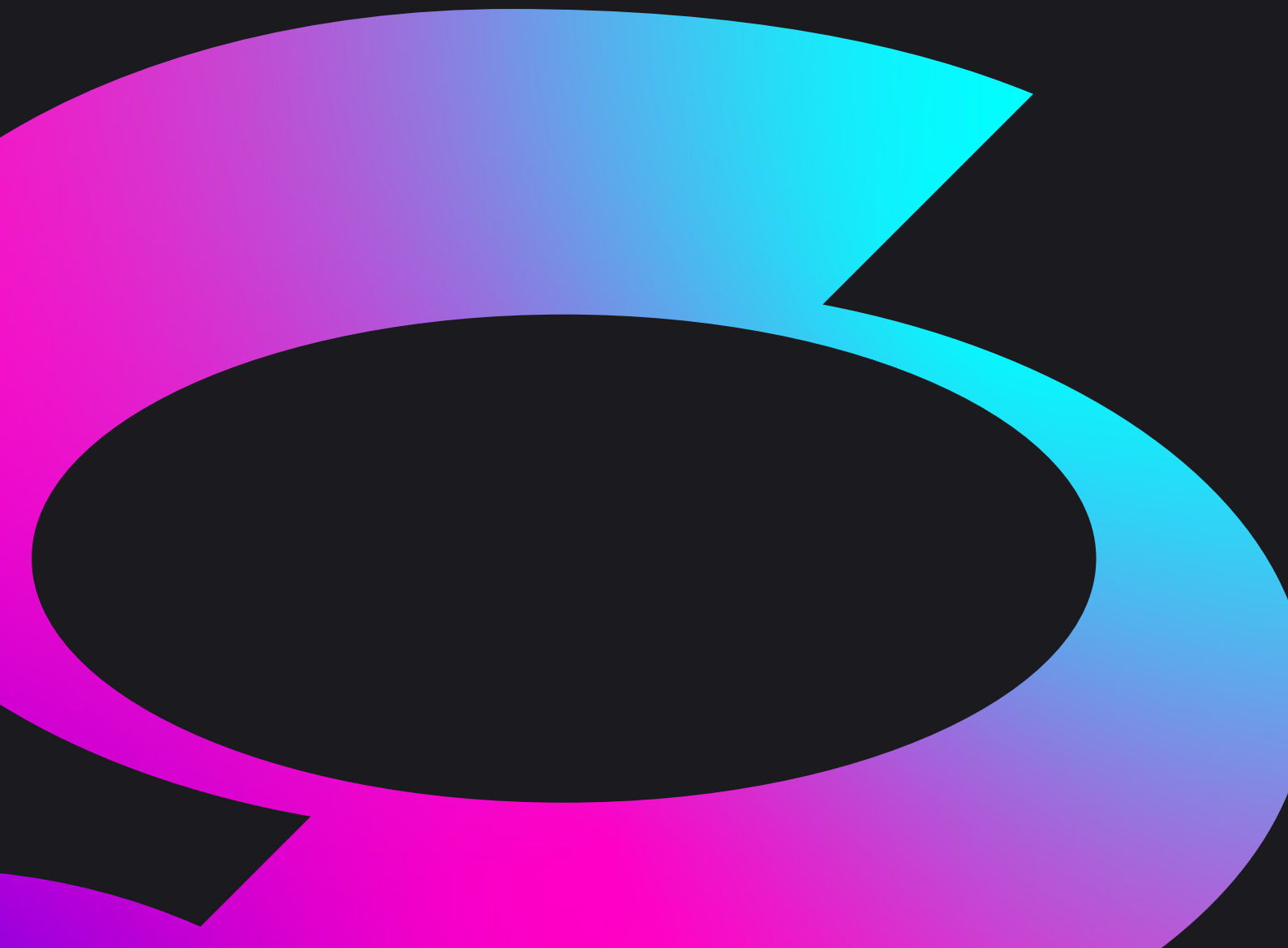




DOCUMENTO TÉCNICO

Libera todo el potencial de tu mina con Octave

Cómo lograr una minería sostenible mediante la aceleración de tecnologías digitales para maximizar la eficiencia operativa, seguridad y reducir costos.



