



03

TIMINING

ARIS

ARIS

Aris es una solución que integra distintas fuentes de información permitiendo a sus usuarios monitorear y comprender de manera simple y con mayor exactitud la situación geomecánica de la mina, facilitando una toma de decisiones de extracción y producción más precisa y segura.

Aris is a solution integrating different sources of information and which allows the users to monitor and understand in a simple manner and with greater accuracy, the geo-mechanical condition of the mine, in turn facilitating decisions making regarding extraction and production in a more precise and safe manner.





TIMining
Software para la Gran Minería

CONTACTO / CONTACT:

Carlo Calderón
Gerente de Innovación

www.timining.com

+56 2 29539522

Av. Del Valle 787 piso 6

Ciudad Empresarial, Santiago - Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

TIMining se creó el año 2011, producto de un joint venture entre dos empresas chilenas: 3D Mining y E-Mining Technology. Sin embargo, la historia de la compañía comenzó a escribirse desde el 2000, cuando Carlo Calderón, fundador de 3D Mining, desarrolló por 7 años un software de visualización en 3D y monitoreo de sensores para el área geomecánica de la División El Teniente de Codelco. Los estudios y pruebas fueron desarrollados en el IM2 de Codelco y el Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile.

Por otro lado, Nolberto Contador, de E-Mining Technology, contaba con una vasta experiencia en geomecánica e interés por desarrollar un software en esta área. El año 2008 conoce a Carlo Calderón y subcontrata a 3D Mining con la misión de elaborar una herramienta de monitoreo geotécnico para Minera Los Pelambres. El desafío era implementar las ideas y soluciones desarrolladas por E-Mining, utilizando la tecnología de 3D Mining para el monitoreo de la operación a cielo abierto.

Hasta ese momento, 3D Mining era una empresa de desarrollo de software para la minería. A partir de los resultados alcanzados y motivados por enfrentar proyectos técnicamente más desafiantes, se unieron con E-Mining para crear TIMining, transformándose en una empresa con un equipo multidisciplinario que combinó la experiencia técnica en el desarrollo de software y en geomecánica. Hoy diseñan y construyen soluciones digitales sustentables y replicables para la industria minera nacional e internacional.

TIMining significa Tecnología e Innovación en Minería y una de las primeras soluciones innovadoras que desarrollaron como empresa el año 2011 fue Aris, la cual permite conocer lo que ocurre geomecánicamente en una operación minera. Desde entonces, cuenta con clientes como División El Teniente y Ministro Hales de Codelco, Minera Escondida de BHP Billiton, Los Pelambres de Antofagasta Minerals y Doña Inés de Collahuasi.



COMPANY OVERVIEW

TIMining was founded in 2011 as the result of a joint venture between two Chilean companies: 3D Mining and E-Mining Technology. However, the company's history began to write itself starting in 2000 when Carlo Calderón, founder of 3D Mining, developed a 3D visualization and sensor monitoring software during 7 years for the geomechanics area of the El Teniente Division of Codelco. The studies and tests were performed in the IM2 of Codelco and the Center for Mathematical Modeling of the University of Chile.

In addition, Nolberto Contador of E-Mining Technology had vast experience in geomechanics and interest in developing software in this area. In 2008, he met Carlo Calderón and subcontracted 3D mining to create a geotechnical monitoring tool for Minera Los Pelambres. The challenge was to implement ideas and solutions developed by E-Mining while using the 3D Mining technology for monitoring the open-pit operation.

Up to that moment, 3D Mining had been a software development company for the mining industry. Due to the obtained results, and because they were motivated to tackle projects that were more technically challenging, they joined E-Mining to create TIMining. They became a company with a multidisciplinary team combining technical experience in the development of software and in geomechanics. Today, they design and build sustainable and replicable digital solutions for the national and international mining industries.

TIMining stands for Technology and Innovation in Mining, and one of the first innovative solutions they developed as a company in 2011 was Aris, which permits understanding of what is occurring from a geo-mechanical standpoint in a mining operation. Ever since then, they have had clients such as the El Teniente Division and Ministro Hales from Codelco, Minera Escondida from BHP Billiton, Los Pelambres from Antofagasta Minerals, and Doña Inés from Collahuasi.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

Las faenas mineras, a medida que aumentan su tiempo de operación y crecimiento, se ven sometidas a cambios en su forma y estructura que, a pesar de ser considerados en sus diseños y construcciones, requieren ser monitoreados y modelados con precisión para evitar situaciones catastróficas. En especial cuando la faena se hace más profunda y compleja. Experiencias vividas en el derrumbe de la mina San José el año 2010 y el deslizamiento de talud de la operación Bingham Canyon, perteneciente a Kennecott Utah Copper el 2013, son una muestra del impacto que puede tener en una operación minera el no contar con mecanismos que eviten este tipo de desastres. Por esto, se hace necesario entender mejor la estabilidad y estructura del macizo rocoso.

Para ello existen herramientas e instrumentos con altos niveles de precisión, como estaciones topográficas, extensómetros, prismas, y radares, que entregan información de los cambios en la forma y esfuerzos que se ejercen en las distintas estructuras. Con estos datos se puede analizar y comprender mejor qué ocurre en el macizo en términos de morfología y geomecánica. De este modo, los cambios en la forma y esfuerzos, los niveles de riesgo de los cambios del terreno, y la planificación y continuidad operacional de la faena, pueden ser medidos, gestionados y controlados bajo el liderazgo de un equipo geotécnico que monitorea los taludes las 24 horas y los 7 días de la semana.



Fotografía Codelco Chile

DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

As mining projects increase their operation time and growth, they are subject to changes in their form and structure, which, despite having been considered in their designs and construction, need to be monitored and modeled with precision to avoid catastrophic situations. This is particularly true when the mine is deeper and more complex. The experiences from the collapse of the San José mine in 2010 and the embankment slide of the Bingham Canyon operation of Kennecott Utah Copper in 2013 are examples of the impact that can be had on a mining operation if there are not mechanisms in place to avoid these types of disasters. This makes it essential to understand the stability and structure of the rock mass better.

To do this, there are tools and instruments with high pressure levels, such as topographic stations, extensometers, prisms, and radars delivering information regarding the changes in form and forces exercised on the different structures. Using this data, it can be better analyzed and understood what is occurring in the mass in terms of morphology and geomechanics. In this manner, changes in the form and forces, the levels of risk of land changes, and the planning and operational continuity of the mine can be measured, managed, and controlled under the leadership of a geotechnical team monitoring slopes 24 hours a day, 7 days a week.



Una estrategia utilizada para ser más productivos y aprovechar el mineral disponible en las operaciones mineras de cielo abierto es operar con taludes o paredes con un mayor ángulo de inclinación. A mayor pendiente, más posibilidades de extracción de mineral. Sin embargo, el terreno se hace más inestable y, producto de la actividad de tronadura y extracción, se pueden provocar desprendimientos o derrumbes. Es por esto que el área de Geotecnia es responsable de vigilar el estado geomecánico de la operación, coordinar el trabajo con el área de mina, identificar situaciones de riesgo y tomar medidas de prevención y mitigación.

