sus resultados si no se comprende plenamente la relevancia de una calibración integral. Una vez realizada

una sólida calibración que capture todos los tipos representativos de roca y todo el rango de la mineralización, se puede entender y definir los volúmenes de roca en casi tiempo real a medida que se realiza la perforación, orientando la eficiencia para definir un depósito y avanzando la perforación de recursos con mucha mayor rapidez.

Escaneo XRF a escala de depósito

Un suministro de datos de valores de metal a casi tiempo real generados por sensores XRF no sólo ayuda durante el proceso de toma de decisiones para la planificación de una perforación, sino que también puede transformar el flujo de trabajo de un galpón de testigos. El equipo de exploraciones de Newcrest, trabajando con sus socios tecnológicos de Veracio, desarrolló nuevas técnicas de logueo como resultado de la aplicación de la tecnología de escaneo XRF en múltiples sitios y su integración en programas de perforación de gran envergadura. A continuación, se presenta dos estudios de caso para resaltar el despliegue e integración del escaneo XRF en un depósito pórfido de Cu-Au (Red Chris) y un complejo depósito de Cu-Au alojado en brecha (Havieron).

Estudio de Caso 1—Red Chris, British Columbia, Canadá

La calcopirita ± bornita diseminadas controladas por una fractura y relacionadas con un pórfido en Red Chris están emplazadas en un enjambre compuesto de un pórfido de por lo menos tres fases (P1-P3), las cuales se encuentran subdivididas por sutiles diferencias de composición y textura y vetas truncadas (Rees et al, 2015). El grueso de Cu-Au fue introducido durante el emplazamiento del conjunto P2 de diques pórfidos. El Cu-Au de mayor ley se encuentra centralizado en topografías potásicas tempranas (K-feldespato-biotita-albita-cuarzo -magnetita) y calc-potásicas con una sobreimposición de rocas fílicas y argílicas invasivas intermedias (cuarzo-illita-clorita-carbonato). Una alteración propílica (epidote-clorita) se presenta como una huella distal de la alteración potásica y una sobreimposición avanzada de intrusiones de pórfido post-mineral.

En Red Chris, Newcrest ha completado 310.685 m de perforaciones de 301 pozos desde agosto del 2019 (luego de la adquisición del 75% del joint venture de Red Chris por Newcrest) (Newcrest Mining Ltd., 2021a). Como resultado de sistemáticas perforaciones escalonadas y profundas de este distrito pórfido de múltiples centros de Cu-Au se encontraron múltiples bloques pórfidos de alta ley, incluyendo East Ridge. La tecnología de escáner de fluorescencia de rayos X se desplegó inicialmente en Red Chris en noviembre, 2019 para que los geólogos tomaran decisiones más expeditas y mejor informadas durante la campaña de perforación. Dos unidades TruScan

operaron en paralelo a fines del 2020 para cumplir con la producción de testigos en seis de ocho plataformas, en donde se perforó una variedad de objetivos a profundidad en Red Chris (Fig 1). Una unidad, operando las 24 horas, procesó entre 150 y 200 metros diarios. Hasta mayo, 2023, sobre 192.750 m de perforaciones habían sido escaneados. Los resultados geotécnicos son enviados al galpón de testigos inmediatamente después de completarse un día de escaneo.

Las calibraciones basadas en una matriz evolucionaron mediante varias iteraciones para garantizar la representación de todas las unidades, alteraciones y mineralización asociada con la roca de Red Chris. Las calibraciones realizadas in situ provienen del análisis acumulado de una gran cantidad de pulpa comprimida (n=668) y material de testigos (7.000 m). Las calibraciones anticipadas basadas en pulpa reportaron exitosamente Cu (valores máximos de 1,5% de Cu) en conjunto con S, As, Fe, K, Al, Ca y Mo. Las sucesivas actualizaciones de calibración se completaron utilizando testigos con el propósito de incluir dominios de alta ley (de >2% y posteriormente de >5% Cu) y las variaciones de textura de la roca con dicha ley. Los geólogos de Red Chris cuentan con un extenso conjunto de 36 elementos de todos los testigos escaneados, los cuales puede ser clasificados de 0,1, 1,0, 5,0 a 20,0 m, dependiendo de los requerimientos de los geólogos.

Los datos XRF de los intervalos de Cu escaneados fueron utilizados inicialmente para monitorear el progreso de las perforaciones iniciales de Newcrest en Red Chris, incluyendo el Programa de Definición de Recursos para la Zona Oriental de Newcrest. El 17 de noviembre del 2019, la gerencia fue informada de un intervalo del escáner XRF in situ para RC595 de aproximadamente 702 m con una ley proyectada de 0,51% Cu a partir de una profundidad de 399 m. No solo se encontraron valores de metal disponibles con semanas de antelación a los ensayos finales de laboratorios para su modelamiento espacial, sino que los datos también ayudaron a priorizar intervalos (en este caso, de 342 a 1,062 m) para ser prontamente enviados al laboratorio. Los anuncios públicos subsiguientes (ver Newcrest Mining Ltd., 2020b) sobre RC595 informaron 720 m de Cu de 0.56% Cu y 0.59 g/t Au a partir de 394 m basados en una química de laboratorio. Con el transcurrir del tiempo, los valores de Cu escaneados ayudaron a focalizar la toma de muestras de testigos y la secuencia de despacho al laboratorio, priorizándose el material con contenido de Cu por sobre la débil y anómala roca encajonante. El Cu a casi tiempo real también ayudó con el logueo de testigos abundantes en sulfuros de Red Chris debido a la naturaleza de grano fino (0,1-1,0 mm) de los sulfuros Cu-De diseminados. La bornita puede encontrarse diseminada de manera muy fina por lo que se puede fácilmente

confundir con hermatita especular roja-oscuro o azul-negra y/u omitirse cuando se presenta en minerales oscuros (ver Rees et al., 2015). El logueo consistente de calcopirita versus bornita por todo el depósito fue facilitado con la aplicación de esta tecnología XRF.

Los elementos de traza inmóviles (Sc, Al, P, Ti, V, Y, Zr, Nb, La y Th) están disponibles para los geólogos para diferenciar los tipos de roca en Red Chris. Una alteración texturalmente destructiva puede oscurecer sutiles pistas visuales (fenocristales + textura) que son utilizadas por los geólogos para diferenciar los pórfidos multifases asociados a la mena, denominados pórfidos P2, de los preminerales P1 y postminerales P3 (Fig. 5). Por lo menos tres fases de pórfido P2 se encuentran presentes y variablemente mineralizadas (Rees et al., 2015). Stockworks de cuarzo ocurren a lo largo de los contactos con pórfidos y como densos

dominios (hasta 8% volumen) que hacen problemática la subdivisión de pórfidos y a los contactos de intrusivos difíciles de definir. Los geólogos de mapeo observan los testigos en paralelo con los gráficos de valores de Mo y Cu generados por un escáner XRF, comparados con las tasas de Cu/Mo y Ti/Nb, para ayudar a discriminar fases intrusivas. Bruscos y consistentes cambios escalonados de valores de Mo son una indicación de cambios en la fase intrusiva, siendo los valores de Mo utilizados para definir el tipo de intrusivo (Fig. 5).

Los geólogos de Red Chris utilizan una variedad de tasas para mapear la mineralogía de una alteración, incluyendo K/Al and Na/Al, para mapear la distribución de K-feldspato, sericita y albita, en conjunto con Fe/S para mapear la distribución de sulfuros. Sobreimposiciones de sericita-arcilla-pirita y luego carbonato-arcilla-hematita con bajos sulfuros se presentan en las porciones superiores

de las columnas de pórfido. Lo último también se presenta en zonas de falla que atraviesan la mineralización tipo pórfido. Los geólogos utilizan los valores de As y Sb para seleccionar con precisión una discreta serie de fallas que pueden ser visualmente crípticas dentro de amplias zonas dañadas con alteraciones de arcilla. Una geoquímica en tiempo casi real le permite a los geólogos de mapeo localizar precisa y consistentemente, confirmar y documentar límites relevantes de ley. El escaneo de testigos con una resolución a escala de centímetros ha ayudado a minimizar la ambigüedad de la geología y reducir retrasos de observación, incluyendo las discusiones en las testigotecas, durante el proceso de mapeo de testigos. En Red Chris, sólo este ahorro de tiempo significa 2 a 3 horas en una testigoteca que procesa 300 a 350 metros de testigo de producción diariamente.