Introducción	3
Exploración	4
Proyectos digitales	5
Entrega a operaciones	7
Operaciones y mantenimiento	7
Recuperación	9
Conclusión	10



Introducción

En la industria minera actual, maximizar la eficiencia operativa, reducir costos y mejorar la seguridad son factores fundamentales para alcanzar el éxito. Para desbloquear todo el potencial de una mina, las compañías necesitan un enfoque integral e integrado que abarque todas las etapas del ciclo de vida minero. Generalmente aisladas y dispersas en grandes extensiones, las organizaciones mineras están recurriendo a la tecnología para respaldar nuevas formas de trabajo. Más específicamente, buscan tecnologías que combinen datos de ingeniería, mantenimiento y operaciones con capacidades autónomas, para ofrecer un enfoque completamente integrado y eficiente, desde la exploración hasta la rehabilitación, en la gestión sostenible de los activos de procesamiento de la mina. Este documento analiza cómo estos enfoques innovadores pueden mejorar el triple resultado (triple bottom line) de una operación minera.

Exploración

La fase de exploración es un punto de partida crítico para cualquier proyecto minero exitoso. Comprender el yacimiento impulsa la planificación de la mina y del proceso, y respalda las decisiones de inversión a lo largo de todo el ciclo de vida de la mina. Las soluciones integrales de Octave ayudan a las operaciones mineras a comprender el yacimiento y a crear escenarios de planificación óptimos, alineados con los objetivos específicos de cada sitio. Los equipos pueden definir destinos objetivo, limitar las horas de los camiones de acarreo y restringir el avance, todo lo cual puede visualizarse y auditarse fácilmente mediante modelos 3D animados. Una buena comprensión del yacimiento también proporciona datos valiosos a los equipos de diseño de plantas para que los diseños de procesos puedan optimizarse para los minerales y metales que se extraerán. Esto a su vez respalda las estrategias de gestión de activos para reducir significativamente los costos de mantenimiento y al mismo tiempo garantizar operaciones sustentables.

La integración de la planificación, perforación y voladura, gestión de la flota y operaciones del patio de acopio es esencial para lograr la máxima eficiencia en seguridad, calidad, productividad y sostenibilidad. A través de la integración autónoma de estas funciones clave, las minas pueden agilizar procesos, aumentar la eficiencia y reducir riesgos operativos. Al rastrear de manera efectiva la ubicación de origen y la calidad mineral anticipada a partir del modelo de bloques, el modelo de control de leyes y la información del diseño de voladura, las minas pueden reducir pérdidas y dilución, mejorar la adherencia a los planes operativos y lograr mayor eficiencia y opciones dentro de la operación minera. Esto ayuda a reducir la variabilidad en la etapa de procesamiento mineral y a minimizar los residuos en las operaciones. Las soluciones innovadoras para el movimiento de material posvoladura, fragmentación y monitoreo de taludes brindan un ciclo continuo de retroalimentación para la seguridad y productividad. Con un enfoque en la integración digital, la autonomía de los datos y prácticas mineras sostenibles, la industria minera puede apoyar claramente la transformación hacia un futuro de bajas emisiones de carbono.



Proyectos digitales

El éxito en la ejecución de los proyectos, ya sean greenfield o brownfield, depende del [costo y cronograma](#). Sin embargo, según el Construction Industry Institute (CII), desde 1965 los costos de proyectos mineros han superado sus presupuestos iniciales en un promedio del 20%-60% y solo el 2,5% de los proyectos se consideran exitosos¹. Este gasto de capital (la creación de una planta, incluyendo los componentes de manejo de materiales) es específico para cada mina y, en muchos sentidos, es un diseño a la medida. Aun así, las tecnologías que aprovechan capacidades comunes y procesos de mejora pueden aumentar el rendimiento del proyecto, reducir costos y acelerar los plazos para cumplir con cronogramas que suelen ser especialmente difíciles en un entorno de proyecto altamente iterativo. Las plataformas de colaboración comunes que integran conjuntos de datos de todo el proyecto, [incluyendo diagramas, controles de proyecto y modelos 3D multidisciplinarios](#), respaldan discusiones y toma de decisiones más efectivas, permitiendo que los equipos actúen de forma proactiva cuando las situaciones cambian.