A finales de la década del 2000, el mayor esfuerzo de las áreas de Geotecnia se concentraba en recopilar y fusionar toda la información manualmente desde los distintos sensores e instrumentos, incluidos los radares. Había una necesidad creciente de operar de forma más automatizada, integrada y comprensiva, con el objetivo de tener un mayor control en tiempo real de los riesgos geotécnicos. Sin embargo, el foco de cada uno de los proveedores de instrumentación estaba en medir y proveer de manera precisa los datos levantados a través de sus equipos, lo que dificultaba el trabajo de los especialistas geotécnicos para interpretar y



analizar la información de forma unificada y así tomar mejores decisiones. Hasta ese momento, no existían soluciones que facilitaran la integración de distintas tecnologías de monitoreo de estructuras y macizos de manera abierta y transparente.

A partir del 2010, el monitoreo geotécnico ha crecido de manera importante y se ha sofisticado. Las operaciones mineras en Chile han liderado esta evolución. Por el gran tamaño y condiciones de sus macizos rocosos y operaciones, los problemas y necesidades que se han presentado están a la vanguardia de la industria.

One strategy used to be more productive and take advantage of the mineral available in open-pit mining operations is to operate with embankments or walls with a larger angle of slope. The bigger the slope is, the greater the possibility is of extracting minerals. However, the land becomes less stable and landslides or collapses can be caused by the blasting and extraction activities. Due to this, the Geotechnical area is responsible for monitoring the geo-mechanical status of the operation, coordinating the work with the mining area, identifying hazardous situations, and taking measures involving prevention and mitigation.

At the end of the 2000s, the greatest efforts in the Geotechnical areas focused on manually collecting and merging all information from the different sensors and instruments, including the radars. There was a growing need to operate in a more automated, integrated, and comprehensive fashion, with the aim of having greater control in real time of the geotechnical risks. However, the focus of each of the suppliers of instrumentation was on measuring and precisely providing the data collected using their equipment, which made the work of the geotechnical specialists more difficult to interpret and analyze the information in a unified manner and then make better decisions. Up until that time, there had not been any solutions that facilitated the integration of different technologies for monitoring structures and masses openly and transparently.


Beginning in 2010, geotechnical monitoring has grown substantially and has become sophisticated. Mining operations in Chile have led this evolution. Due to the great size and conditions of its rock masses and operations, the problems and needs that have arisen here are at the forefront of the industry.



El área de Geotecnia está directamente conectada con el jefe de turno de Operaciones. En caso de que los sensores y sistemas muestren alguna condición de inestabilidad y riesgo, se activa el canal de comunicación entre ambos para alertar a los trabajadores que se encuentran en la faena. Por esta razón, la función del área geotécnica ha inducido un cambio en la forma de operar de las compañías mineras; lo que las ha llevado a catalogar al área y sus soluciones como fundamentales para la continuidad operacional.

No es de extrañar que varias operaciones como, por ejemplo, Doña Inés de Collahuasi, hayan declarado su sistema integrado de monitoreo geotécnico como línea crítica. Una decisión que impacta directamente en el proceso productivo y en la disponibilidad que requiere este tipo de soluciones.

Esta oportunidad fue la que identificó TIMining para desarrollar Aris, una solución que permitiese integrar y desplegar, de manera simple y automatizada, información relevante para el área de Geotecnia de operaciones mi-



Varias operaciones han declarado su sistema integrado de monitoreo geotécnico como línea crítica.

neras. Esta solución se materializó el mismo 2011 con Minera Los Pelambres como primer cliente y durante los años siguientes han incorporado nuevas versiones y funcionalidades de acuerdo al avance de las tecnologías y sistemas de medición, y a las necesidades de sus clientes.

The Geotechnical area is directly linked to the Operations Shift Supervisor. In the event the sensors and systems demonstrate any condition of instability and risk, channels of communications are activated between both to alert the workers who are in the mine. Because of this, the function of the geotechnical area has caused a change in the modus operandi of mining companies, which has led them to consider this area and its solutions as fundamental for operational continuity.

It is not unexpected, then, that various operations, such as Doña Inés from Collahuasi, have affirmed that their integrated geotechnical monitoring system is critical. This is a decision that has a direct impact on the productive process and on the availability required by this type of solution.

This was the opportunity that TIMining identified to develop Aris, a solution that would allow for the simple and automated integration and provision of relevant information for the Geotechnical area of mining operations. This solution was also achieved in 2011 with Minera Los Pelambres as the first client, and over the next few years, they incorporated new versions and features according to the breakthroughs in technology and measurement systems, as well as the needs of the clients.

El desafío es poder integrar y desplegar información consolidada de manera clara, teniendo en cuenta que esta proviene de distintos proveedores y tecnologías.

SOLUCIÓN

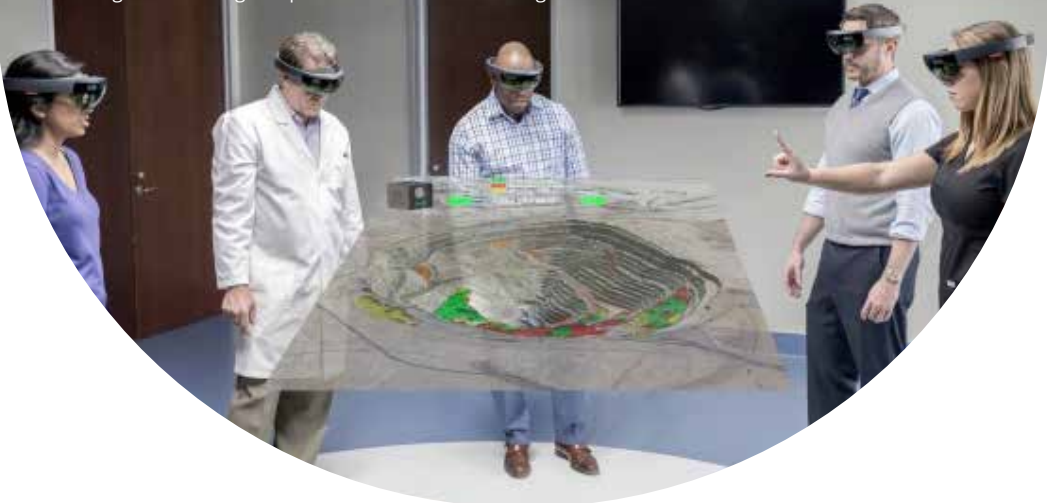
Aris es una plataforma digital que permite al área de Geotecnia de una operación minera contar con información periódica, en línea, automatizada e integrada de todo lo que ocurre en la faena desde el punto de vista del comportamiento físico y mecánico de su infraestructura, incluidos los taludes. De este modo, contribuye a una mejor gestión del riesgo y, por lo tanto, a la continuidad operacional de un sitio minero. A través de la integración de un conjunto de fuentes de información y datos, permite a sus usuarios monitorear y comprender con mayor exactitud la situación geomecánica, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones de extracción y producción de manera más precisa e informada.

En la medida que se pueden levantar e integrar más fuentes de instrumentos y sensores, mejor comprensión se tiene del estado de la infraestructura y macizo de una operación. El desafío es poder integrar y desplegar la información consolidada de manera clara, teniendo en cuenta que esta proviene de distintos proveedores y tecnologías de medición. Esta

necesidad es la que busca resolver TIMining con su solución Aris.

