



CASOS DE
INNOVACIÓN
DE PROVEEDORES
EN LA **MINERÍA**
CHILENA
2017

VOL. 2

CASOS DE
INNOVACIÓN
DE PROVEEDORES
EN LA **MINERÍA**
CHILENA
2017

Programa Expande

La presente publicación, “Casos de Innovación de Proveedores en la Minería Chilena”, Volumen 2, se enmarca en el Programa de Innovación Abierta en Minería, Expande, un modelo colaborativo público-privado, que impulsa el desarrollo de soluciones de alto potencial provenientes de empresas de base tecnológica y las conecta con los desafíos que enfrenta la minería.

La iniciativa responde a una mirada a largo plazo definida en el documento “Minería, una plataforma de futuro para Chile” y en la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento, que apunta a diversificar la matriz productiva del país y desarrollar industrias de bienes y servicios intensivas en conocimiento.

Expande cuenta con la participación de Corfo, Antofagasta Minerals, BHP, Codelco, Fondo de Inversión Estratégica (FIE), Programa Nacional de Minería Alta Ley de Transforma, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Minería y BID-FOMIN, además de Fundación Chile.

Primera edición Programa de Innovación Abierta en Minería, Expande

Santiago, 2017.

Comité Editorial

Fundación Chile: Andrés Pesce, Ricardo Morgado, Enrique Molina, Loreto Velázquez.

Centro de Innovación UC Anacleto Angelini: Conrad von Igel, Trinidad Álvarez, Julio Pertuzé, Sergio Burdiles.

Equipo de Redacción y Desarrollo de Contenidos

Centro de Innovación UC Anacleto Angelini: Trinidad Álvarez, Julio Pertuzé, Sergio Burdiles, Pamela Navarrete.

Edición

Centro de Innovación UC Anacleto Angelini: Alejandra Reinoso.

Traducción

Centro de Innovación UC Anacleto Angelini: Valerie Kirsch.

Se agradece la valiosa colaboración de

Ministerio de Minería: Domingo Fuenzalida, Gabriela Novoa.

BHP Billiton: Susan Lasecki, María José Araneda.

Codelco: Sergio Parada.

Antofagasta Minerals: Nury Briceño.

Diseño y Diagramación

Ana Urzúa D.

Impresión

Imprenta Fyrma Gráfica LTDA.

Elaborado por:



Socios estratégicos:



Gracias al aporte de:



Proyecto apoyado por



Este programa es desarrollado con aportes de CORFO y del Fondo de Inversión Estratégica del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Apoyan:



ÍNDICE / CONTENT



PRÓLOGO / PROLOGUE

Aurora Williams / Ministra de Minería 8

Marcos Kulka / Fundación Chile 12

CASO DE INNOVACIÓN 01 / INNOVATION CASE 01 16

MIRS

Automatización de Cambio Palmetas Trommel

Automation of Trommel Palmettes Changing

CASO DE INNOVACIÓN 02 / INNOVATION CASE 02 38

Aguamarina

Bioseal

Bioseal

CASO DE INNOVACIÓN 03 / INNOVATION CASE 03 62

Vizutire

Tecnología Vizutire

Vizutire Technology

CASO DE INNOVACIÓN 04 / INNOVATION CASE 04 86

Ingepro

Matrix Clarifier

Matrix Clarifier

PROPIEDAD INTELECTUAL / INTELLECTUAL PROPERTY 108





PRÓLOGO

Aurora Williams

Ministra de Minería

La Política Minera que presentamos cuando asumimos como Gobierno incluyó en cada uno de sus ejes propuestas para avanzar hacia lo que llamamos “la nueva forma de hacer minería”. Dicha tarea la hemos realizado -con seriedad y compromiso- a través del diálogo multiactor, sello que hemos querido darle a nuestra gestión y que se resume en alcanzar consensos para avanzar hacia una industria con mayor valor agregado, excelencia operativa, sustentable y más inclusiva.