Proyectos digitales: Diseño

Para aumentar el rendimiento de los proyectos, las organizaciones mineras deben adoptar nuevos procesos y metodologías de diseño que aprovechen los datos y reduzcan su dependencia de los documentos. Con el uso de herramientas centradas en datos que abarcan información 1D, 2D y 3D o espacial, las tecnologías de Octave ayudan a impulsar diseños superiores, más seguros y confiables en las operaciones. Estas tecnologías también permiten [diseños modularizados](#) e incluyen [capacidades específicas para el manejo de materiales](#), acelerando el diseño de, por ejemplo, correas transportadoras mediante la integración con aplicaciones de diseño de correas como Sidewinder y Helix, eliminando la necesidad de reprocesamientos que consumen tiempo. Estos diseños modulares y centrados en datos luego entregan información estructural a aplicaciones de fabricación como SDS2 y Tekla, mejorando los flujos de trabajo de fabricación y logrando productos finales más precisos y alineados con la intención original del diseño. El modelado de placas de chutes y el diseño parametrizado de equipos aceleran la creación de layouts y permiten una mejor planificación de constructibilidad, reduciendo costos de material y haciendo que la planificación y ejecución de la construcción sean más simples y eficientes. Con un modelo 3D centrado en datos, las organizaciones pueden automatizar la producción de planos, creando una única fuente de verdad que elimina errores e inconsistencias en los planos, lo que se traduce en una ejecución más rápida en la construcción y una mejor toma de decisiones en las operaciones. Estos enfoques de ingeniería y diseño basados en datos permiten una gestión de proyectos más visible y controlada, desde la etapa previa al diseño básico (pre-FEED) hasta la finalización, y construyen una base sólida para el gemelo digital de ingeniería, que respalda todo el ciclo de vida de los activos de planta de la mina que representa.

Proyectos digitales: Ejecución

La gran mayoría del costo total de instalación de una planta minera se atribuye a los materiales y a la construcción del activo, lo que convierte la fase de ejecución del proyecto en la mayor oportunidad para reducir costos e impactar el cronograma. Al crear un [entorno centralizado de información](#), las organizaciones pueden mejorar la colaboración, la comunicación y la gestión de datos en apoyo de prácticas reconocidas como advanced work packaging (AWP) y front-end planning (AWP), por ejemplo, una práctica reconocida por el CII que se enfoca en mejorar la seguridad, productividad y predictibilidad del proyecto mediante la alineación de ingeniería, adquisición y [planificación y ejecución de la construcción](#), junto con sus actividades y entregables.

El CII ha demostrado que el AWP puede mejorar la productividad en campo hasta en un 25% y reducir los costos totales de instalación hasta en un 10%. Gracias a las capacidades de modelado 3D inteligente y sus visualizaciones, las compañías mineras pueden simular diversos escenarios y evaluar riesgos, permitiéndoles optimizar el cronograma en línea con AWP para garantizar un arranque a tiempo. Un enfoque centrado en datos también respalda una gestión de materiales más precisa, asegurando que los materiales estén disponibles cuando se necesiten y que el desperdicio se reduzca al mínimo. Además, si las cosas no salen según lo planificado, los equipos pueden acceder a información temprana, dándoles tiempo para reorganizarse y reasignar personas y equipos a tareas más productivas. Las soluciones escalables de Octave en gestión de materiales, fabricación y construcción respaldan todas estas oportunidades de mejora, lo que podría resultar en ahorros superiores a los identificados por el CII.

Este impulso por [reducir costos y mejorar la predictibilidad](#) del cronograma mediante el uso de datos también abre nuevas formas de trabajo que ayudan a construir un futuro más sostenible. Los datos, por supuesto, ayudan a minimizar el desperdicio gracias a listas de materiales más precisas y una mejor gestión de la compra y distribución de materiales. También permiten identificar el equipo más adecuado para cada tarea, considerando factores como garantías y requisitos de mantenimiento. Además, se pueden registrar elementos como la huella de carbono y el carbono incorporado de los materiales, de modo que las organizaciones puedan considerar la vida útil de la mina desde nuevas perspectivas al diseñar y construir la planta que dará soporte a la operación.



Entrega a operaciones

La transición de la fase de ejecución del proyecto a la operación puede ser un desafío, lo que suele resultar en días y meses perdidos clasificando, ordenando y validando documentos. Las tecnologías de Octave facilitan la entrega fluida de datos e información desde los equipos de ingeniería, construcción y puesta en marcha de los equipos de operaciones y mantenimiento.

Esta [transferencia temprana y continua](#) crea nuevos niveles de colaboración entre ingeniería y operaciones, permitiendo que los equipos de preparación operativa se involucren y se preparen lo antes posible. Esto se traduce en que las operaciones alcanzan niveles de producción nominales mucho más rápido que con los traspasos tradicionales. La [única fuente de información](#) centralizada de activos, accesible a través de una interfaz web, permite que las operaciones aumenten la disponibilidad y la visibilidad del diseño de la planta y de su avance para una audiencia mucho más amplia. Esto significa que más equipos pueden contribuir a la ergonomía operativa de la planta, generando oportunidades de optimización en las operaciones, estrategias de mantenimiento y agilización de los flujos de trabajo, lo que, en última instancia, maximiza el rendimiento general de los activos. Octave permite a las compañías mineras cerrar la brecha entre los equipos de proyecto y los equipos operativos, acelerando la puesta en marcha, mejorando la eficiencia de los activos, reduciendo el costo total de instalación y aumentando el cumplimiento del cronograma.