Una de las ventajas de Aris es que es totalmente independiente de los proveedores de instrumentos y sensores. Tras levantar los protocolos, formatos de información, experiencia con el usuario y mecanismos de almacenamiento de cada sistema durante varios años, esta solución se ha abierto paso a incorporar la información de cada uno. A través del diseño de una interfaz resuelve los problemas de compatibilidad entre distintos sistemas, manteniendo un nivel de independencia de los proveedores de instrumentación. Esto les permite ofrecer una solución compatible e interoperable con las principales empresas de información geotécnica.

El sistema es capaz de conectarse con la base de datos de cada proveedor y desplegar en un mapa tridimensional la ubicación de los prismas, toda la topografía, y obtener desde un radar los cambios de forma de un terreno en cada instante, además de



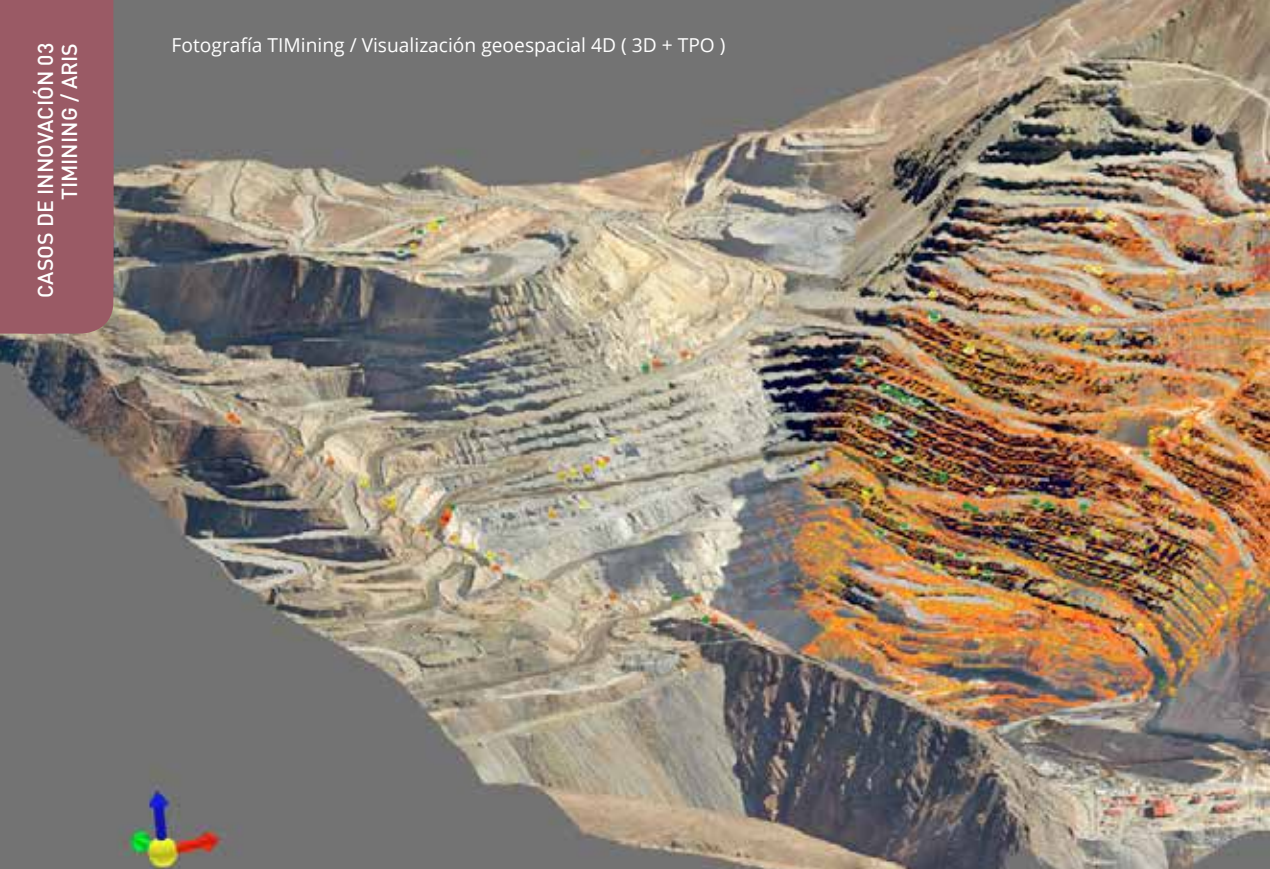
SOLUTION

Aris is a digital platform allowing the Geotechnical area of a mining operation to rely on periodic, online, automated, and integrated information on everything that is occurring in the mine from a standpoint of physical and mechanical behavior of its infrastructure, including the slopes. As such, it contributes to better management of risk, and, therefore, to the operational continuity of a mining site. Through the integration of multiple sources of information and data, its users can monitor and understand the geo-mechanical situation with greater precision to facilitate decision-making regarding extraction and production in a more precise and informed manner.

Inasmuch as more sources of instruments and sensors can be collected and integrated, the better the understanding will be of the status of the infrastructure and mass of operation. The challenge is to integrate and provide consolidated information clearly, considering that it comes from different suppliers and measurement technology. TIMining seeks to resolve this need with its Aris solution.

One of the advantages of Aris is that it is entirely independent from the suppliers of instruments and sensors. Having established protocols, information formats, experience with the user and storage mechanisms for each system for various years, this solution has opened up opportunities for incorporating information from each one. It resolves the compatibility problems between different systems via the design of an interface. This maintains a level of independence from suppliers of the instrumentation and allows it to offer a compatible and interoperable solution with the primary geotechnical information companies.

The system can connect with each supplier's database and deploy the prisms and all topography on a 3-dimensional map and obtain the changes in the form of the land from a radar at each moment, as well as information captured from satellites. The combination of these functions facilitates understanding the physical evolution

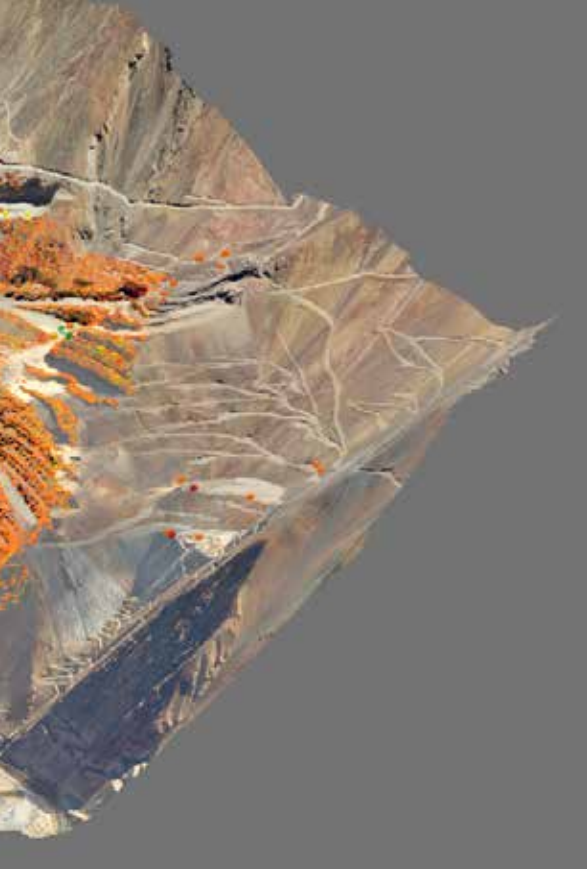


la información capturada desde satélites. La combinación de estas funciones facilita la comprensión de la evolución física de las estructuras al considerar su situación actual, los planes futuros de explotación minera, e integrarlo con cámaras que muestran en tiempo real lo que ocurre en la operación.