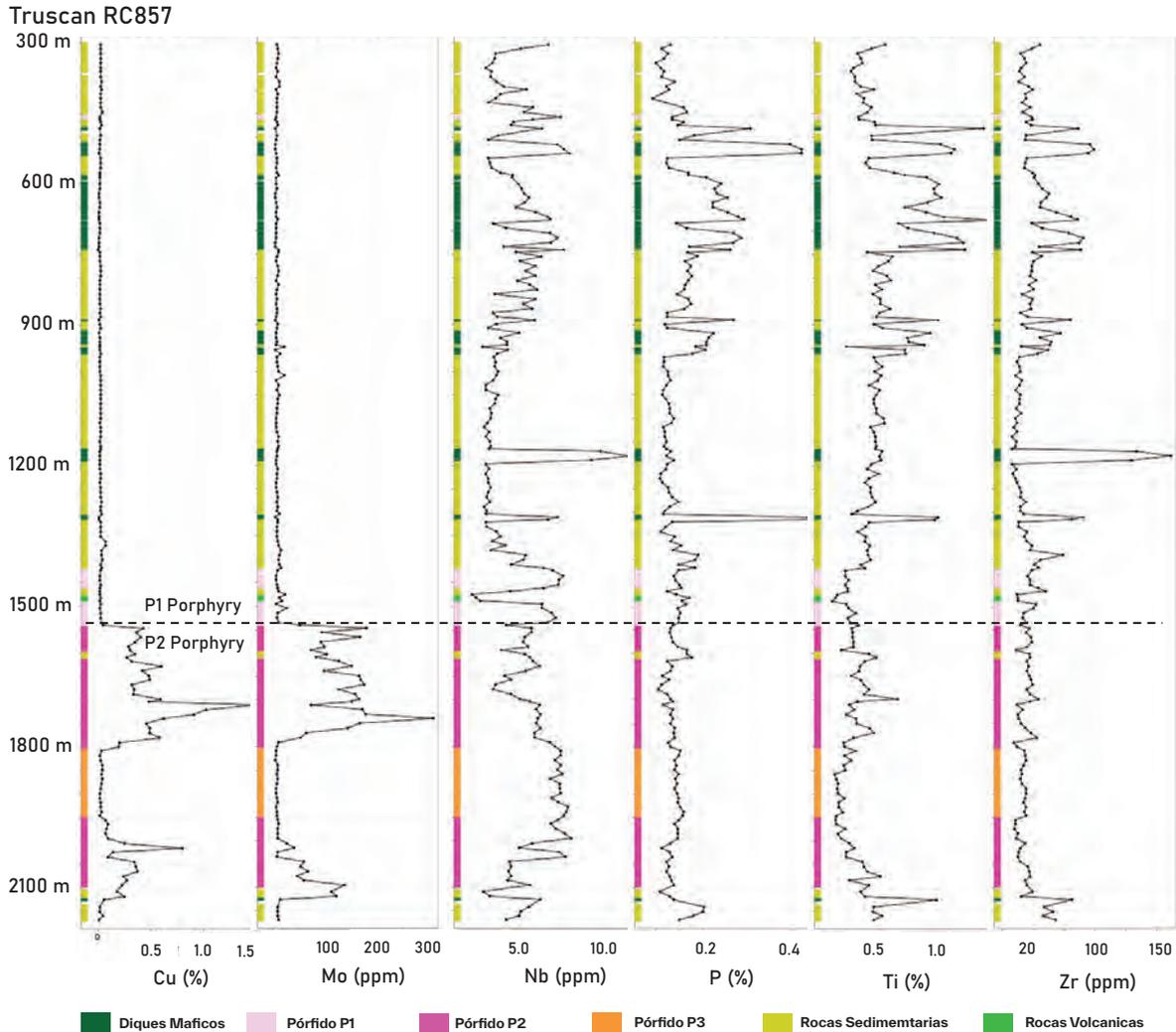


Figura 5. Ejemplo de diagrama de dispersión pozo abajo de elementos utilizados en Red Chris para asistir a los geólogos con la diferenciación de tipos de roca. La alta resolución del escáner ayuda a los equipos de geólogos a seleccionar los contactos de las fases pórfidas (por ejemplo, contacto P1 y P2 a 1.520 m). Nótese las sutiles diferencias químicas de los diques máficos y félsicos, los cuales se pueden diferenciar utilizándose variaciones de concentraciones de Cu y Mo y Nb, Ti y Zr.

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)

El hallazgo de East Ridge en Red Chris fue un hito significativo para Newcrest luego de su adquisición (ver Newcrest Mining Ltd., 2021b) y fue el primer uso interno de valores de Cu escaneados con XRF para un depósito completo con el propósito de desarrollar un volumen de metal inicial en East Ridge (Fig. 6). El cobre muestra una fuerte correlación

positiva (coeficiente de correlación $R^2 = 0.90$) entre un Cu escaneado no destructivamente in situ en comparación con los ensayos de laboratorio chancados, pulverizados y homogeneizados ($n = 94.592$) (Fig. 7). Dada la confianza de estos datos, se utilizó el Cu escaneado para administrar la perforación y sus resultados, incluyendo la

actualización en vivo del volumen de metal en base a pozos individuales mediante un software de modelamiento tridimensional. Los datos en tiempo casi real redujeron el tiempo de decisión impuesto por los flujos de trabajo para el procesamiento físico de los testigos, los cuales incluyen el análisis de laboratorios externos.

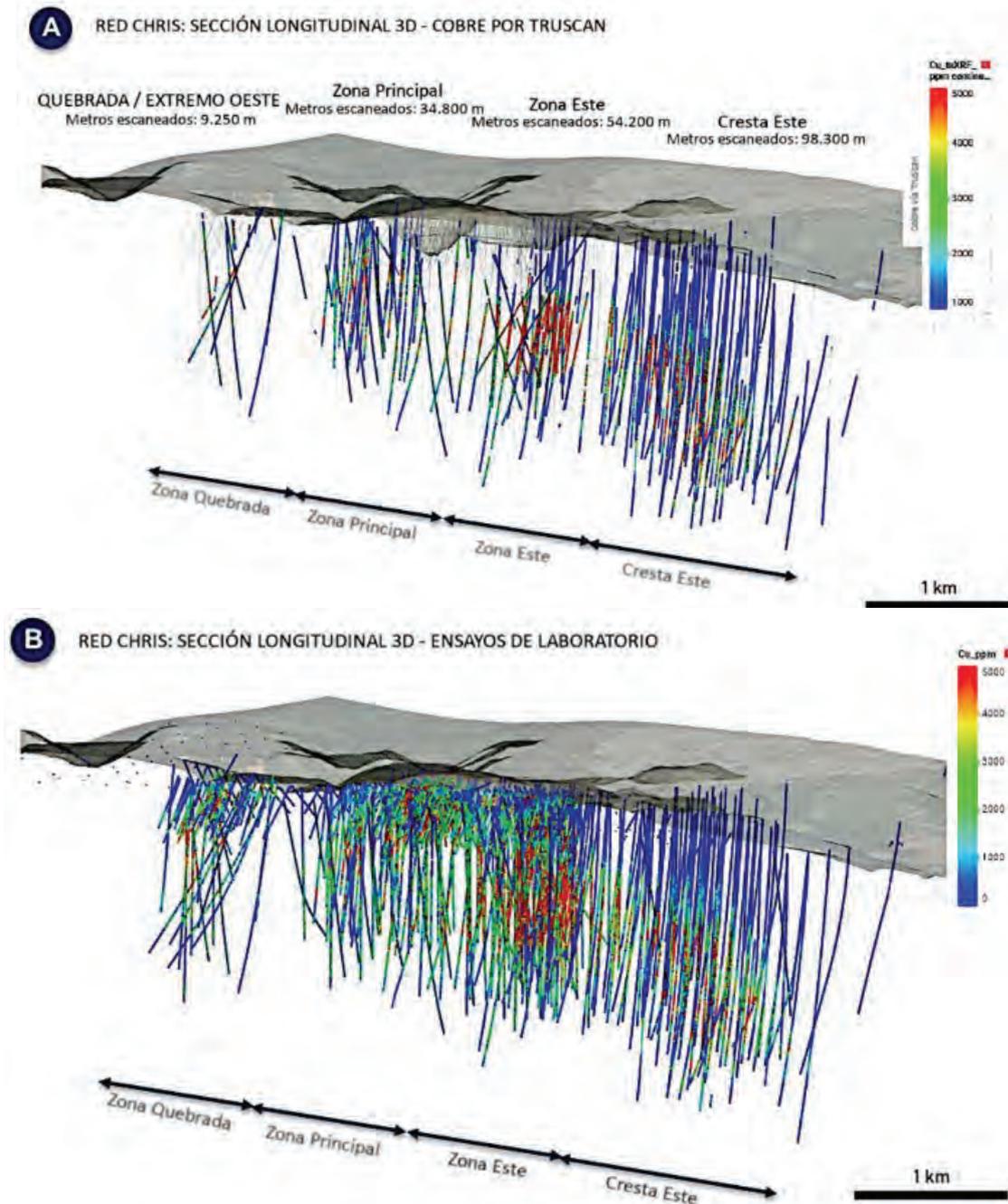


Figura 6. Distribución de pozos escaneados con fluorescencia de rayos X (XRF) en terreno completados en Red Chris (hasta mayo 2023). A. Se muestra cobre determinado mediante un escáner XRF en terreno en las líneas de perforación (líneas grises). Los valores determinados se obtienen mediante un ajuste de matriz con la geoquímica multi-ácidos disponible. B. Cobre determinado mediante un proceso basado en laboratorio según lo reportado por Newcrest (Newcrest Mining Ltd., 2023).

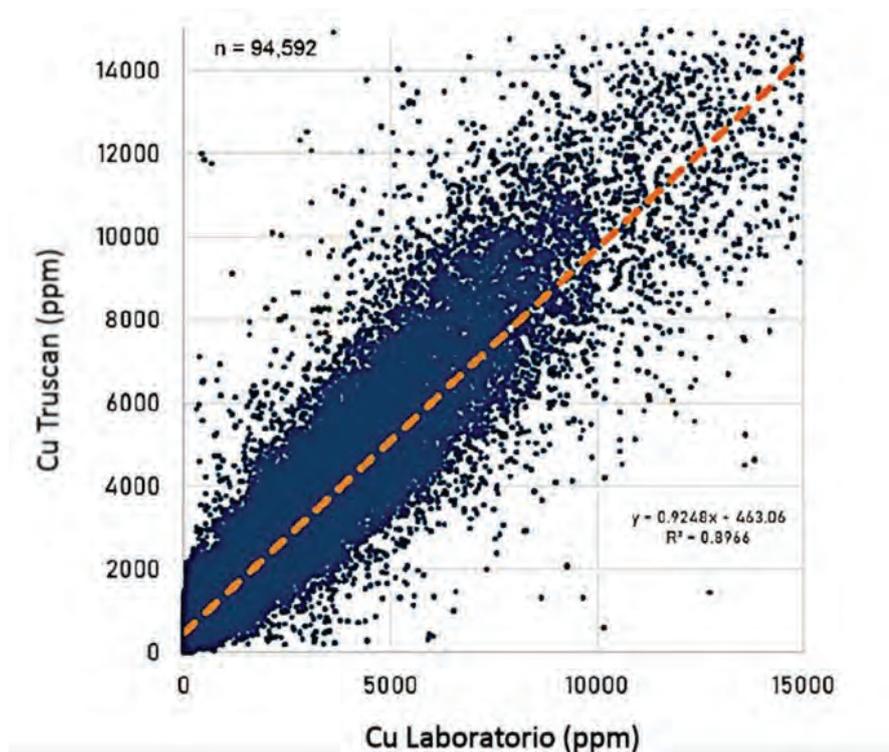


Fig. 7. Correlación entre concentraciones de Cu de laboratorio y valores de Cu provenientes del escáner de fluorescencia de rayos X (XRF).