En las mesas de trabajo, el aporte de los proveedores del sector ha sido clave, pues este mercado, que ya cuenta con amplia experiencia y conocimiento de la industria, contribuye al desafío de hacer más eficiente los procesos, está alineado en la necesidad de ser proactivos y de anticiparse a la evolución de una actividad que crece demandando nuevas tecnologías para mejorar la productividad.

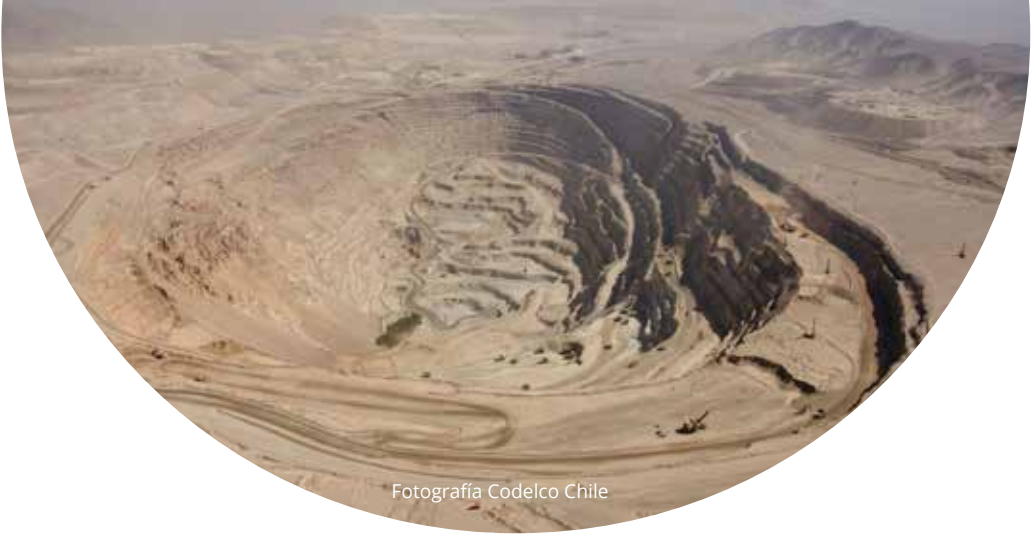
Es significativo el esfuerzo que los suministradores de bienes y servicios mineros han desplegado para elevar la innovación en el diseño y desarrollo de sus soluciones, y noso-

tros como Gobierno les hemos otorgado un amplio respaldo a sus acciones, lo que a su vez ha facilitado dinamizar los encadenamientos de la minería.

Creamos la Agenda Estratégica “Minería: una plataforma de Futuro para Chile”, la que definió las prioridades para que el sector mantenga su liderazgo, sea más eficiente e invierta más en innovación.

En el marco del modelo colaborativo que hemos profundizado, propio de la economía del conocimiento, y en el que han participado mineras, proveedores, comunidades, la academia, asociaciones gremiales y centros de investigación, entre otros protagonistas de esta industria, hemos dado pasos concretos y acertados.

Firmamos con Fundación Chile un convenio que contribuye a vincular a las compañías desarrolladoras de soluciones con el ecosistema de innovación. Junto a esta institución y otros actores del sector que se han ido sumando, se ha trabajado en la construcción y difusión de una hoja de ruta que nos conduce hacia la



Fotografía Codelco Chile

PROLOGUE

Aurora Williams

Minister of Mining

The Mining Policy we presented at time of taking on our Government included in each of its axis, proposals to progress towards what we call “the new way of making mining”. We have executed this task – with seriousness and commitment – through a multiple actor dialogue, which is a seal we wished to impose on our management and which summarizes reaching general agreements to progress towards an industry with higher added value, operational excellence, sustainable and more inclusive.

During our work sessions, the contribution of the sector's suppliers has been a key factor because this market, that already has broad experience and knowledge of the industry, contributes with the challenge of making more efficient the processes, is aligned with the need of been proactive and anticipate to the evolution of an activity that grows demanding new technologies aiming to improve its productivity.