El equipo de TIMining, con experiencia en minería y desarrollo de software, ha construido una solución capaz de monitorear las operaciones mineras más grandes y complejas a escala mundial. Sus características de modularidad, flexibilidad de integración y compatibilidad se pueden aplicar al monito-

reo físico y mecánico de otros recursos mineros como tranques, botaderos y pilas, lo que puede contribuir a satisfacer necesidades de otras industrias de recursos naturales.

Además de integrar la información de distintos sensores e instrumentos, es relevante desplegar y conocer el contexto en donde se encuentran esos equipos y cuál es el impacto potencial que puede tener en la producción y continuidad operativa. Por esta razón, Aris tiene la capacidad de incorporar la información de ubicación de explotación de equipos móviles, como palas perforadoras, lo que permite determinar si hay una condición de



riesgo donde se opera y así evitar accidentes.

TIMining ha facilitado la forma de entregar, analizar y compartir información de calidad y comprensible del comportamiento físico de los taludes de una mina. Una innovación que apoya el trabajo coordinado entre las áreas de Operaciones y Geotecnia de una faena minera, de modo que puedan tomar decisiones informadas respecto de cómo explotar eficientemente y de manera segura su operación.

of the structures by considering their current situation, future of mining activity and integrating it with cameras showing what is happening in the operation in real time.

With experience in mining and software development, the TIMining team has built a solution capable of monitoring the largest and most complex mining operations at the global level. Its features pertaining to modularity, integration flexibility, and compatibility can be applied to the physical and mechanical monitoring of other mineral resources such as dams, dumps, and heaps, which may contribute to satisfying the needs of other natural resource industries.

Along with integrating information from various sensors and instruments, it is important to provide and understand the context in which this equipment is found, and the potential impact it may have on production and operational continuity. Therefore, Aris can incorporate the information on the location of use of mobile equipment, such as drilling shovels, which allows for determining if there is a risky condition where operations are being carried out, and to avoid accidents.

TIMining has facilitated the method for delivering, analyzing, and sharing quality, understandable information on the physical behavior of the slopes of a mine. This is an innovation that supports coordinated efforts between the areas of Operations and Geotechnics of mining activity, so that well-informed decisions can be made regarding how to efficiently and safely carry out the operation.

La etapa de comprensión profunda del problema se realiza con la participación activa de TIMining y el cliente.

PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

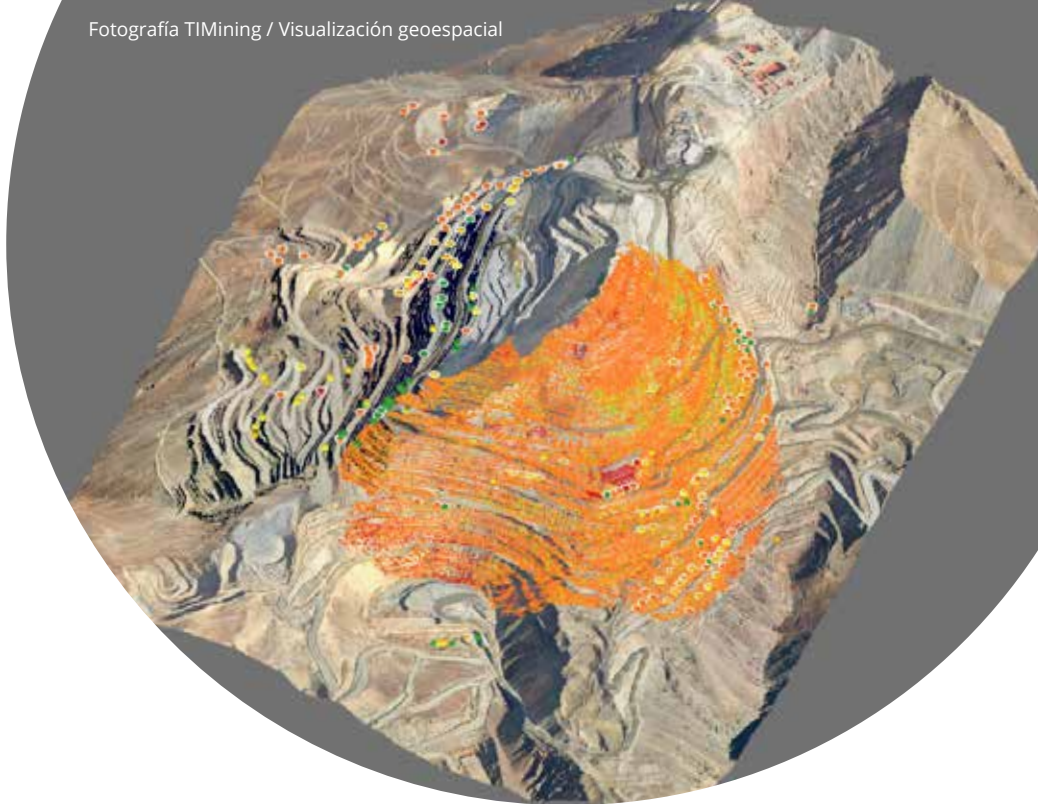
TIMining utiliza el mismo proceso de desarrollo para sus distintos sistemas y plataformas. Este se inicia con la etapa de entender muy bien el problema que tiene su cliente. Aun cuando Aris nace como una solución inicial de monitoreo geomecánico para la División El Teniente de Codelco, su consolidación se materializa a partir de la necesidad de E-Mining de monitorear rajos.

La etapa inicial de comprensión profunda del problema se realiza con la participación activa de TIMining y el cliente. Este involucramiento continúa en el desarrollo de un prototipo rápido para simplificar el problema y la solución. Luego, se prueban y validan con el usuario las hipótesis y efectividad de la primera solución. En el caso particular de Aris, este primer usuario fue Minera Los Pelambres. De acuerdo a las necesidades que surgen de los clientes y de la disponibilidad de nuevos antecedentes de medición, se agregan paulatinamente

funcionalidades claves al conjunto de mediciones realizadas en terreno, como la captura de la información del monitoreo topográfico y la integración de sensores, como los extensómetros.

Posteriormente, con las capacidades generadas en TIMining en el desarrollo de software y el conocimiento de minería, y en particular de geomecánica, se han agregado modelos de instrumentación principal, incluidos los sistemas de medición de prismas que están instalados estratégicamente en los bancos de la mina, y que son registrados por equipos topográficos para entregar la información de cada ubicación. Además, incorporaron el modelo de bloques y geotécnicos con sus respectivas lecturas, lo que permite representar toda la geometría de la operación minera.