Dependiendo de los trabajos pendientes de corte, junto con la disponibilidad del laboratorio, los plazos de entrega de un laboratorio de ensayos convencional pueden ser de hasta seis semanas (hasta 12 semanas durante el punto más álgido del COVID). Un reconocimiento del volumen del metal por delante de los ensayos finales significó que se podía desarrollar los modelos geológicos correspondientes (ver Newcrest Mining Ltd., 2023).

Estudio de Caso 2—Havieron, Australia Occidental

El depósito de Au-Cu de Havieron comprende una serie de columnas de brecha anidadas que atraviesan los contactos de un complejo intrusivo de diques dioríticos multi-fases emplazado en un paquete de rocas metasedimentarias (Ackerman et al., 2021). Las concentraciones volumétricas más significativas de dichas columnas de brecha se confluyen para definir la zona SE Crescent—esta zona se presenta a lo largo del borde sudeste de una zona ovoide (700 x 400 m) de una alteración calco-silicatada que incluye proporciones variables de carbonato-cuarzo-sulfuro-actinolita-biotita hidrotermales como brecha, vetas y reemplazos. Un dique de dolerita post-mineralización trunca el depósito.

Las brechas hidrotermales multi-fases de Havieron tienen relaciones cronológicas

pre-, syn- a post-mineralización. Las facies de brecha se separan según el relleno de la matriz, incluyendo proporciones variables de actinolita, calcita y cemento de sulfuros. También se presentan variaciones enriquecidas en cuarzo de brechas con cemento de actinolita. Las leyes más altas de oro (>2 g/t Au) y cobre (>0.2% Cu) se asocian típicamente con brechas con cemento de actinolita-calcita portadoras de sulfuros, que en porciones del sistema pasan hacia la mineralización más masiva de sulfuros de Fe-Cu. También se encuentra leyes aún mayores de oro (>5 g/t Au) asociadas a una variante enriquecida con cuarzo en donde la distribución de Au puede ser difícil de definir para un geólogo. Aún el geólogo de mapeo más experimentado se ve desafiado por la documentación sistemática de minerales finos de Au, Bi y Bi-Te que se presentan intersticialmente en la pirrotina, calcopirita y, en menor grado, pirita. Una verdadera necesidad de identificar con seguridad la extensión de esta sutil mineralización de alta ley motivó el despliegue inicial de TruScan en el sitio.

Los mapeos geológicos de Havieron registran descripciones de la litología, alteración y mineralización de todo testigo perforado, incluyendo la orientación estructural de características geológicas relevantes. Las mediciones de geotecnia se registran manualmente, incluyendo la designación de calidad de roca (RQD), frecuencia de fracturas, recuperación de

testigos sólidos y mediciones cualitativas de resistencias de roca. Las mediciones de susceptibilidad magnética son registradas por cada metro de testigo, tomándose selectivamente mediciones de densidad utilizándose un testigo completo. En Havieron, todo mapeo geológico y geotécnico lo completan equipos que incluyen geólogos y técnicos en un terreno a aproximadamente 40 km de la mina Telfer. Las observaciones y datos físicos obtenidos respaldan las estimaciones de volumen del metal publicadas para Havieron (Newcrest Mining Ltd., 2020c).

El objetivo del despliegue inicial de un escáner XRF en Havieron fue asistir a los geólogos del sitio durante la toma de decisión para el límite de una perforación (es decir, si se finaliza tempranamente o se continúa una perforación) en combinación con la planificación de futuros sondajes, incluyendo un expedito seguimiento de los mismos. Aunque los resultados iniciales del escáner fueron aceptables para el grueso del sistema, la calibración inicial presentó problemas en las porciones más masivas de pirrotina de Havieron, incluyendo zonas de mayor ley. El cegamiento del detector ocasionado por la saturación de la fluorescencia de Fe impuesta por el volumen de pirrotina causó problemas para la determinación de Au, Bi y, en menor medida, Cu. La confianza en los resultados comenzó a sufrir debido principalmente a una falta de comprensión de las limitaciones de la tecnología impuestas por una calibración que no consideró los miembros elementales de los extremos. Un conjunto de calibraciones mejoradas y considerablemente de mayor extensión restauró la confianza.

Aplicando una correlación de Bi-Au conocida (30:1) derivada de la geoquímica de laboratorio se pudo inferir las leyes de Au aplicando valores sistemáticos de Bi (sobre 20 ppm) y esto resultó ser más fiable que utilizar los valores de Au escaneados (>1.5–>2.0 g/t Au), los cuales seguían afectados por la saturación de fluorescencia del Fe. En la actualidad, los geólogos comienzan su turno revisando perfiles acumulados de Cu, Bi, S, Co, Ni, W y Te (Fig. 8) para determinar las limitaciones físicas de las brechas mineralizadas, incluyendo medios mecánicos para mapear la geología de la brecha en dominios de Cu-Au y sólo de Au (Fig. 9). En un depósito complejo como el de Havieron, este simple cambio de proceso significó un ahorro de 2 a 4 horas en la testigoteca, el cual procesa entre 300 y 350 metros de testigos de producción diariamente.

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)

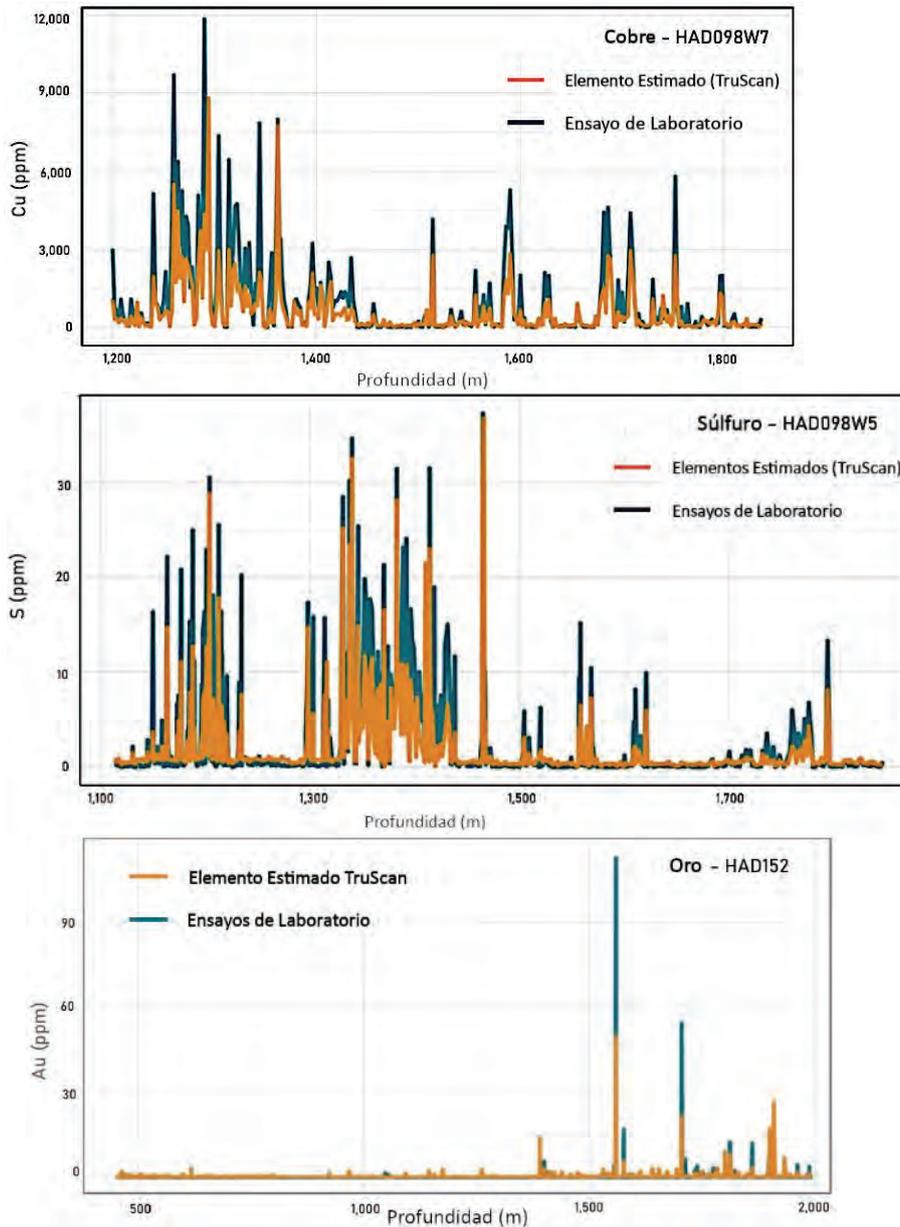


Fig. 8. Ejemplo de diagramas de dispersión de Cu, S y Au pozo abajo que comparan los ensayos de laboratorio con valores de la tecnología de escaneo por fluorescencia de rayos X (XRF) (de Havieron, Western Australia). Los resultados que se presentan son los elementos utilizados por los geólogos de Havieron para mapear zonas de mineralización. Aunque se considera un análisis problemático mediante la tecnología XRF en terreno, se muestra un diagrama de Au pozo abajo.

Los flujos de trabajo automatizados desarrollados en Havieron incluyeron la entrega continua de datos químicos provenientes del escáner de rayos X a una base de datos acQuire mediante un almacenamiento en nube. Se establecieron alertas para intersecciones significativas provenientes de los resultados XRF en terreno para informar al equipo de mapeo cuando se interceptaba un umbral específico (por ejemplo, >10 m a 0.3% Cu, >10 m a >2 g/t Au, y/o >10 m a >30 ppm Bi de TruScan) en una perforación en particular. Los gráficos pozo abajo de Ti, Nb, V, Zr y Al (Fig. 10) asistieron con la

diferenciación de areniscas feldespáticas (plagioclasa, cuarzo, circón) de una roca intrusiva porfírica de plagioclasa de grano fino. Unas variaciones complejas y frecuentemente sutiles en las proporciones minerales arrojaron mapeos inconsistentes para los testigos concéntricamente zonados de una alteración calco-silicatada que incluye zonas de alteración de calco-sódica (actinolita-albita ± calcita y albita-rutilo ± actinolita) y calco-potásica (biotita-actinolita ± carbonato-albita) orientadas hacia asociaciones de alteración distales de albita-biotita ± carbonato-actinolita. Las observaciones de lupa de testigos se

realizaron con mayor confianza utilizándose diagramas de dispersión de Ca, Na, Mg, K y Al suministrados mediante un tablero de fácil acceso para la testigoteca (por ejemplo, Fig. 9). Los geólogos de todo nivel de experiencia ahora pueden observar y mapear con confianza un halo albítico críptico para el depósito de Havieron (frecuentemente ignorado en la arenisca feldespática de la roca caja). Aplicándose la geoquímica al momento de mapear, se reduce la necesidad de futuros ejercicios de mapeo para validar las observaciones originales de cientos de kilómetros de testigos.