Efforts the mining goods and services providers have deployed to elevate innovation in the design

and development of their solutions is significant, and us as Government, have granted broad support to their actions, which in turn has facilitated invigorating the mining industry's chaining.

We created the Strategic Agenda “Mining: a platform of Future for Chile” defining the priorities for the sector to maintain its leadership, be more efficient and further invest in innovation.

Within the framework of the collaborative model we have deepened, own of the economy of knowledge and in which mining companies, suppliers, communities, the academy, union associations and centers of investigation have participated, among other actors of the industry, we have given concrete and accurate steps.

We have concluded with Fundación Chile an agreement contributing to connect companies' development of solutions with the innovation ecosystem. Together with this institution and other actors of the sector that have joined us, we have worked in the construction and diffusion of a road map leading us

Minería 4.0, y en la elaboración de un mapeo de la oferta tecnológica de emprendedores y empresas que innovan para conectarlas con las necesidades de la industria. A partir de este acuerdo, y ante la necesidad de transitar de la dinámica transaccional del sector a una con alcances colaborativos, con menores brechas de asimetrías y de integración entre sectores de proveedores de escalas diversas, fueron surgiendo nuevas redes público-privadas que buscan más oportunidades para desarrollar un mercado de proveedores nacional aún más especializado con capacidad para competir dentro y fuera del país. Así, surgen instancias como los programas Proveedores de Clase Mundial; Nacional de Minería Alta Ley; Expande; y el Cluster de Antofagasta, entre otras.

A esta tarea de apalancar estos intensivos en conocimiento como política pública, y de fortalecer la curva de aprendizaje para los próximos 20 años, se suma la presente publicación, que fue un compromiso adoptado por el mencionado convenio entre nuestra Cartera y Fundación Chile, y que tiene en su centro la innovación, el desarrollo de proveedores y los cambios tecnológicos futuros.

Los casos de éxito que aquí se exponen son de proveedores “pioneros” que han asumido la necesaria urgencia de agregar valor y asumir los cambios tecnológicos con el objetivo de impulsar una industria minera más inteligente y global, que es la que -como Gobierno- queremos para el país.



Fotografía Ministerio de Minería

towards Mining 4.0 and during the development of the mapping of technological offer of innovators and companies that innovate, connecting them with the needs of the industry.

Based on this agreement, and considering the need of transiting from the sector's transactional dynamics to one with collaborative scopes, with smaller asymmetric gaps and of integration among sectors of different scale suppliers, new public-private networks arose searching for more opportunities for the development of a national market of suppliers even more specialized, with capacity to compete inside and abroad the country. In this manner, instances arise such as the World Class Suppliers programs; National High Grade Mining; "Expand" and Antofagasta Cluster, among others.

To this task of leveling these intensive matters of knowledge as public policies, and strengthen the learning curve for the next 20 years, this publication is added and was a commitment adopted by this agreement between our Office and Fundación Chile, centering on innovation, development of suppliers and future technological changes.

The cases of success herein described are those of "pioneer" suppliers that have undertaken necessary urgency to add value and have taken on technological changes with the purpose of impelling a more intelligent and global mining industry which is the one – as Government – wish to have for the country.

Marcos Kulka

Fundación Chile

Los que logran avizorar los cambios de viento en una regata en forma anticipada tienen una ventaja milimétrica en ese momento, de dirigir el timón hacia la dirección correcta y así pasar a su oponente logrando el liderazgo en la carrera. En un mundo cambiante, dinámico, donde se conjuga por primera vez la revolución digital, con la biológica y la física; donde la economía colaborativa pasa a ser uno de los principales motores de desarrollo; donde el cambio climático dicta mucho de nuestro comportamiento en términos del tipo de energía que utilizaremos, los materiales que consumiremos; donde el conocimiento mundial se duplica en menos de dos años, son oportunidades de cambios de viento feroces, donde Chile puede alcanzar el liderazgo mundial si toma las decisiones correctas en los espacios adecuados.