La funcionalidad más reciente de esta solución es la incorporación de la operación desde el punto de vista de la ubicación y lugar de



INNOVATION PROCESS – FACILITATORS AND BARRIERS

TIMining uses the same development process for its different systems and platforms. This begins by thoroughly understanding the client's problem. Even though Aris originated as a geo-mechanical monitoring solution for the El Teniente Division of Codelco, it was consolidated based on the need of E-Mining to monitor pits.

The initial stage of thoroughly understanding the problem is done through the active participation of TIMining and the client. This involvement continues in the quick development of a prototype to simplify the problem and solution. Next, the hypotheses and effectiveness of the first solution are tested and validated with users. In the specific case of Aris, the first user was Minera Los Pelambres. According to the clients' needs that arise, and the availability of new measurement information, key features are gradually added to the set of measurements performed in the field, such as collecting information from topographic monitoring and the integration of sensors, like the extensometers.

After this, with the capacities generated at TIMining in software development and mining knowledge, specifically geomechanics, primary instrumentation models have been added, including the systems for measuring prisms strategically installed on the banks of the mine, and which are recorded by topographic equipment to deliver information on each location. Furthermore, they incorporated the block and geotechnical model with their respective readings, allowing all geometry of the mining operation to be depicted.

The most recent feature of this solution is the incorporation of the operation from the standpoint of the loca-

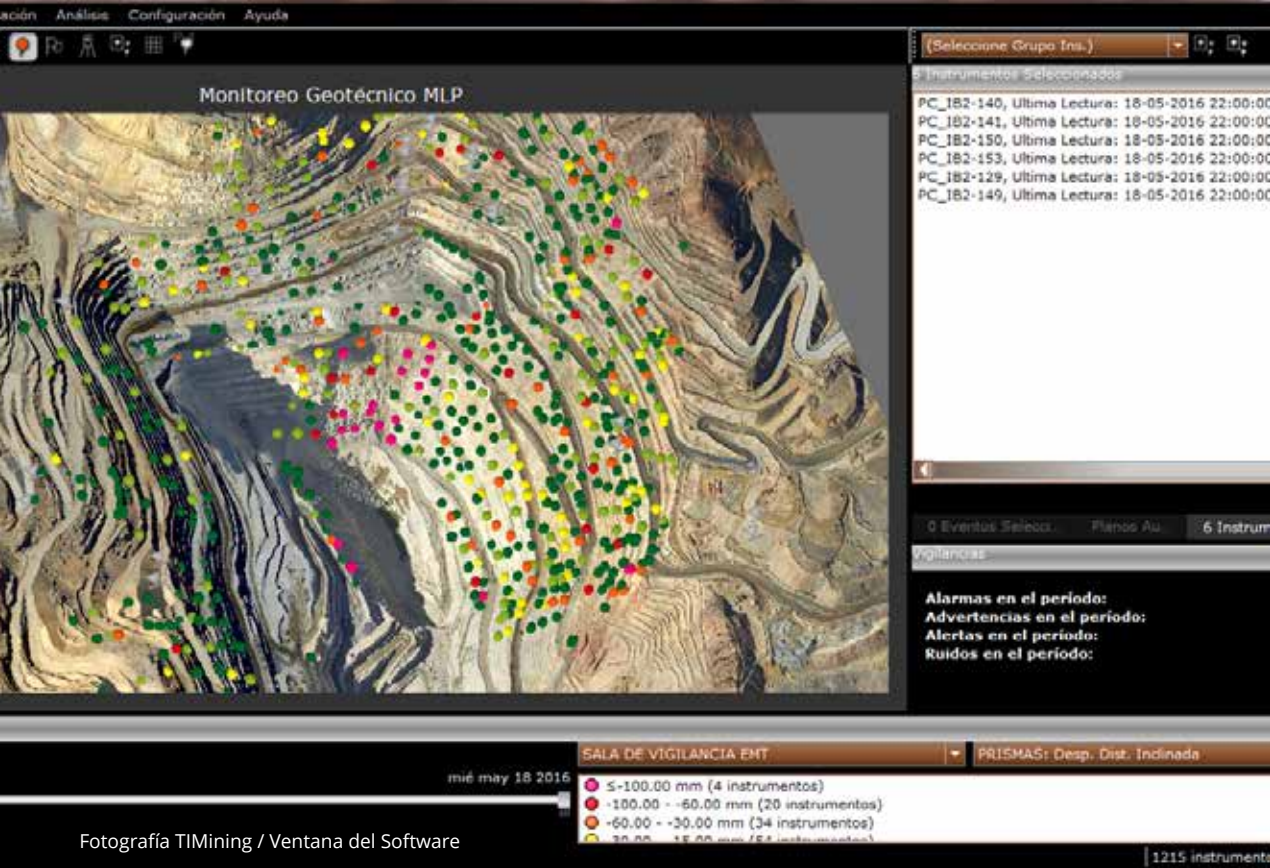
TIMining ha trabajado en pasar de ser una empresa de desarrollo de software especializado para minería, a ser un proveedor que desarrolla productos innovadores, con alto potencial de uso y crecimiento.

explotación de los equipos móviles mineros. Agregaron palas, perforadoras y todos los sensores asociados a estos. De esta manera, se puede entender el grado de exposición al riesgo en la operación al identificar si existe una inestabilidad del terreno, de modo de evitar poner en riesgo a personas, equipos y el plan minero.

Desde el 2016, TIMining ha trabajado en pasar de ser una empresa de desarrollo de software especializado para minería, a ser un proveedor que desarrolla productos innovadores, con alto potencial de uso y crecimiento. Para eso han llevado a cabo un conjunto de acciones organizacionales y de cambios de procesos que apuntan en esa dirección. El nombramiento de un nuevo gerente general y la estructuración de un área de Desarrollo Comercial van en esta línea. Adicionalmente, han descompuesto Aris en módulos específicos para generar los incentivos de nuevas funcionalidades focalizadas a las áreas de mayor interés para sus clientes.

En el desarrollo de sus soluciones tecnológicas, TIMining ha contado con el apoyo de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). A través de una consultora postularon y fueron adjudicados para recibir financiamiento del Fondo de Gestión del Portafolio de Innovación. Esto les ha permitido focalizar sus iniciativas de innovación, alinearlas con la estrategia de la empresa y definir las áreas prioritarias.

Producto de esta definición, postularon y recibieron ayuda del Fondo de Validación y Empaquetamiento, el



Fotografía TIMining / Ventana del Software

tion and place of use of the mobile mining equipment. They added shovels, drills and all the sensors associated with these. The degree of exposure to risk in the operation can be understood in this manner, by identifying if there is instability of the land, with the purpose of avoiding placing people, equipment, and the mining plan at risk.

Since 2016, TIMining has worked on going from being a specialized software development company to be a supplier developing innovative products with high potential for use and growth. To do this, they have carried out several organizational actions and changes in processes that move in that direction. The appointment of a new general manager and the

structuring of an area of Business Development is in line with this. In addition, they have de-constructed Aris into specific modules for creating incentives for new features focused on the areas of greatest interest for their clients.