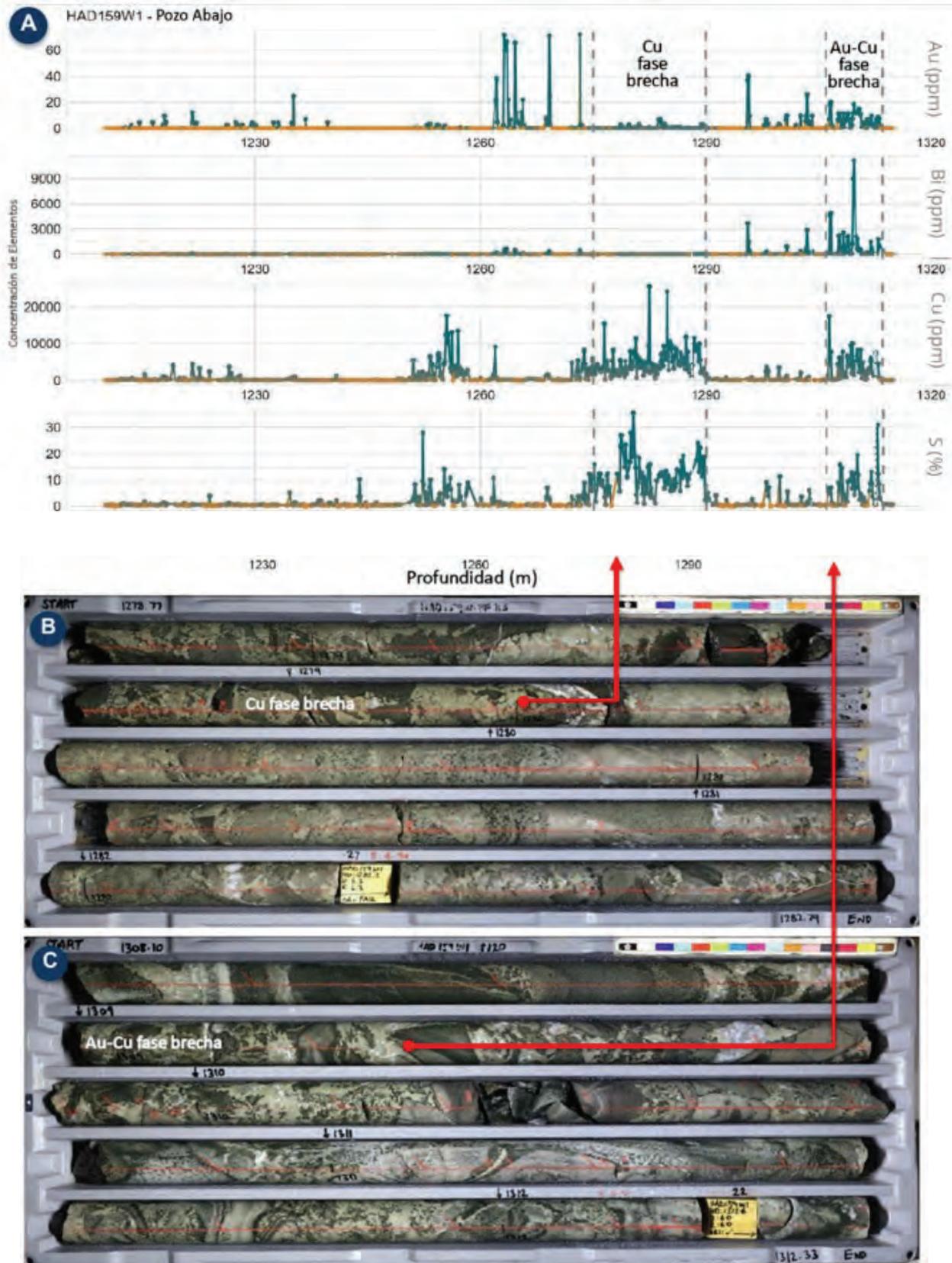


Fig. 9. Ejemplo de tablero en tiempo real utilizado por los geólogos de mapeo para diferenciar brechas con contenido de metal casi equivalentes (Havieron). A. Dos fases de brecha pueden ser fácilmente separadas utilizándose bandas de mapeo pozo abajo. B. Ejemplo de brecha con contenido de sulfuros con altos valores de Cu comparada con C. la cual es una brecha con apariencia similar que cuenta con mayor contenido de Au (inferido del Au detectable y mayores valores de Bi).

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)

Los resultados de las fotografías de testigos del escáner TruScan fueron modificados para replicar el procedimiento estándar de Newcrest (incluyendo una iluminación optimizada, alta resolución de fotografías en formato raw, metadatos grabados y vistas en miniatura coincidentes de baja resolución). En Havieron se pudo eliminar el laborioso proceso de fotografiar manualmente los testigos y, al hacerlo, también se redujo la innecesaria manipulación de testigos y se eliminó un paso del flujo de trabajo para procesar testigos. Aunque aparentemente simple, la captura rutinaria de fotografías del escáner y su envío automatizado al destino final de almacenamiento aportaron un significativo ahorro de tiempo y costos (es decir, entre 2 y 3 horas diarias de un técnico dedicado a los testigos). Este ambiente es confinado y continuo en lo que se refiere a los datos, trasladándose las fotos del escáner a una plataforma en una nube con la capacidad de realizar un análisis detallado de imágenes mediante algoritmos visuales computarizados, combinados con *machine learning*, que permite la rápida captura de grandes volúmenes de datos geotécnicos, lo cual no es posible mediante un mapeo manual de testigos.

Las técnicas para calcular la orientación de las características estructurales de las fotografías de testigos de alta resolución (Berry y Nguyen, 2016) han evolucionado de tal manera que incorporan medios automatizados para identificar y orientar las características de los testigos (por ejemplo, Cadia East, Harraden et al., 2019). Para completar mediciones sistemáticas de testigos (por ejemplo, RQD), identificar fracturas, frecuencia y orientación de fracturas y calcular volúmenes de vetas se utiliza algoritmos de machine learning. En Havieron, Newcrest adoptó una nueva forma de trabajo que incluyó la presentación de imágenes rotuladas al geotécnico de mapeo que estudia los testigos. Esto se ha traducido en una mayor cantidad de datos geotécnicos básicos validados sistemáticamente en terreno en todos los sondajes (por ejemplo, el mapeo geotécnico manual de un sondaje de 1.500 m comúnmente captura >200 características en comparación con las >2.000 características capturadas mediante un mapeo asistido). Esto ha mejorado la productividad de los técnicos al aumentar el ritmo de mapeo y reducir la manipulación física de los testigos y sus bandejas (Fig. 11). La eliminación de inconsistencias de las técnicas manuales del mapeo de testigos, incluyendo una experiencia variable y sesgos de formación y observaciones personales, significa que los datos provenientes de todos los testigos de un depósito pueden ser utilizados en el modelo geotécnico de todo un depósito.

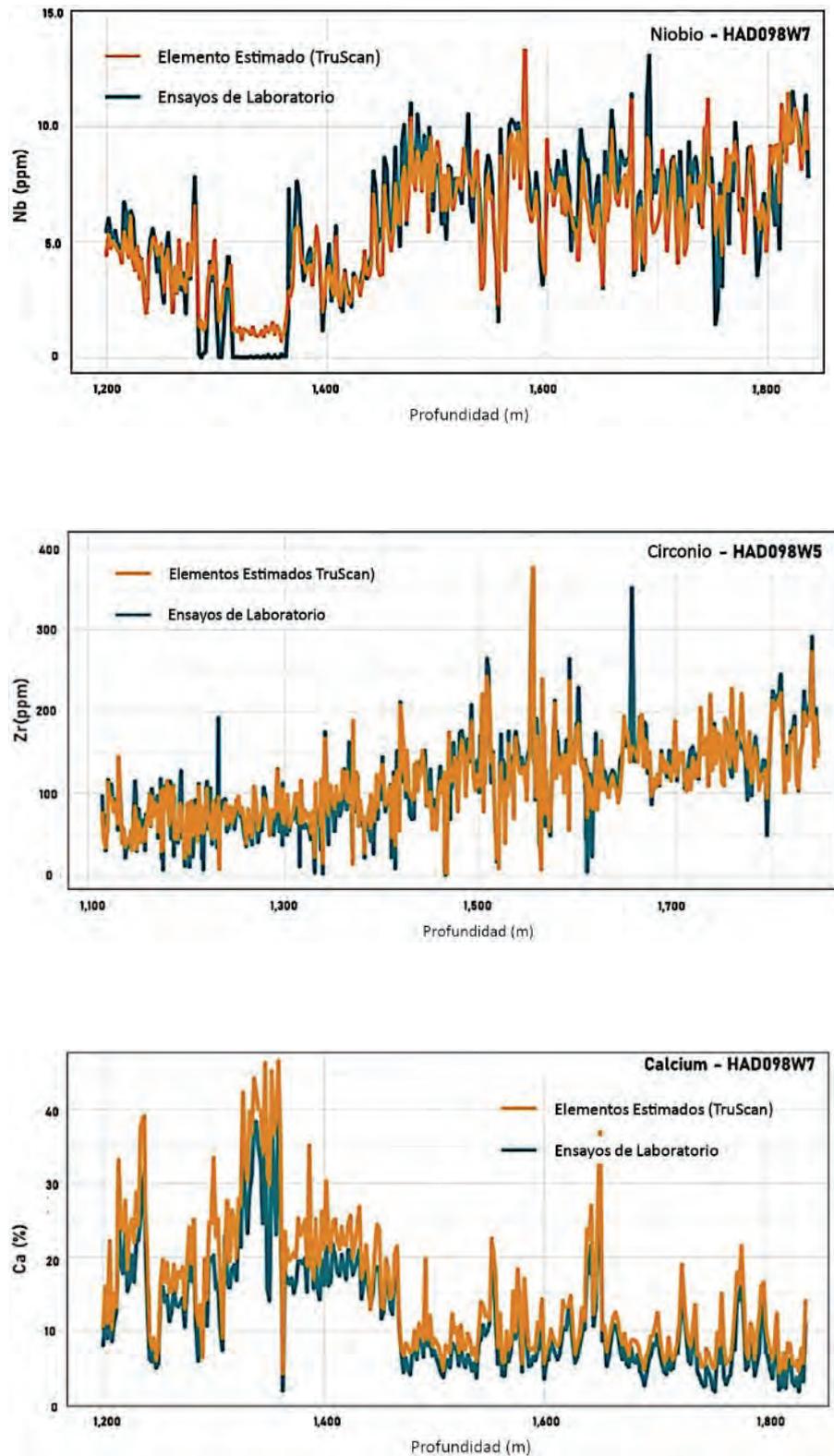


Fig. 10. Ejemplo de diagramas de dispersión pozo abajo de Nb, Zr y Ca que comparan ensayos de laboratorio con valores de la tecnología de escaneo por fluorescencia de rayos X (XRF) (de Havieron, Western Australia). Estos son elementos utilizados por los geólogos de Havieron para mapear dominios de litología y alteraciones.