En el ámbito de las instalaciones industriales, especialmente en el sector minero, las prácticas eficientes de [operaciones y mantenimiento \(O&M\)](#) son fundamentales para asegurar niveles óptimos de seguridad, calidad, eficiencia, productividad y sostenibilidad. La naturaleza multifacética de las operaciones de las plantas mineras plantea numerosos desafíos que pueden afectar significativamente el rendimiento operativo y, en consecuencia, los resultados del negocio. Con más del 60% de la fuerza laboral total de la mina enfocada casi exclusivamente en [el servicio o reparación de activos complejos](#) en terreno, apoyar a estos equipos es una prioridad máxima. Con esto en mente, Octave ofrece soluciones que maximizan la efectividad de los equipos de operaciones y mantenimiento, garantizando al mismo tiempo su seguridad y mejorando el [rendimiento general de los activos](#), mientras la industria continúa avanzando hacia operaciones autónomas.

Operaciones y mantenimiento

Las operaciones mineras son complejas y abarcan múltiples áreas, desde la mina hasta el puerto. La propia área de producción puede extenderse por kilómetros y operar en condiciones extremas, lo que supone un gran desafío para los equipos en terreno. La adopción de operaciones remotas, incluido el transporte controlado a distancia y autónomo, está aumentando de forma constante, y ahora comienza a extenderse a las áreas de operaciones y mantenimiento mediante el uso de drones y robótica. Sin embargo, todavía existen muchos entornos operativos que dependen de métodos tradicionales basados en papel y trabajo manual, especialmente en operaciones con activos más antiguos.

El impulso de Octave hacia la autonomía está liderando la digitalización y la transformación digital. El [Smart Digital Reality™](#) permite a las organizaciones aprovechar su ecosistema actual de datos e información para generar conocimiento y criterio en todos los niveles del negocio, desde el piso de planta hasta la alta dirección.

Las nuevas [técnicas de conciencia](#) situacional integran más sistemas que nunca y a mayores distancias, manteniendo a las personas seguras y las operaciones funcionando de manera fluida. Las técnicas de Inteligencia Artificial (IA) se utilizan para identificar cambios y anomalías en terreno, proporcionando insights accionables para la optimización y mitigar los problemas cuando es necesario. Las capacidades de [gestión de activos](#) y de restricciones permiten programar automáticamente los mejores equipos y recursos para las tareas más críticas, manteniendo los activos operando con mayor intensidad y por más tiempo. Estas tecnologías de vanguardia están ayudando a las compañías mineras a redefinir nuevos parámetros operativos y en la forma en que trabajan las personas.

Si bien mantener los activos operando de manera efectiva es una parte clave de las operaciones, las actividades de optimización y mejora continua son fundamentales para la competitividad de una organización. La captura de datos y el [mantenimiento](#) de la planta virtual o del gemelo digital son indispensables para que los equipos cuenten con la información adecuada al momento de tomar decisiones. Con tecnologías que respaldan el Gemelo Digital, las compañías mineras pueden identificar cuellos de botella, optimizar flujos de trabajo y mejorar la productividad general, al mismo tiempo que garantizan el cumplimiento de los estándares de seguridad y medioambientales, en su búsqueda de operaciones más seguras y sostenibles. Gracias a la plataforma "trabajador conectado", las empresas pueden proporcionar a sus equipos la información adecuada en el momento oportuno, los equipos pueden planificar, actuar y registrar información siguiendo los procedimientos correctos, minimizando el error humano. Además, los datos capturados retroalimentan al Gemelo Digital, enriqueciéndolo y actualizándolo, asegurando su relevancia y generando insights accionables que respaldan decisiones más informadas.

Con un enfoque tan fuerte en los datos, las organizaciones están invirtiendo miles de millones de dólares en infraestructura minera, por lo que es fundamental tomar medidas para protegerla frente a eventos de seguridad y ciberseguridad que puedan generar impactos negativos significativos en las operaciones. Contar con una [gestión del riesgo operativo y protección de ciberseguridad](#) es de vital importancia para prevenir paradas no planificadas. Ambos aspectos requieren un entendimiento profundo de las operaciones y de las amenazas cibernéticas en los niveles más bajos del [modelo Purdue](#). La tecnología ya está abordando estos desafíos, pero la amenaza continúa creciendo tanto en los entornos IT como OT, elevando su relevancia y prioridad a nivel global.