TIMining has relied on the Chilean Economic Development Agency's support (CORFO) in the development of their technological solutions. Through a consulting company they applied for and were awarded funding from the Innovation Portfolio Management Fund. This has allowed them to focus their initiatives on innovation, align them with the company's strategy, and define priority areas.

Resulting from this definition, they applied for and re-

Realizar cambios e incorporar nuevas funcionalidades de manera ágil y eficiente les ha permitido agregar y capturar valor más rápido.

cual les proporcionó recursos para armar por primera vez un equipo de trabajo con las capacidades técnicas y enfoque para el desarrollo de un problema específico. Más recientemente, se adjudicaron el apoyo a un proyecto del Programa Catapult(a) de CORFO para la internacionalización de una de sus soluciones. Actualmente evalúan nuevas opciones de postulación a fondos públicos con Aris.

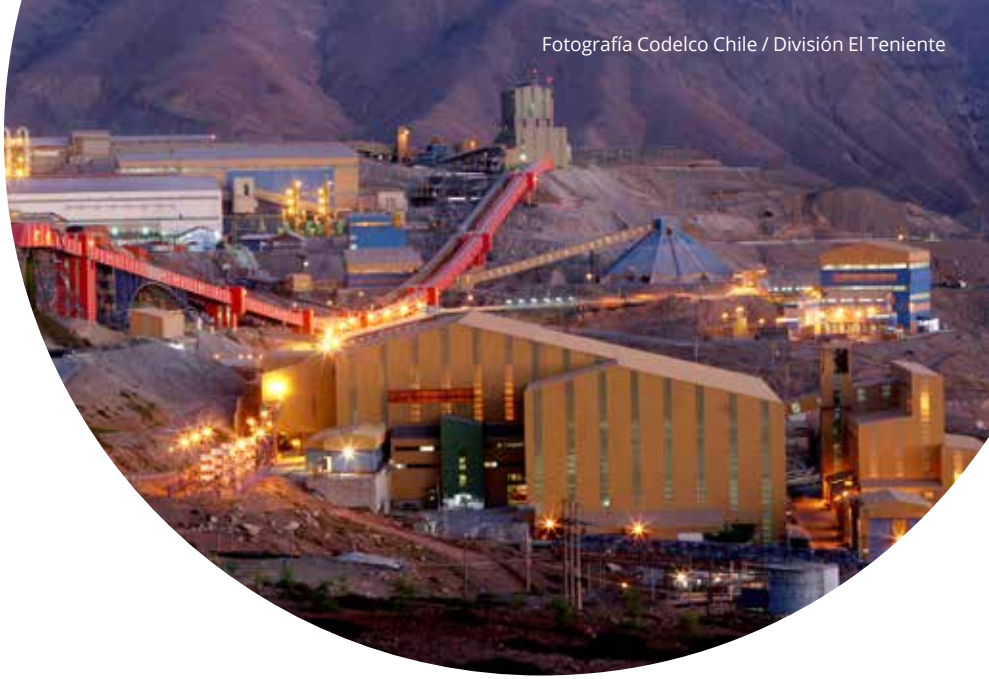
Paralelamente, con la idea de potenciar su crecimiento y expansión comercial, TIMining ha incursionado en el levantamiento de fondos privados. Aun cuando no se han incorporado nuevos socios, ha sido un aprendizaje para la empresa focalizar sus desarrollos y recursos, junto con comprender que este proceso no es inmediato y debe ser muy bien preparado.

Entender e involucrarse en profundidad con el problema, para luego definir y construir una solución que sea simple de utilizar por el usuario, le permitió a TIMining abordar el primer desafío de monitoreo topográfico con la División El Teniente de Codelco, el cual les facilitó la posibilidad de ofrecer una solución a

una operación como Minera Los Pelambres. Sin embargo, un elemento significativo en su consolidación como solución, es el apoyo en el desarrollo de capacidades locales que ha realizado Collahuasi.

Asimismo, con el Centro de Modelamiento Matemático de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, han utilizado el monitoreo para entender y estudiar el comportamiento de colapsos y estallidos de roca, lo que les ha servido para comprender mejor la importancia del monitoreo y análisis para la operación y de modelos geomecánicos.

Sin embargo, la interacción que han tenido con los especialistas geotécnicos de ambas mineras y de E-Mining, ha sido el factor diferenciador para permanecer y crecer. Realizar cambios e incorporar nuevas funcionalidades de manera ágil y eficiente, basados en la retroalimentación que le dan sus usuarios, les ha permitido agregar y capturar valor más rápido y, al mismo tiempo, desarrollar una relación con sus clientes que facilita nuevas mejoras.



ceived aid from the Validation and Packaging Fund, which granted them resources for putting together a work team for the first time with technical capacities and a focus for the development of a specific problem. Even more recently, they were awarded aid from a project of the Catapult Program from CORFO to globalize one of their solutions. They are currently evaluating new options for applying for public funds with Aris.

At the same time, and with the idea of increasing growth and commercial expansion, TIMining has investigated gathering private funds. Even when new partners have not been incorporated, it has been a lesson for the company to focus their developments and resources, along with understanding that this process is not immediate, and it must properly prepared.

Understanding and participating thoroughly in the problem, and then defining and building a user-friendly solution, allowed TIMining to address the first challenge of topographic monitoring with the El Teniente Division of Codelco, which provided

them with the possibility of offering a solution to an operation like Minera Los Pelambres. However, a significant element in consolidating the solution is the support in the development of local capacities provided by Collahuasi.

Likewise, with the Center for Mathematical Modeling of the Faculty of Physical Sciences and Mathematics of the University of Chile, they have used monitoring to understand and study the behavior of collapses and rock bursting, which has helped them to better understand the importance of monitoring and analysis for the operation and geo-mechanical models.

Nevertheless, the interactions they have had with geotechnical specialists in both mines and E-Mining has been the differentiating factor in remaining and growing. Implementing changes and incorporating new features swiftly and efficiently based on the feedback provided by their users has allowed them to add and capture value quicker, and, at the same time, develop a relationship with their clients which facilitates new improvements.



En la medida que construyeron nuevas funcionalidades y que el mercado geotécnico minero fue madurando, se hizo más expedita la adopción de Aris. Especialmente, al incorporar los protocolos y formatos de más proveedores de instrumentos y sensores, cada cliente se benefició de más fuentes de información sin costos adicionales.

Producto de los cambios organizacionales y de procesos, TIMining ha focalizado sus recursos y esfuerzos en definir, balancear y priorizar los aspectos más relevantes a mejorar de su solución. De este modo, la empresa hace un seguimiento periódico de las nuevas

funcionalidades, oportunidades de mercado y, de ser necesario, desestiman las iniciativas de desarrollo que los indicadores de monitoreo muestran como poco atractivas.

Un factor que no consideraron en el desarrollo comercial fue la influencia que tenían los auditores externos de las compañías mineras. Por la estructura societaria de las empresas mineras y por su relación con el entorno, se realizan de manera periódica auditorías que son ejecutadas por organizaciones externas. Estos auditores han conocido los resultados de la solución de TIMining y la han recomendado a otras operaciones mineras. Como



parte del proceso de auditoría, en algunos casos, se fijan metas de cumplimiento que incluyen implementar una solución integrada de monitoreo geomecánico, lo que ha promovido la entrada y crecimiento de Aris.