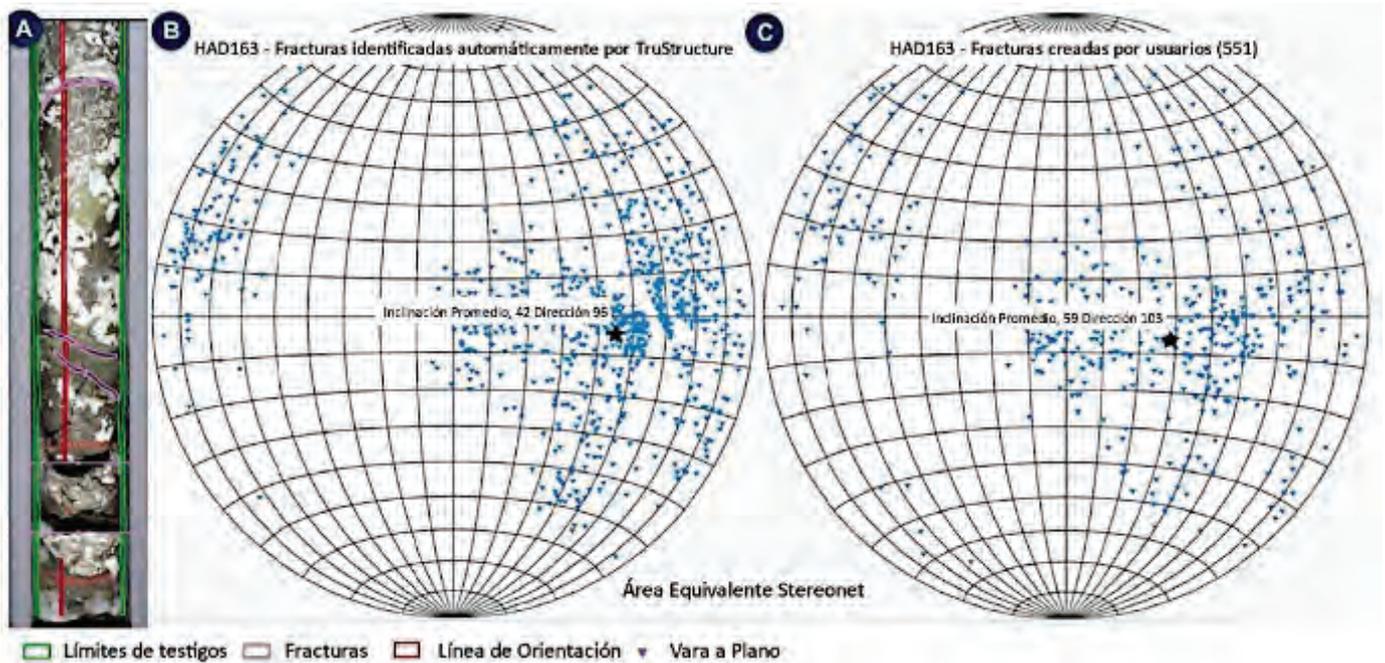


Fig. 11. Mapeo asistido de datos estructurales básicos (Haviron). A. Ejemplo de datos estructurales capturados automáticamente —planos y líneas— en fotografías de testigos orientadas con sólo una pérdida menor de precisión de mediciones en comparación con una medición física de datos de orientación. B y C. El mapeo de datos estructurales, validados por geólogos/técnicos, puede arrojar mayores volúmenes de datos sólidos en comparación con fracturas mapeadas mediante un mapeo tradicional. La eliminación de inconsistencias en las técnicas de mapeo manual (incluyendo una experiencia y formación variable y sesgos de observación personales) significa que los datos obtenidos de todo testigo de un depósito pueden ser utilizados en un modelo geotécnico.

Futuros Desarrollos

La petrofísica aporta el vínculo entre la geología de subsuelo y las mediciones geofísicas, lo cual requiere de particular atención a medida que los equipos de exploración buscan objetivos de exploración a mayores profundidades y aumenta su dependencia de datos físicos. A diferencia de la industria del petróleo y gas, en donde rutinariamente se recolecta grandes cantidades de datos petrofísicos pozo abajo para caracterizar el potencial de hidrocarburos en subsuperficie, en la exploración minera no es práctico recolectar suficientes mediciones petrofísica para caracterizar adecuadamente los complejos procesos geológicos. Como tal, los sistemas minerales son inevitablemente caracterizados indebidamente en el dominio petrofísico.

Al utilizarse una gran cantidad de datos XRF de Red Chris, las respuestas de los fotones de la roca escaneada pueden utilizarse para predecir propiedades petrofísicas. Los modelos de aprendizaje automático que incorporan 2,048 canales brutos del espectro de rayos X capturados en un solo punto de escaneo de TruScan pueden ser utilizados para predecir la resistividad pozo abajo, cargabilidad y lentitud de la onda p con índices de error razonablemente bajos. Se puede aumentar

el tamaño del grupo de entrenamiento y refinar el modelo de machine learning agregándose la susceptibilidad magnética y conductividad medidas directamente del testigo.

Con un procedimiento a futuro para propiedades petrofísicas provenientes de testigos escaneados con fluorescencia de rayos X, será posible informar propiedades petrofísicas para toda perforación escaneada en y alrededor de un depósito y, como tal, existe el potencial de optimizar el proceso de toma de decisiones para todas las etapas del proceso de exploración: reconciliación de pozos, diseño de mediciones geofísicas, y vectorización hacia la mineralización o impacto en el conocimiento de un depósito, como la caracterización de la calidad de una roca.

La estrecha ventana para la toma de muestras, combinada con la densa toma de muestras con un escáner de fluorescencia de rayos X, significa que ahora existe el potencial para obtener composiciones químicas de minerales extremos en donde los cristales de los minerales son gruesos (por ejemplo, vetas de calcita o pirita) o provienen de mezclas de asociaciones simples (por ejemplo, cuarzo-illita-pirita). Esto significa que ahora se puede predecir la abundancia de elementos traza específicos (por ejemplo, Mn en calcita, clorita o epidota, o As en pirita). Si se acopla

con la comprensión del comportamiento de los elementos establecida durante tres décadas de investigación de espectrometría de masa con plasma acoplado inductivamente mediante una ablación con láser para la química de minerales de sistemas hidrotermales (por ejemplo, Cooke et al., 2014), este conocimiento y su potencial valor de exploración ahora pueden ser imputados en base a datos provenientes de un escáner XRF de alta resolución espacial.

Lecciones Aprendidas

El largo historial de Newcrest en la aplicación de la tecnología hiperespectral y subsiguiente escaneo XRF ha demostrado que es posible transformar la forma tradicional de completar las observaciones geológicas y mapeo de testigos. Al aplicarse esta tecnología, los geólogos han descubierto nuevas formas de trabajo que pueden incluir discusiones casi en tiempo real y basadas en hechos. Cuando se completa el escaneo de todo un depósito, como en East Ridge Red Chris, se puede eliminar el inconsistente mapeo manual de testigos. Se puede rápidamente perfeccionar los conocimientos de los geólogos, independientemente de su experiencia y formación, y reducir los sesgos de observación del personal. La integración de las observaciones humanas con datos adquiridos por máquina crea un ambiente

Empoderando a los Geólogos durante el Proceso de Exploración (cont.)

más dinámico de análisis e interpretación y mejora la experiencia de los geólogos y técnicos de terreno.

Enfatizamos que la tecnología de escaneo semiautomático en terreno y los resultados automáticos asociados no son un sustituto a futuro de los geólogos de campo. Los futuros hallazgos siguen siendo oportunidades creativas identificadas por geólogos. Los productos dirigidos por máquina facilitan la refinación e integración de datos complejos que los equipos geológicos necesitan combinar con sus conocimientos de sistemas minerales para incrementar las probabilidades de hallazgos. Destacamos la oportunidad que representa la revelación de observaciones en terreno más precisas y cuantificadas derivadas de una tecnología de sensores de alta resolución. En el proceso se puede perfeccionar a los geólogos de exploraciones suministrándoles un conjunto de datos focalizados y objetivos que apoyen la generación de conocimiento liderada por la geología en vez de la aceptada práctica de recolectar datos a pequeña escala.

El despliegue en terreno de unidades de escaneo XRF por períodos estables permite el desarrollo de nuevos flujos de trabajo para testigotecas. Se estima una mejora operativa de 8 a 10 horas/día para el proceso de mapeo de testigos, lo cual sería el resultado de observaciones más rápidas y consistentes por parte de geólogos establecidos en el sitio, en combinación con una adquisición de datos más inteligente y consistente por parte de los técnicos. Los escáneres de terreno representan costos adicionales para los ensayos de laboratorio y medios convencionales de mapeo de testigos; sin embargo, se puede demostrar un mayor valor y ahorro de tiempo/costos proveniente de la creación avanzada de conjuntos de datos que puedan tener un impacto en los aspectos geológicos, geotécnicos, geometalúrgicos y geoambientales de un proyecto de recursos minerales.