Chile es un país chico en población, pero grande cuando hablamos de minería; es un país lejano y distante, pero que sus costas lo hacen ideal para la acuicultura, siendo clave en el abastecimiento de proteína ante el crecimiento explosivo de la población mundial.

Chile tiene la mayor hostilidad en el mundo en su desierto, pero es clave como recurso para la energía solar, el abastecimiento de litio y cobalto para las baterías de autos eléctricos o para convertirse en el mejor lugar del mundo para observar el universo.

Uno tiene dos formas de correr una regata, seguir a nuestro oponente toda la carrera en forma pasiva o tomar los cambios de viento como oportunidad para alcanzar el liderazgo. En el caso de la minería es tomar sus desafíos colosales y transformarlos en oportunidad de desarrollo tecnológico, desarrollo del emprendimiento, de modelos inclusivos territoriales y desarrollo de modelos sustentables.

La dirección de timón que se ha dado es la correcta. Se ha construido una hoja de ruta con una visión a largo plazo por los actores que componen este ecosistema, se han priorizado los ejes claves, los proyectos que están en marcha están basados en una colaboración radical y las soluciones provienen de un modelo de innovación abierta.



Fotografía Codelco Chile

Marcos Kulka

Fundación Chile

Those, during a regatta, are able to predict wind changes in anticipation, have at that time, a millimeter of advantage of steering the sailboat towards the correct direction and pass his/her opponent reaching leadership of the race. In a changing and dynamic world where digital revolution is brought together for the first time with biologics and physics, where collaborative economy is one of the main motors of development, where climate changes rules much of our behavior in terms of the type of energy we will use, the materials we will consume, where global knowledge is duplicated in less than two years, these are fierce wind changes where Chile can reach worldwide leadership if it makes the correct decisions, in the adequate spaces.

Chile is a small country in terms of population, but large when we refer to the mining industry; it is a faraway and distant country but its coast makes it ideal for aquaculture and is key in the supply of proteins considering explosive growth of the worldwide population. Chile has the largest worldwide hostili-

ty in its desert, but it is key factor as sun energy resource, supply of lithium and cobalt for batteries of electrical cars or to turn into the best place of the world to observe the universe.

One has two ways of running a regatta, following our opponent along the entire race in a passive manner or taking wind changes as an opportunity to reach leadership. In the case of the mining industry it is to take colossal challenges and transform them in an opportunity of technological development, development of innovation, territorial inclusive models and development of sustainable models.

The given rudder steering is the correct one. A road map has been constructed with a long-term vision by the actors constituting this ecosystem, the key factors have been prioritized, the on-going projects are based on a radical collaboration and the solutions come from an open innovation model.



Expande conjuga lo mejor de esta visión, modelos y talento emprendedor. Las compañías mineras revelan en forma abierta sus desafíos entendiendo que en el mundo moderno las mejores soluciones pueden venir de cualquier parte. A su vez el talento emprendedor es atraído hacia la minería por su escala global, por su sofisticación, por su amplitud de temas. Se mezcla el mundo planificado a largo plazo de las compañías mineras, más parecido a un juego de ajedrez, donde las movidas son relativamente conocidas, con el mundo más de “scouting”, de prueba y error, pero rápido y de falla barata, más parecido a un juego de póker o a un

portafolio de opciones. El resultado esperado a largo plazo; la creación de nuevos sectores basados en el conocimiento, sobrepasar los desafíos de la minería y mantener el liderazgo mundial, transferir este modelo a otros sectores de la economía y así acelerar el desarrollo de Chile.