De acuerdo a lo expresado por TIMining, un precio del cobre al alza y en torno a US\$3 la libra facilita la adopción de la innovación, ya que se mantiene una mayor disciplina presupuestaria y de costos, con interés por incrementar gradualmente la producción. Las proyecciones al 2018 mantienen esta tendencia. Al haber precios muy altos de cobre, el foco de las áreas productivas se concentra en cómo aumentar de manera significativa la

As they built new features and the geotechnical mining market matured, the adoption of Aris became quicker. Especially when incorporating the protocols and formats from more suppliers of instruments and sensors, each client benefited from more sources of information without additional costs.

Due to the organizational and procedural changes, TIMining has focused its resources and efforts on defining, balancing, and prioritizing the most relevant aspects for improving the solution. As such, the company does a periodic follow-up of the new features, market opportunities, and if necessary, they disregard the development initiatives monitoring indicators reveal as unattractive.

One factor they did not consider in commercial development was the influence external auditors have in mining companies. Due to the corporate structure of the mining companies and their relationship with the environment, audits are conducted periodically by external organizations. These auditors have observed results of TIMining's solution and they have recommended it to other mining operations. In some cases, as a part of the auditing process, compliance goals are set including the implementation of an integrated geo-mechanical monitoring solution, which has promoted Aris' entry and growth.

According to what has been affirmed by TIMining, a rising copper price around US \$3 per pound facilitates the adoption of the innovation, given that a greater budget and cost discipline is maintained, with interest to gradually increase production. The projections for 2018 reveal this same trend. When the prices of copper are very high, the focus of the productive areas is on how to increase production significantly in the shortest time frame

Una de las primeras barreras fue convencer y demostrar al área geotécnica que la integración de información de distintos sensores en una sola plataforma agregaba valor.

producción en el menor tiempo posible. Adicionalmente, aparece una mayor oferta de soluciones que hace más confuso para el cliente distinguir entre los proveedores especializados de los que no son. Por el contrario, cuando el precio del cobre baja considerablemente, los recursos y costos disponibles se centran en las actividades más relevantes de la cadena de valor minera y, por lo tanto, el financiamiento de actividades que parecen no ser claves quedan en pausa.

Por otra parte, TIMining ha identificado que entrar a una nueva operación minera también se facilita a través de la incorporación de un especialista geotécnico que haya trabajado anteriormente con Aris.

Sin embargo, la empresa también ha superado diversas barreras para desarrollar su innovación. Una de las primeras a sortear fue convencer y demostrar al área geotécnica que la integración de información de distintos sensores en una sola plataforma agregaba valor. Esto lo logró tras desarrollar y trabajar con clientes que tenían un alto costo de integrar información geotécnica y percibían que, además de automatizar y monitorear el proceso, también era necesario tener la capacidad de analizar de forma integrada la información disponible con el fin de poder ser más predictivos y eficientes en sus decisiones.

Por otro lado, cuando se comienza por entender detalladamente el problema, se hace complejo determinar cuál va a ser la solución, recursos y esfuerzos requeridos. Esto impacta directamente en establecer de forma clara los costos y plazos de desarrollo, lo que impulsa a que la empresa desarrolladora de la solución tome el proyecto internamente.



possible. In addition, a greater offering of solutions appears, making it more confusing for the client to distinguish between specialized suppliers and those that are not specialized. By contrast, when the price of copper drops considerably, available resources and costs focus on the most relevant activities in the mining value chain, and, therefore, funding activities that do not seem to be essential are put on hold.

On the other hand, TIMining has identified that entering a new mining operation is facilitated through the incorporation of a geotechnical specialist who has worked previously with Aris.

However, the company has also overcome various obstacles to develop its innovation. One of the first obstacles to sidestep was to convince and show the geotechnical area that the integration of infor-

mation from different sensors in just one platform added value. This was achieved through developing and working with clients having a high cost of integrating geotechnical information, and thought that, along with automating and monitoring the process, it was also necessary to have the capacity to analyze the available information in an integrated manner to be able to be more predictive and efficient in their decisions.

On the other hand, when the first step is to thoroughly understand the problem, it becomes difficult to determine what the solution, resources, and required efforts are going to be. This has a direct impact on clearly establishing the costs and periods of development, which leads the company developing the solution to carry out the project internally.

Lo que debiese primar para seleccionar a un proveedor debiese ser que la calidad y el costo/beneficio de la solución sean superiores, no que el proveedor local oferte un menor precio.

Dentro de las dificultades propias de los procesos para entrar a compañías mineras, se observa que las personas que necesitan soluciones innovadoras al interior de las operaciones, en muchos casos, no conocen o no cuentan con los mecanismos que facilitan la adquisición de innovación. Además, se presentan dificultades relacionadas con mantener los servicios con los clientes actuales, en especial cuando hay un cambio de personas en el equipo de la minera. De acuerdo a TIMining, esto requiere asignar recursos y tiempos adicionales para demostrar y convencer nuevamente del valor de la solución a los nuevos especialistas geotécnicos.

Asimismo, dentro de los equipos de las compañías mineras, TIMining ha encontrado líderes que no están acostumbrados a comprar tecnología chilena. El factor de una

marca internacional se transforma en un elemento relevante al momento de invertir. Esto dificulta que empresas chilenas agreguen valor a estos clientes, aunque ofrezcan soluciones efectivas, soporte local y presencia periódica para una mejor operación. Lo que debiese primar para seleccionar a un proveedor debiese ser que la calidad y el costo/beneficio de la solución sean superiores, no que el proveedor local oferte un menor precio.

En algunos casos, compañías mineras aplican procedimientos de compra que conducen a justificar al proveedor como único por su innovación, situación que es difícil de argumentar. Este tipo de situaciones ha impactado a TIMining, al punto que en una operación tuvieron que esperar por dos años para que concluyera el proceso de evaluación.



Among the difficulties inherent in the processes for entering mining companies, it is observed that, in many cases, the people who need innovative solutions within the operations do not understand nor have the mechanisms facilitating the obtainment of innovation. Furthermore, there are difficulties related with maintaining services with current clients, especially when there is a change in personnel on the mining team. According to TIMining, this requires allocating resources and additional time to demonstrating and convincing the new geo-technical specialists of the value of the solution, again.

Likewise, TIMining has found leaders on the mining company teams who are not used to buying Chilean technology. The factor of being an international brand becomes a relevant element when investing. This makes it difficult for Chilean companies to add value for these clients, even if they offer effective solutions, local support, and a periodic presence for a better operation. What should take precedence when selecting a supplier should be a focus on quality and a superior cost/benefit ratio of the solution, not on whether the local supplier offers a lower price.

In some cases, mining companies implement purchasing procedures leading them to justify the supplier as unique to their innovation, which is a situation difficult to argue with. These types of situations have had an impact on TIMining to such an extent that they had to wait two years in one operation just to wrap up the assessment process.