La revelación del conocimiento de datos geológicos, sin importar la fuente de los datos, requiere de la interoperabilidad entre sistemas y plataformas y algoritmos que combinen los crecientes y complejos datos multidimensionales con la inmensa cantidad de datos de exploración recolectada durante las décadas pasadas. Si bien es cierto que los datos provenientes de la tecnología de escaneo pueden ser considerados abrumantes, el despliegue exitoso de cualquiera de dichas tecnologías debe garantizar que los geólogos del sitio reciban sólo datos refinados que los ayuden a informar sus decisiones para testigos.

Agradecimientos

Este documento no hubiese sido posible sin el apoyo de Newcrest y sus equipos de geología. Los autores agradecen las valiosas contribuciones de los especialistas técnicos de los colaboradores tecnológicos de Newcastle, quienes ayudaron con el despliegue de la tecnología de escaneo en los sitios de Newcrest, incluyendo Neil Goodey. John Holliday, apoyado por Dan Wood y Colin Moorhead, examinó la visión original de una adopción temprana de esta tecnología por parte de Newcastle. Este artículo fue revisado por Scott Halley, Cassady Harraden y Shaun Barker, cuyos comentarios y correcciones se agradecen profundamente.

REFERENCIAS

- Ackerman, B., Finn, D., Baxter, C., Harris, A., Switzer, C., MacCorquodale, F., Wilson, A., Lizowiec, N., and Williams, J., 2021, Haverion gold-copper deposit: Next generation of undercover discoveries: Newgen Gold, Perth, Western Australia, 2021, Conference Proceedings, p. 145-159.
- Arndt, N.T., Fontbote, L., Hedenquist, J.W., Kesler, S.E., Thompson, J.F.H., and Wood, D.G., 2017, Future global mineral resources: *Geochemical Perspectives*, v. 6, no. 1, 171 p.
- Berry, R., and Nguyen, K., 2016, Structure from photographs of oriented core: *STORC: Economic Geology*, v. 111, p. 1525-1527
- Brand, N., and Brand, C.J., 2014, Performance comparison of portable XRF instruments: *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, v. 14, p. 125-138.
- Cooke, D.R., Baker, M., Hollings, P., Sweet, G., Chang, Z., Danyushevsky, L.D., Gilbert, S., Zhou, T., White, N.C., Gemmel, J.B., and Inglis, S.I., 2014, New advances in detecting the distal geochemical footprints of porphyry systems: Epidote mineral chemistry as a tool for vectoring and fertility assessments: *Society of Economic Geologists, Special Publication 16*, p. 147-166.
- De La Rosa, R., Tolosana-Delgado, R., Kirsch, M., and Gloaguen, R., 2022, Automated multi-scale and multivariate geologic logging from drill-core hyperspectral data: *Remote Sensing*, v. 14, article 2676.
- Deyell-Wurst, C., and Harraden, C., 2021, The future of core logging: Applications for hyperspectral core imaging: *Corescan Presentation, November 29, 2021*, <https://corescan.com.au/resources/>.
- Fresia, B., Ross, P.-S., Gloaguen, E., and Bourke, A., 2017, Lithological discrimination based on statistical analysis of multi-sensor drill core logging data in the Matagami VMS district, Quebec, Canada: *Ore Geology Reviews*, v. 80, p. 552-563.
- Gazley, M.F., and Fisher, L.A., 2014, A review of the reliability and validity of portable X-ray fluorescence spectrometry (pXRF) data, in *Mineral resource and ore reserve estimation—the AusIMM guide to good practice*, 2nd ed.: Melbourne, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy p. 69-82.
- Hall, G.E.M., Bonham-Carter, G.F., and Buchar, A., 2014, Evaluation of portable X-ray fluorescence (pXRF) in exploration and mining: Phase 1, control reference materials: *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, v. 14, p. 99-123.
- Harraden, C.L., Cracknell, M.J., Lett, J., Berry, R.F., Carey, R., and Harris, A.C., 2019, Automated core logging technology for geotechnical assessment: A study on core from the Cadia East porphyry deposit: *Economic Geology*, v. 114, p. 1495-1511
- Hoek, E., Kaiser, P.K., and Bawden, W.F., 2000, Support of underground excavations in hard rock: Netherlands, CRC Press, 225 p.
- Huntington, J.F., Mauger, A.J., Skirrow, R.G., Bastrakov, E.N., Connor, P., Mason, P., Keeling, J.L., Coward, D.A., Berman, M., and Phillips, R., 2006, Automated mineralogical core logging at the Emmie Bluff iron oxide-copper-gold prospect: *Mines and Energy South Australia, MESA Journal*, v. 41, p. 38-44.
- Jenkins, R., and De Vries, J.L., 1970, *Practical X-ray spectrometry*: London, MacMillan, 190 p.
- Johnson, C.L., Browning, D.A., and Pendock, N.E., 2019, Hyperspectral imaging applications to geometallurgy: Utilizing blast hole mineralogy to predict Au-Cu recovery and throughput at the Phoenix mine, Nevada: *Economic Geology*, v. 114, p. 1481-1494
- Jones, M.C., Williams-Thorpe, O., Potts, P.J., and Webb, P.C., 2005, Using field-portable XRF to assess geochemical variations within and between dolerite outcrops of Preseli, South Wales: *Geostandards and Geoanalytical Research*, v. 29, p. 251-264
- Lemière, B., 2018, A review of pXRF (field portable X-ray fluorescence) applications for applied geochemistry: *Journal of Geochemical Exploration*, v. 188, p. 350-36
- Le Vaillant, M., Barnes, S.J., Fisher, L., Fiorentini, M.L., and Caruso, S., 2014, Use and calibration of portable X-ray fluorescence analysers: Application to lithochemical exploration for komatiite-hosted nickel sulphide deposits: *Geochemistry Exploration Environment Analysis*, v. 14, p. 199-209.
- Lypaczewski, P., Rivard, B., Gaillard, N., Perrouy, S., Piette-Lauzière, N., Bérubé, C.L., and Linnen, R.L., 2019, Using hyperspectral imaging to vector towards mineralization at the Canadian Malartic gold deposit, Québec, Canada: *Ore Geology Reviews*, v. 111, article 102945.
- Malone, E., 2011, The Cadia Valley mines: A mining success story: *Australasian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM) Spectrum Series*, v. 19, 268 p.
- Martini, B.A., Harris, A.C., Carey, R., Coodey, N., Honey, F., and Tuffilli, N., 2017, Automated hyperspectral core imaging—a revolutionary new tool for exploration, mining and research: *Exploration 17*, Toronto, Canada, October 22-25, 2017, Proceedings, Paper 83.
- Moorhead, C., 2015, Bottom-up innovation:

Successful research adoption: Australian Minerals Industries Research Association (AMIRA) International Exploration Managers Conference, Barossa Valley, Australia, March 17–20, 2015, Proceedings, p. 135

Newcrest Mining Ltd., 2020a, Wafi-Golpu project, Morobe province, Papua New Guinea: NI 43-101 Technical Report, www.newcrest.com.

—2020b, Newcrest quarterly exploration report: www.newcrest.com, dated January 30, 2020.

—2020c, Initial inferred mineral resource estimate for Havieron of 3.4 Moz of gold and 160 Kt of copper: Market release, December 10, 2020, www.newcrest.com.

—2020d, Lihir operations Niolam Island, Papua New Guinea: NI 43-101 Technical Report, www.newcrest.com.

—2021a, Red Chris operations, British Columbia, Canada: NI 43-101 Technical Report, www.newcrest.com.

—2021b, Newcrest exploration update: www.newcrest.com, dated March 11, 2021.

—2023, Red Chris exploration success expands East Ridge exploration target delivering additional mining potential: Newcrest Exploration Update, www.newcrest.com, dated March 14, 2023.

Orpen, J., and Orpen, D., 2020, Error-proofing diamond drilling and drill core measurements: SEG Discovery, no. 123, p. 23–34.

Potts, P.J., and West, M., 2008, Portable X-ray fluorescence spectrometry: Capabilities for in situ analysis: Cambridge, The Royal Society of

Chemistry, 291 p.

Potts, P.J., Webb, P.C., Williams-Thorpe, O., and Kilworth, R., 1995, Analysis of silicate rocks using field-portable X-ray fluorescence instrumentation incorporating a mercury (II) iodide detector: A preliminary assessment of analytical performance: Analyst, v. 120, p. 1273–1278.

Rees, C., Riedell, K.B., Proffett, J.M., Macpherson, J., and Robertson, S., 2015, The Red Chris porphyry copper-gold deposit, northern British Columbia, Canada: Igneous phases, alteration, and controls of mineralization: Economic Geology, v. 110, p. 857–888.

Rinne, M.L., Cooke, D.R., Harris, A.C., Finn, D.J., Allen, C.M., Heizler, M.T., and Creaser, R.A., 2018, Geology and geochronology of the Golpu porphyry and Wafi epithermal deposit, Morobe province, Papua New Guinea: Economic Geology, v. 113, p. 271–294.

Sjöqvist, A.S.L., Arthursson, M., Lundström, A., Calderón Estrada, E., Inerfeldt, A., and Lorenz, H., 2015, An innovative optical and chemical drill core scanner: Scientific Drilling v. 19, p. 13–16.

Tappert, M., Rivard, B., Giles, D., Tappert, R., and Mauger, A., 2011, Automated drill core logging using visible and near-infrared reflectance spectroscopy: A case study from the Olympic Dam IOCG deposit, South Australia: Economic Geology, v. 106, p. 289–296.

Wood, D., and Hedenquist, J., 2019, Mineral exploration: Discovering and defining ore deposits: SEG Discovery, no. 116, p. 1–22.