Expande cuenta con la participación de Corfo, Antofagasta Minerals, BHP, Codelco, Fondo de Inversión Estratégica (FIE), Programa Nacional de Minería Alta Ley de Transforma, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Minería y BID-FOMIN, además de Fundación Chile. El Programa, que inició sus actividades a principio de 2017,



Fotografía Codelco Chile

ha incorporado el aporte de otros proyectos de innovación abierta que fueron precursores de la actual iniciativa, específicamente, las experiencias recogidas desde el Programa Proveedores de Clase Mundial (impulsados por BHP y Codelco); el proyecto ejecutado en el contexto del convenio con el Ministerio de Minería -FCh durante el período 2014 – 2017, y la iniciativa diseñada por FCh y apoyada por el Banco Interamericano de Desarrollo, a través del Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo BID, que se inició el 2015.

Expande brings together the best of this vision, models and innovator talent. The mining companies openly disclose their challenges understanding that in the modern world the best solutions may come from anywhere. In turn, the innovator talent is attracted towards the mining industry due to its global scale, its sophistication and broadness of matters. The long-term planned world with the mining companies is mixed, similar to a chess game, where the moves are relatively known, with the scouting world of test and error, but quick and of cheap faults, more alike to a poker game or a portfolio of options. The long-term expected results, the creation of new sectors based on knowledge, overcoming mining challenges and maintaining worldwide leadership, transfer this model to other sectors of the economy and in this manner, accelerate Chile's development.

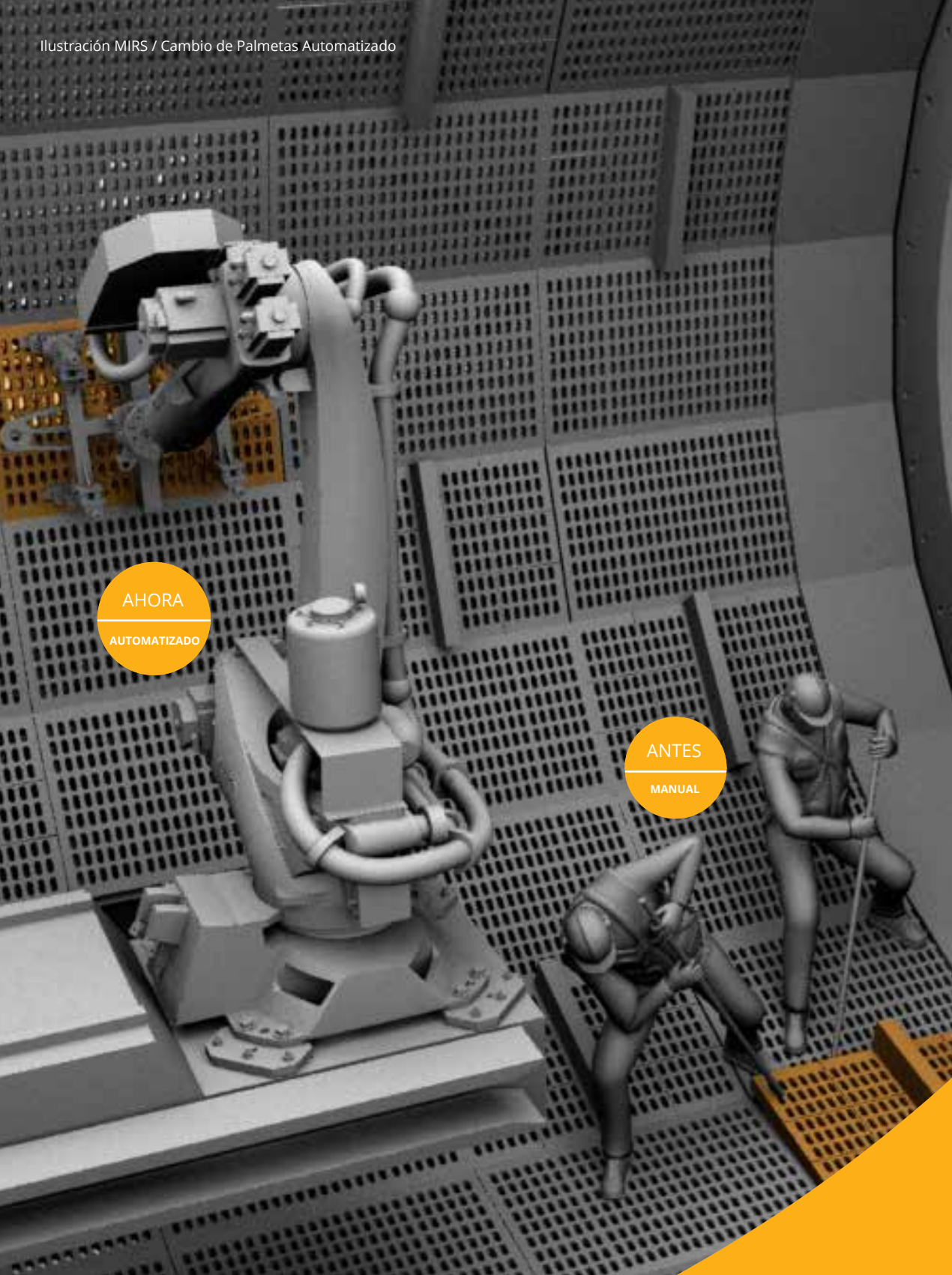
Expande has the participation of CORFO, Antofagasta Minerals, BHP, Codelco, Strategic Investment Funds (FIE), Alta Ley National Program of Transforma, Ministry of Economy, Development and Tourism, Ministry of Mining, BID-FOMIN and also, Fundación Chile. The program, which initiated its activities early 2017, has incorporated the contribution of other open innovation projects that were pioneers of the current initiative specifically, experiences gathered from the World Class Suppliers Program (driven by BHP and Codelco), the project executed under the context of agreement with the Ministry of Mining – FCH during the period 2014-2017, and the initiative designed by FCH and supported by the Inter-American Development Bank through the Multilateral Investment Fund, member of the IDB Group, which was commenced in 2015.