CREACIÓN DE VALOR

Contar de manera sistemática con información relevante e integrada del estado del macizo rocoso permite establecer un proceso, prácticas de observación y diagnóstico. De esta forma, se pueden tomar decisiones fundadas y adecuadas sobre cómo operar de manera eficiente y segura en la zona definida. Por lo tanto, al tener una mejor gestión del riesgo, se puede operar con más seguridad y garantizar una mayor continuidad operacional. Estos factores impactan directamente en un aumento en los niveles de producción y la productividad de la operación minera.

Los niveles de producción se pueden incrementar sustancialmente en la medida que se logra optimizar y aumentar el ángulo de operación del talud de la faena minera. Esto requiere tener siempre presente que el nivel de riesgo para la operación debe estar bajo control y ser el menor posible. Basado en un análisis realizado a la mina Sandsloot en Sudáfrica, por cada incremento de un grado en el ángulo del talud global, se genera beneficios por aproximadamente US\$120 millones, según el estudio publicado por A.R. Bye y F.G. Bellb en el International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences en 2001. Esto actualizado al 2017 corresponde a US\$165 millones aproximadamente.



Fotografía Codelco Chile

VALUE CREATION

Being able to systematically rely on relevant and integrated information on the status of the rock mass allows for a process, observation practices, and a diagnostic assessment to be established. Well-founded and appropriate decisions can be made in this manner regarding how to operate efficiently and safely in the defined zone. Therefore, when there is better risk management, it is possible to operate with more safety and guarantee greater operational continuity. These factors directly impact through an increase in the levels of production and productivity of the mining operation.

The levels of production can be substantially increased if it is feasible to optimize and increase the angle of operation of the slope of the mine. For this, it is essential to always bear in mind that the level of risk for the operation must be under control and be as low as possible. Based on an analysis conducted at the Sandsloot mine in South Africa, for each increase of one degree of an angle of the overall slope, approximately US \$120 million in benefits are generated, according to the study published by A.R. Byea and F.G. Bellb in the International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences in 2001. Updated for 2017, this corresponds approximately to US \$165 million.



Un primer factor diferenciador de la propuesta de valor de Aris tiene relación con la simplicidad en el uso. Además de integrar múltiples fuentes de información, la despliega de manera intuitiva, entendible y valiosa para los usuarios de la compañía minera: gerente del área, superintendente y especialistas geotécnicos.

Su modelo de negocio funciona bajo el esquema de licencia de uso y servicios de mantenimiento del sistema. Este modelo, además, tiene la capacidad de poder escalar y aplicarse a un mercado globalizado, generando un impacto más amplio en la industria. Si bien es difícil de cuantificar la experiencia que los usuarios tienen al contar con una solución que integra de manera simple la información y facilita el proceso de toma de decisiones, es posible considerar como variable observable

el número de clientes instalados con contrato de mantenimiento, el cual en la actualidad llega al 100%.

Sus principales clientes se dividen en dos segmentos: el primero corresponde a los muy cercanos, con los cuales hay un alto grado de interdependencia y las nuevas funcionalidades son creadas en conjunto o con una alta participación de ellos. El segundo es un grupo de compañías mineras que requieren una solución más empaquetada y estructurada. Sin embargo, desde el 2017 el foco de TIMining se ha centrado en la gran minería internacional, donde ya tienen a Alumbreira como cliente en Argentina y se encuentran abriendo oportunidades de negocio en Perú con la ayuda de ProChile y teniendo a C2 Mining como distribuidor.

Aris además de integrar múltiples fuentes de información, la despliega de manera intuitiva, entendible y valiosa para los usuarios de la compañía minera.

A first differentiating factor of Aris' value proposition has to do with the simplicity of use. Along with integrating multiple sources of information, it provides this information in an intuitive, understandable, and valuable manner for the users of the mining company: area manager, superintendent, and geotechnical specialists.

Their model of business operates under the framework of user licenses and system maintenance services. Furthermore, this model can be scaled up or down and applied to a globalized market, thereby producing a broader impact in the industry. Although it is difficult to quantify the experience had by users when relying on a solution that simply integrates the information and facilitates the decision-making process, it is possible to consider the number of clients installed with a maintenance contract as an observable variable, which is currently 100%.

Their primary clients are divided into two segments. The first corresponds to the closest clients with whom there is a high degree of interdependence and the new features are created jointly or with a high level of participation from them. The second segment is a group of mining companies that require a more packaged and structured solution. However, since 2017, the focus of TIMining has been on the large-scale international mining industry, where they already have Alumbra as a client in Argentina, and they are currently opening business opportunities in Peru with the assistance of ProChile and with C2 Mining as a distributor.



Fotografía Codelco Chile

APRENDIZAJES

En base a su historia y experiencia, TIMining ha conformado un equipo de trabajo con capacidades técnicas orientadas a sus clientes. Han sabido combinar profesionales con un alto nivel de especialización en la industria minera con expertos en desarrollo de software. La empresa promueve e invierte en la formación y el aprendizaje en terreno para entender mejor las necesidades de sus clientes mineros y construir soluciones que resuelvan sus problemas. Además, fomentan la actualización académica de sus funcionarios para complementar la comprensión de las dificultades en la minería.

Desde sus inicios, TIMining ha mostrado interés por resolver problemas desafiantes de la industria minera, lo que les ha permitido desarrollar múltiples soluciones. Sin embargo, para construir una empresa, se requiere poner atención en servicios que sean replicables, comercializables y escalables, y no desviar la atención a problemas que no abren espacio a este tipo de soluciones.

Para poder atender a requerimientos más amplios de sus clientes han desarrollado alianzas con otras empresas que complementan su oferta. La experiencia con licitaciones donde, por ejemplo, se requerían



LEARNINGS

Based on their history and experience, TIMining has formed a work team with technical capacities geared towards their clients. They have understood how to combine high-level professionals specialized in the mining industry with experts in software development. The company promotes and invests in on-site education and lessons to better understand the needs of their mining clients and to build solutions that resolve their problems. Furthermore, they encourage their staff members to take refresher courses to update their knowledge to complement understanding of the difficulties in mining.

Since its beginning, TIMining has demonstrated interest in resolving challenging problems in the mining industry, which has allowed them to develop multiple solutions. However, to build a company, attention needs to be placed on services being replicable, marketable, and scalable, and not getting distracted by problems that do not create opportunities for these types of solutions.

They have developed partnerships with other companies that complement their offering to cater to the broader needs of their clients. The experience with tenders where geotechnical monitoring services is required, for example, along with a communications platform, or with requests for a geotechnical monitoring solution including a CCTV system equipped with cameras has allowed them to understand the importance of partnering. Building partnerships has helped them to stand out and complement their offering with technical and commercial partners, thereby demonstrating that a collaborative culture among suppliers, universities, and mining companies is fostered through these types of relationships.

los servicios de monitoreo geotécnico junto a una plataforma de comunicaciones, o con solicitudes de una solución de monitoreo geotécnico que incluyera un sistema CCTV con cámaras, les hizo comprender la importancia de la asociatividad. Construir alianzas les ha servido para diferenciarse y complementar su oferta con aliados técnicos y comerciales, demostrando que a través de este tipo de relaciones se promueve una cultura de colaboración entre proveedores, universidades y empresas mineras.