Anthony Harris

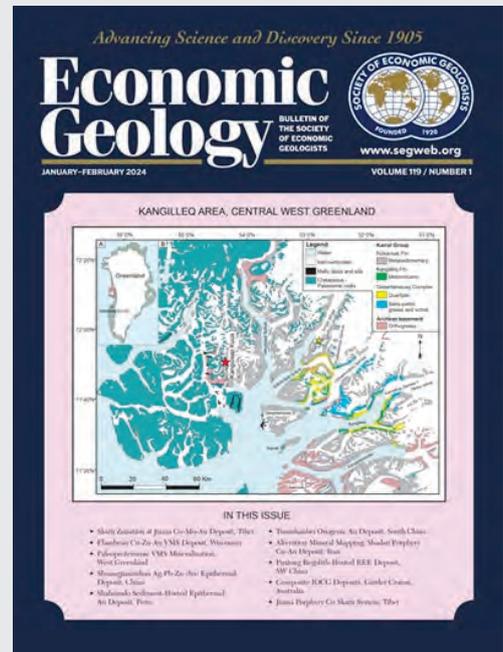
obtuvo su bachillerato en Ciencias (Hons) y Ph.D. en la Universidad de Queensland. Luego de trabajar en el Centro para Depósitos Minerales y Ciencias de la Tierra (CODES; Universidad de Tasmania), incluyendo como investigador interno, se unió a Newcrest (actualmente Newmont) en donde participa como guía técnico de exploración con enfoque en evaluación de proyectos, cubriendo proyectos iniciales de minas. Anthony es el líder técnico responsable de la promoción, aplicación e integración de nuevas tecnologías de exploración en Newcrest. Ha trabajado en una variedad de depósitos de Au-Cu en el área del Pacífico, enfocándose en depósitos pórfidos epitérmicos de Cu-Au y Au.



Este documento fue publicado en la edición de enero-febrero de 2024 de

SEG Discovery

La Sociedad de Geólogos Economistas (SEG, por su sigla en inglés) es una organización internacional que incluye miembros con especial interés en la geología económica. Fundada en 1920, la membresía de SEG abarca profesionales de la industria, académicos y funcionarios de gobierno. La sociedad se enfoca en promover la ciencia geológica, particularmente depósitos y recursos minerales, y su objetivo es disseminar conocimiento científico en conferencias, viajes de terreno, cursos y publicaciones. La SEG juega un rol preponderante en la promoción del estatus y estándares éticos de la geología económica. La sociedad es gobernada por un Concejo y Comité Ejecutivo y ofrece diversas categorías de membresía incluyendo Asociados, Miembros y Estudiantes Miembros.



Caso de Estudio

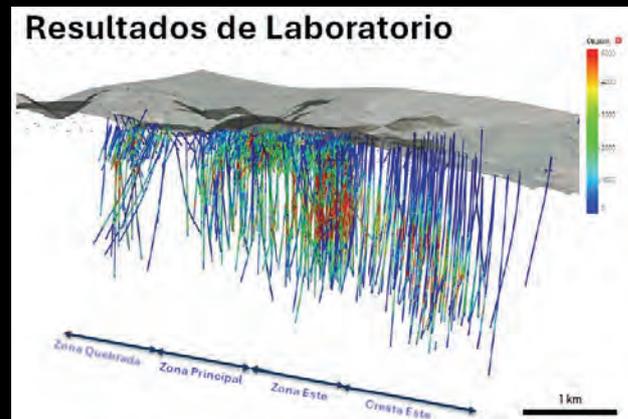
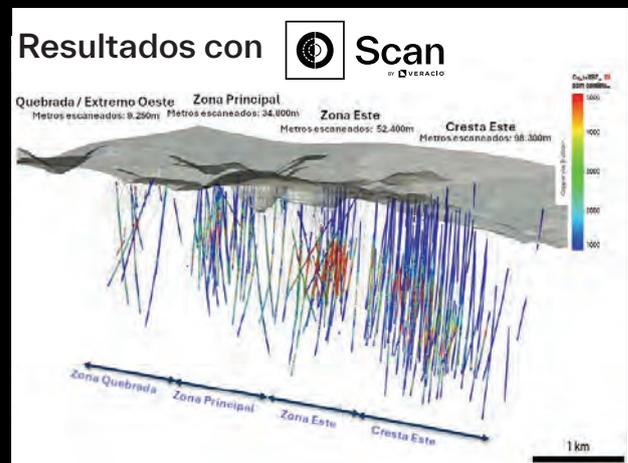


Un recurso definido antes que los resultados de laboratorio

La minera Red Chris de British Columbia requería de datos en tiempo real para guiar sus observaciones de testigos y superar los retrasos de los ensayos de laboratorio, especialmente durante la pandemia del COVID.

Esta innovación empoderó a los geólogos con información oportuna, permitiéndoles tomar decisiones proactivas basadas en valores de Cu a casi tiempo real y avanzados modelos geológicos. La tecnología de sensores de TruScan suministró información en tiempo real para el modelamiento espacial de las muestras de testigos, ofreciendo información crucial con semanas de antelación a los ensayos finales de laboratorio.

La avanzada tecnología de TruScan sentó un precedente en la aplicación de soluciones similares por todo el sitio minero. La demostración de la capacidad de otorgar datos a tiempo real y precisos puede conllevar a un realce de la eficiencia operativa y un proceso de toma de decisiones informado en la industria minera.



DATOS DE RECURSOS ANTES QUE EL LABORATORIO

Los datos no solo asistieron con la priorización de los intervalos de testigos para expeditar su procesamiento en los laboratorios, sino que también permitieron la creación de modelos geológicos que incorporaron información de volúmenes de metal mucho antes que los resultados de los ensayos se encontraran disponibles.

PRIORIZACIÓN DE LABORATORIO

Los valores de cobre (Cu) fueron particularmente instrumentales para refinar la toma de muestras de testigos y las secuencias de despachos de los laboratorios, enfocándose en material con contenido de Cu y minimizando el procesamiento de roca encajonada débil y anómala.

De toma de muestras a publicación en 6 semanas

Minera Red Chris, 2019-2023
British Columbia, CA



Las funciones de TruScan se transformaron en una herramienta crítica que NewCastle podía utilizar para comunicar efectivamente el valor y potencial del proyecto RedChris, realizando la transparencia y confianza de los inversionistas y partes interesadas.

Newcrest deseaba acelerar el proceso de informar al público de hallazgos relevantes de leyes. Al utilizar los ensayos en terreno de TruScan, el Proyecto pudo priorizar ensayos que garantizarían una comunicación efectiva que maximizaría la confianza de los inversionistas en el proyecto.

“

“No sólo se encontraban disponibles valores de metal para un modelamiento espacial con semanas de antelación a los ensayos finales de los laboratorios, sino que los datos también contribuyeron a priorizar los intervalos (en este caso, de 342 a 1.062 m) para su envío expedito a los laboratorios.

Extracto de Caso de Estudio 1
-Red Chris, BC Canadá



ANÁLISIS EXPEDITO

Los ensayos en terreno de TruScan aportaron un acelerado y preciso análisis de hallazgos de leyes relevantes. Esto permitió la priorización de los resultados de los ensayos y un oportuno anuncio público de importante información para el mercado.

CRONOGRAMA ACELERADO

Mediante la aplicación de un rápido análisis, el Proyecto logró una extraordinaria reducción desde el escaneo en terreno a su anuncio público a sólo seis semanas. Con esto se aseguró que el mercado recibiera actualizaciones oportunas sobre hallazgos relevantes de leyes entre diciembre 2019 y enero 2020.

MAXIMIZANDO LOS LOGROS DE UN PROYECTO

Esta eficiente diseminación de información jugó un rol crucial en la maximización de los logros del proyecto y atracción de un continuo apoyo.

Las capacidades de TruScan se transformaron en una herramienta crítica que Newcrest podría utilizar para comunicar efectivamente el valor y potencial del Proyecto RedChris, potenciando así la transparencia y confianza de los inversionistas y partes interesadas.





Minera Red Chris, 2019 - 2023
British Columbia, CA

Optimizando los Flujos de Trabajo de Minera Red Chris

La minera Red Chris de Newcrest está potenciando a Strata, la herramienta de logueo asistido de Veracio, para aportar beneficios palpables, incluyendo un rápido procesamiento de datos, flujos de trabajo y geólogos empoderados.

Potenciando los Flujos de Trabajo de Geología en Minera Red Chris

La integración con la avanzada tecnología de TruScan demuestra la innovación en la industria minera, en donde la información respaldada por datos pavimenta el camino para una excelencia operacional.

El equipo de geología de Red Chris requería de datos con mayor rapidez y había identificado oportunidades para optimizar sus flujos de trabajo. Al integrar TruScan verticalmente con el software de logueo asistido de Strata, la minera obtuvo extraordinarios avances en eficiencia.

Anthony Harris,

Geólogo en Jefe de Newcrest, declaró:

“Este ambiente se encuentra confinado y es continuo en lo que respecta a los datos, con imágenes que se trasladan del escáner a una plataforma en la nube que tiene la capacidad de analizar detalladas imágenes mediante algoritmos de visión por computadora”.

PLAZOS EXPEDITOS

Reducciones substanciales del tiempo de logueo de testigos. Un técnico de testigos de Red Chris indicó que las fotografías del escáner que ya tenía a su disposición eliminarían un paso de trabajo innecesario de su flujo de trabajo diario. Una mejora que permitió, diariamente, 8 horas adicionales de capacidad en el galpón de testigos.