AHORA

AUTOMATIZADO

ANTES

MANUAL





01

M I R S

AUTOMATIZACIÓN DE CAMBIO PALMETAS TROMMEL

AUTOMATION OF
TROMMEL PALMETTES REPLACEMENT

MIRS ha buscado resolver los problemas de seguridad, continuidad operacional, y productividad con productos y soluciones robóticas para procesos industriales altamente variables.

MIRS has searched solving safety problems, operational and productivity continuity using robotic products and solutions for highly variable industrial processes.





MIRS
Mining & Heavy Industry Robotics

CONTACTO / CONTACT:

Javier Espinoza Harismendy
Gerente General

www.mirsrobotics.com
+56 2 24811555
Av Presidente Kennedy Lateral 6660 piso 3
Vitacura, Santiago, Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

MIRS es una empresa de base tecnológica de capitales chilenos, con alcance multinacional que cuenta con oficinas en Chile (Santiago, Antofagasta y Calama), Perú (Lima) y Estados Unidos (Salt Lake City).

Se dedica a brindar soluciones robóticas robustas, confiables y fáciles de usar, diseñadas especialmente para industrias pesadas, y en particular, para el procesamiento de minerales y metales en todo el mundo.

Desde el año 2004 desarrolla soluciones robóticas que automatizan y agilizan procesos peligrosos, repetitivos y pesados, así como tareas de mantenimiento. Este enfoque permite a las áreas de producción y mantenimiento asignar a sus empleados tareas más productivas y seguras, creando empleos que les proporcionan nuevos desafíos que agregan valor a la empresa y a la comunidad.

Sus clientes se benefician de tener acceso a una solución robusta, fácil de desplegar, con una tasa de retorno de inversión bastante alta y beneficios probados en el rendimiento operativo de sus procesos.

La compañía nace en 2007, con HighService, Codelco, Nippon Mining & Metals Co. y Kuka Roboter como socios. En 2013 HighService

adquiere la participación de Codelco y Nippon Mining & Metals Co.

Los productos desarrollados por MIRS incorporan robótica de última generación y se orientan principalmente a los siguientes factores:

- Reducir el costo operacional.
- Aumentar la confiabilidad de los procesos.
- Mejorar la calidad del producto final.
- Mejorar la salud y seguridad ocupacional.