En este contexto, las tecnologías de Octave apoyan a la industria minera para operar de manera segura, al tiempo que mejoran la calidad, la eficiencia y la productividad mediante prácticas sostenibles. Los datos generados, mantenidos y aprovechados a través de la [Smart Digital Reality™](#) lo hacen posible: entregan insights accionables que impulsan decisiones inteligentes en un entorno seguro y confiable, a lo largo de todos los niveles del negocio.

Recuperación

La rápida expansión de la industria minera, impulsada por la electrificación y otros factores, ha generado una mayor preocupación por sus consecuencias ecológicas y sociales. A medida que las industrias avanzan hacia prácticas más sostenibles, la recuperación ha cobrado relevancia como un enfoque proactivo para abordar los desafíos asociados a las alteraciones provocadas por la minería. Por ello, el cierre responsable y sostenible de minas se ha convertido en un aspecto cada vez más importante en la industria minera. Si bien muchas minas aún cuentan con años e incluso décadas de vida útil por delante, la inversión actual en tecnologías digitales inteligentes puede revolucionar la forma en que se aborda la rehabilitación en la industria minera. La capacidad de simular, monitorear y optimizar todo el ciclo de vida de los procesos de minería y rehabilitación permite a las compañías tomar decisiones informadas, minimizar los impactos ambientales y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Los sistemas avanzados de Octave apoyan la planificación de las actividades de desmantelamiento y recuperación, asegurando la sostenibilidad del entorno y, en última instancia, ayudando a las compañías a minimizar la huella ambiental de sus operaciones y a contribuir a estas prácticas sostenibles.



Conclusión

La industria minera desempeña un papel crucial en el suministro de materias primas esenciales para diversos sectores de la economía global. Las minas están constantemente esforzándose por ser más sostenibles y por tener objetivos de bajas emisiones en apoyo de las metas globales, al tiempo que buscan ser más rentables. Las iniciativas que abordan la conservación ambiental, la responsabilidad social, el cumplimiento normativo y la viabilidad a largo plazo de las operaciones de sus minas están impulsando nuevas prácticas de trabajo autónomas y basadas en datos, que dependen en gran medida de la tecnología más reciente.

Octave ofrece a las organizaciones mineras una pila de soluciones integrales para ayudar a desbloquear todo el potencial de sus minas. Al aprovechar capacidades avanzadas de entrega y ejecución de proyectos, Octave permite a las empresas mineras construir y mantener un [Gemelo Digital](#) de su planta de procesamiento minero dentro del presupuesto y el cronograma. Esto, integrado con datos e información operativa, posibilita una [Realidad Digital Inteligente](#) de la mina que mejora la toma de decisiones, agiliza procesos y optimiza el rendimiento general de los activos, además de lograr la excelencia operativa, optimizar la productividad, reducir costos y asegurar el cumplimiento normativo durante toda la vida útil de la mina. Las capacidades tecnológicas de Octave, su experiencia industrial y su red de socios son todo lo que necesitas para llevar la transformación digital a tu negocio, hoy y en el futuro siempre cambiante.

Acerca del autor

Marcus Haynes es un estratega digital experimentado con una amplia experiencia en impulsar la transformación digital y acelerar el crecimiento empresarial mediante la adopción de tecnologías digitales. Le apasiona ayudar a las organizaciones a aprovechar las últimas herramientas y tecnologías digitales para crear soluciones innovadoras que generen resultados empresariales medibles.

Referencias

1. "CII Best Practices," CII, <https://www.construction-institute.org/cii-best-practices>
2. "AWP Education Framework," CII, <https://www.construction-institute.org/CII/media/Documents/CII-AWP-CBA-Education-Framework.pdf>
3. "Implementing Effective Maintenance Strategies for Long Term Production Goals", Mining Digital, <https://miningdigital.com/supply-chain-and-operations/implementing-effective-maintenance-strategies-long-term-production-goals>

Sobre Octave

Octave es líder en software empresarial, transformando datos en acciones decisivas e inteligencia en tu ventaja competitiva. Nuestro software resuelve y simplifica la complejidad, desde el diseño y la construcción hasta la operación y la protección de personas, propiedades y activos—para cualquier alcance y a cualquier escala.

Durante décadas, hemos trabajado junto a nuestros clientes para mejorar el rendimiento, elevar la eficiencia y amplificar los resultados. Desde plantas industriales hasta ciudades completas, nuestras soluciones están diseñadas para escalar lo que es posible desde el primer día en adelante.

©2026 Intergraph Corporation y/o sus afiliadas. Todos los derechos reservados.