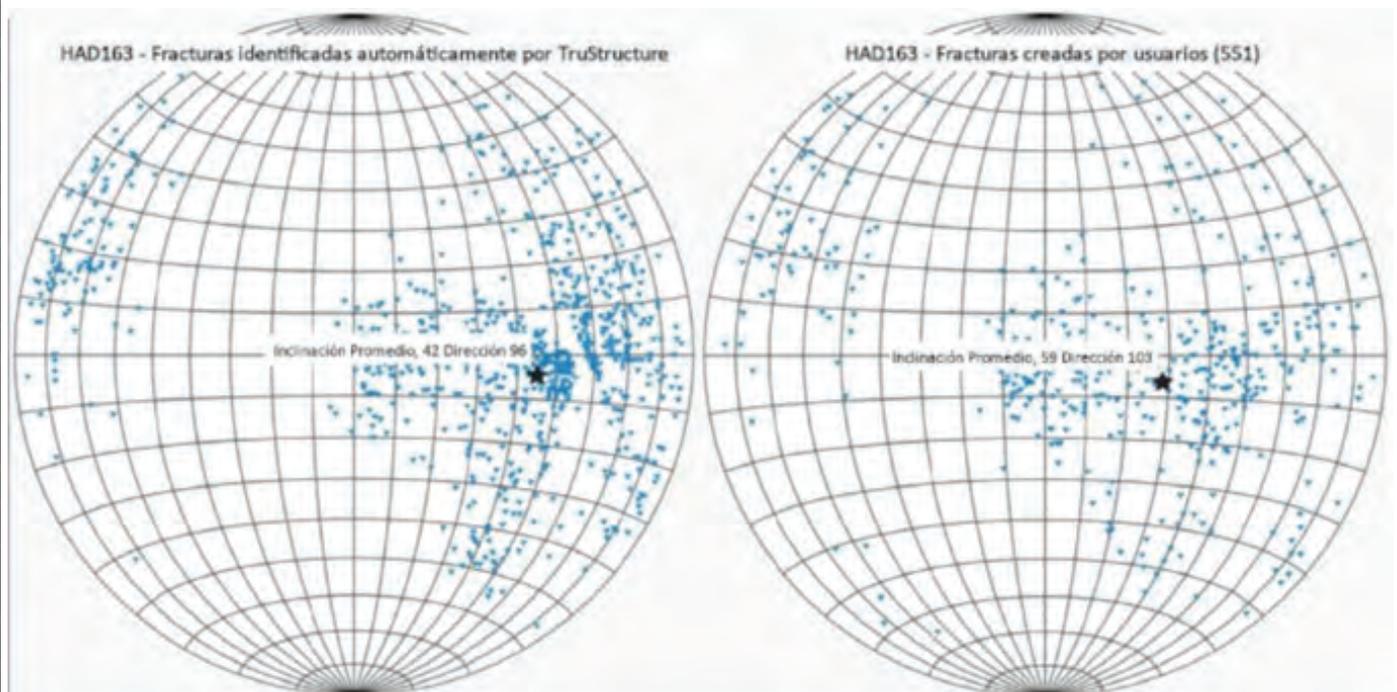
EFICIENCIA INTEGRADA

La suite de Strata, la cual incluye TruAccess, TruStructure y Autologger, se integra continuamente con TruScan, garantizando una eficiencia potenciada en todo el flujo de trabajo.

PLAZOS EXPEDITOS

Las herramientas de Strata empoderaron a los geólogos al otorgarles más tiempo para meditar sus análisis, permitiéndoles tomar decisiones bien informadas.

8 horas extras diarias en el galpón de testigos



St TruStructure™

Logueo Manual

El logueo geotécnico manual de un pozo de 1.500 m significa que comúnmente se capturará +200 características. Esto se compara con +2.000 características geotécnicas registradas automáticamente.

Anthony Harris
Geocientista en Jefe

Imágenes cortesía de:





Empoderando a los Geólogos Durante el Proceso de Exploración – Maximización del Uso de Datos a Partir del Uso de Tecnologías Potenciadoras de Escaneo



EQUIPO VERACIO

Veracio tiene el privilegio de haber sido coautor de este documento en conjunto con Anthony Harris, David Fin, Fraser MacCorquodale y William Clarke. Estos individuos son líderes por derecho propio y asisten diariamente a Veracio a potenciar la siguiente generación de conocimiento de depósitos para empresas mineras y propiedades en todo el mundo.



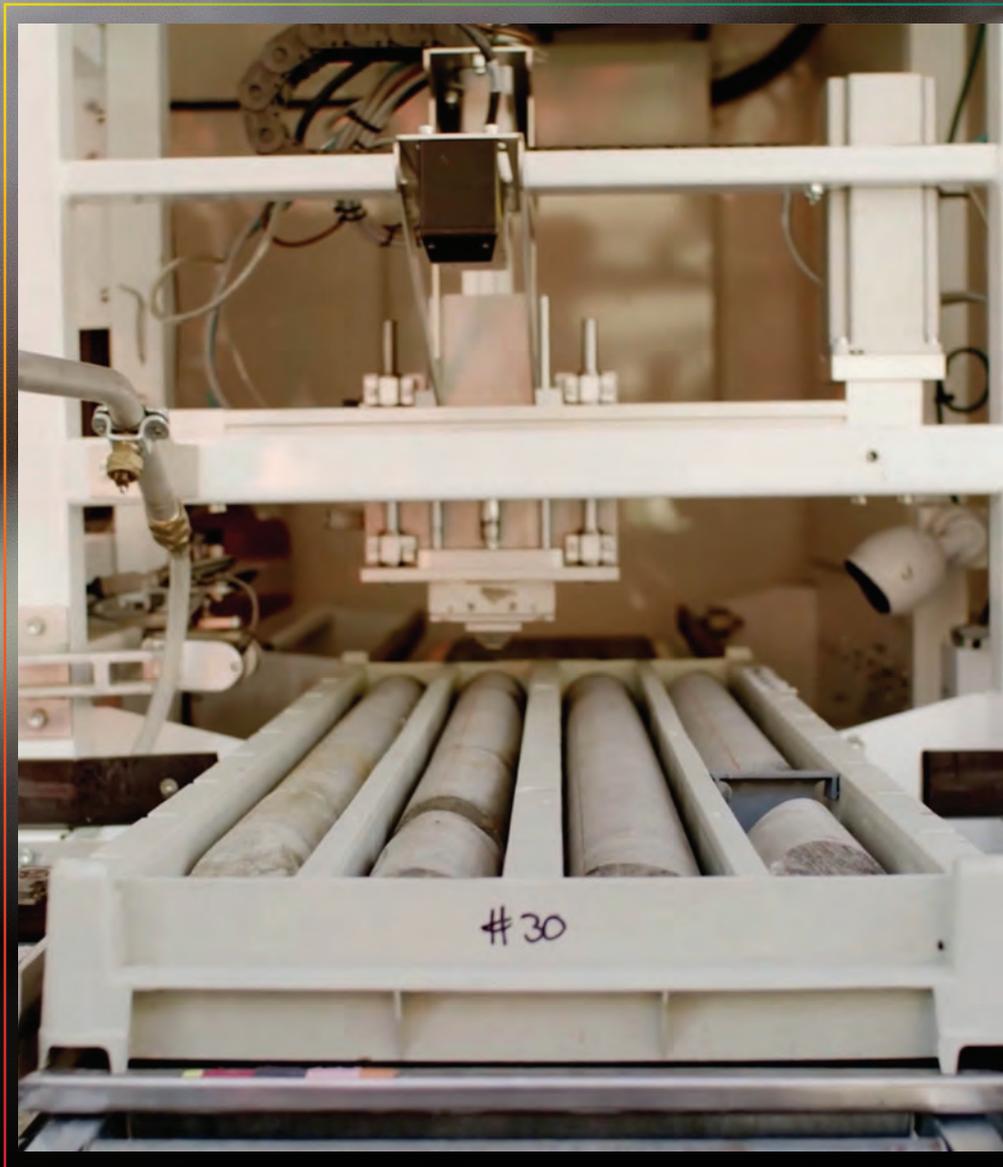
Mike Ravella es tanto un geólogo como una mente innovadora detrás de la génesis de Veracio (ex división Servicios de Datos Geológicos de Boart Longyer). A partir de 2014, Mike ha desarrollado galardonadas tecnologías y un negocio global enfocado en suministrar información geológica mediante una fusión de ciencia, tecnología y datos. Mike cuenta con un Master en Ciencias de la Tierra de la Universidad de Boston, Summa Cum Laude, y un Bachelor en Ciencias con mención en Geología del Keene State College, Summa Cum Laude.



Sasha Krneta es un Geólogo Senior de reconocido liderazgo en el desarrollo de TruScan. Su trabajo pionero en tecnologías de escaneo de testigos ha aportado soluciones que simultáneamente optimizan resultados económicos y ambientales. Su trayectoria académica incluye un Bachelor en Ciencias con Honores y un PhD basado en investigación de la Universidad de Adelaide.



Shauna Maguire es una Geocientista Líder en Veracio. Cuenta con experticia en la aplicación práctica de tecnologías de la geología para ambientes operativos; esto incluye someter a prueba conceptos para controles de ley de intervalos cortos; su hábil aporte de alcances para proyectos en diferentes sitios se ve ejemplificado en su trabajo presentado en este documento. Shauna cuenta con un Bachelor (con Honores) en Geología/Ciencias de la Tierra de la Universidad de Adelaide.



Datos + IA



Strata™

Logeo asistido por IA

St TruStructure™

Logeo litológico asistido por IA

Lo AutoLogger™

Acceso seguro a datos en la nube

Ac TruAccess™

Análisis 3D de Testigos

MinaLogger™

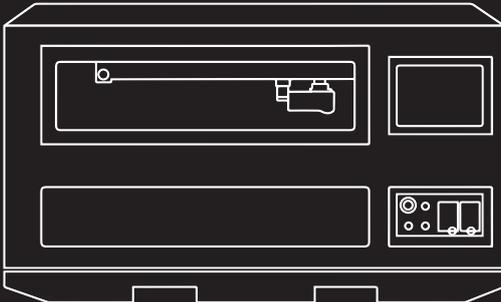
Analítica Geotech + Geochem

Vi TruVision™

Especificaciones



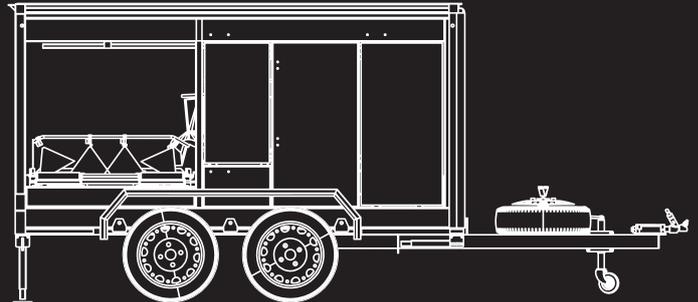
Minalyzer™



Energía	400v
Demanda Máxima	16 amperios
Agua	N/A
Requisitos	Se requiere de un terreno plano y nivelado para su operación
Ancho	1100mm
Largo	1800mm
Alto	1200mm
Dimensión máxima de bandeja	530 Ancho 1100 Largo 100 Alto



TruScan™



Energía	400V
Demanda Máxima	<15 amperes
Agua	20 litros/1000m de testigo
Requisitos	Se requiere de un terreno plano y nivelado para su operación
Largo	3.400mm
Largo (con acoplamiento)	4.980mm
Ancho	2.310 mm
Requisitos	1220mm additional width for 1220 mm de ancho adicional para carga / descarga de cajas de testigos / unloading core boxes