Desde el año 2010 MIRS y Minera Escondida comenzaron la exploración de oportunidades y colaboración en el contexto del Programa Proveedores de Clase Mundial de BHP. Esto dio origen a la automatización de cambio de las palmetas del Trommel, una innovadora solución robotizada que responde a los desafíos planteados en la hoja de ruta del Programa Nacional de Minería Alta Ley. En particular, esta solución se enfoca en el núcleo de concentración de minerales y en los objetivos asociados al aumento de la productividad, gestión de activos e incremento de los recursos y reservas minerales para el control de impurezas. Además, elimina la intervención directa de los operadores mejorando la seguridad y confiabilidad del proceso.



COMPANY OVERVIEW

MIRS is a company with technological base of Chilean capitals with multinational scope and has offices in Chile (Santiago, Antofagasta and Calama), Peru (Lima) and the United States (Salt Lake City).

The company's business is to provide robust, robotic, reliable and easy to use solutions, especially designed for heavy duty industries and, particularly for minerals and metals processing around the world.

Since 2004 the company develops robotic solutions that automatize and facilitate hazardous, repetitive and heavy processes as well as maintenance works. This approach allows production and maintenance areas to assign their employees more productive and safe working, creating employment providing new challenges adding value to the company and the community.

The company's clients obtain benefits by means of accessing a robust, easy to deploy solution with a quite high return rate and proven benefits in the operational performance of their processes.

The company was founded in 2007 with HighService, Codelco, Nippon Mining & Metals Co. and Kuba

Roboter as partners. In 2013, HighService acquired Codelco and Nippon Mining & Metals Co.'s participation.

Products developed by MIRS incorporate state-of-the-art robotics and are mainly oriented to:

- Reducing operational costs.
- Increasing reliability of the processes.
- Improving quality of the final product.
- Improving occupational health and safety.

Since 2010, MIRS and Minera Escondida started the exploitation of opportunities and collaboration under the context of BHP's Worldwide Class Suppliers Program. This originated the automatization of replacement of the Trommel's palmettes, and innovator robotized solution responding to challenges stated in the road map of the High-Grade Mining National Program. Specifically, this solution is focused in minerals concentration core and in goals associated with increase of productivity, management of assets and increase of ore resources and reserves for control of impurities. Additionally, it eliminates direct intervention of the operators improving the process's safety and reliability.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

El Trommel es un sistema de clasificación por tamaño del mineral proveniente de los molinos. Permite el paso aguas abajo del mineral que cumple con la granulometría requerida y retorna el que requiere de más conminución. Posee palmetas que mecánicamente permiten el paso de las partículas más pequeñas que su trama, reteniendo a su vez a las mayores.

A nivel físico, el Trommel está adosado al molino SAG (Semi-Autogenous Grinding) y cuando el molino se detiene por mantenimiento, también se debe realizar el cambio de palmetas al Trommel. El problema es que la duración de los revestimientos (palmetas) del Trommel no es la misma duración de los revestimientos del molino y, por ende, la disponibilidad del proceso de molienda SAG se ve afectada al tener que detenerse sólo para cambiar las palmetas del Trommel, generando un alto impacto en la producción. El proceso de reemplazo de palmetas es riesgoso y toma aproximadamente 23 minutos por cada palmeta reemplazada. Deben ingresar al menos dos operadores al Trommel con combos de 11 kg. (25 lbs) y barretillas de 8 kg. para golpear y sacar las palmetas cuyo peso pueden llegar a ser de hasta 80-100 kg. Luego tomarlas y sacarlas fuera del Trommel, para posteriormente instalar las palmetas nuevas, las cuales son extremadamente difíciles de poner y requieren de grandes esfuerzos. Esto genera múltiples exposiciones a peligros ocupacionales sumado a que la lentitud del proceso implica que normalmente no se logra cambiar el 100% de las palmetas exponiendo toda la línea de molienda a detenerse por fallas y/o mantenciones de emergencia no programadas.

Reconociendo este problema, el año 2011 BHP solicitó a MIRS proveer una solución robótica que permitiera eliminar la exposición al riesgo de las personas que cambiaban las palmetas, mejorar la confiabilidad del Trommel y así dar más disponibilidad al molino SAG. Esto permitiría mejorar los indicadores de producción y seguridad.

El Trommel es un equipo que clasifica el mineral molido de acuerdo a su tamaño.



DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

The Trommel is a classification system per size of ore coming from the mills. It downstream allows passing of the ore complying with required grading and returns the one requiring further comminution. It is equipped with palmettes that mechanically allow passing of the smallest particles with regards of its mesh, and in turn, it retains the largest.

From a physical stand point of view, the Trommel is attached to the SAG Mill (Semi-Autogenous Grinding) and when the mill is stopped for maintenance purposes, replacement of the Trommel's palmettes must also be executed. The problem is that the duration of the linings (palmettes) of the Trommel is not the same as the duration of the mill's linings and therefore, availability of the SAG grinding process is affected because it must be stopped only to replace the Trommel's palmettes generating high impacts on production. The palmettes replacement process is risky and has a duration of approximately 23 minutes per each palmette to be replaced.

At least two operators must enter the Trommel with sets of 11 kg (25 pounds) and wreck bars of 8 kg to strike and remove the palmettes which weight can reach 80-100 kg each. Then, they must be lifted and removed outside the Trommel to further install the new palmettes, which are extremely difficult to install and require great efforts. This generates multiple exposures to occupational risks also considering that slowness of the process implies that usually 100% of the palmettes cannot be replaced and this results in the detention of the entire grinding line due to faults and/or emergency non-scheduled maintenances.

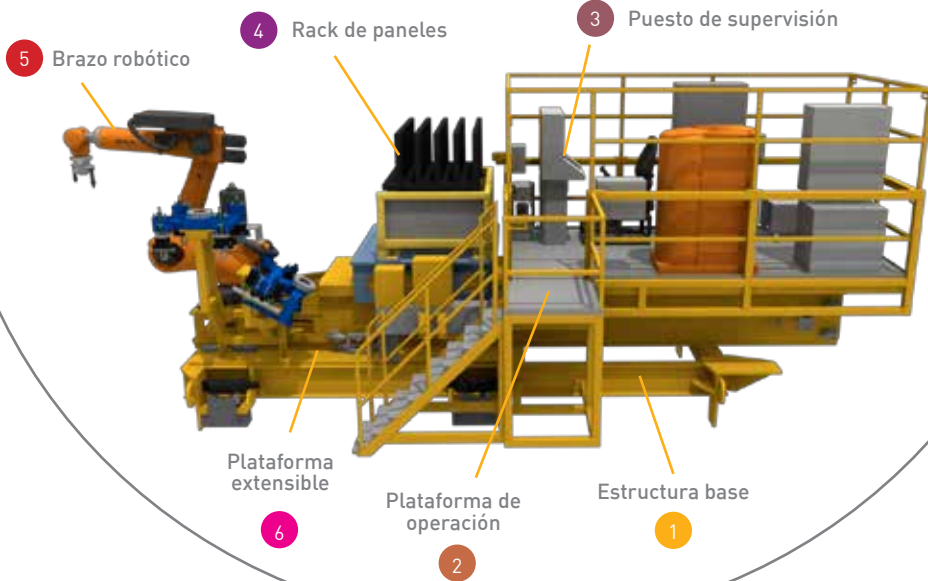
Having identified this problem, in 2011 BHP requested MIRS to provide a robotic solution allowing the elimination of exposure to risk of the persons replacing the palmettes, improve the Trommel's reliability and in this manner, grant higher availability to the SAG mill. This would allow improving production and safety indicators.

SOLUCIÓN

El manipulador de palmetas de Trommel es un equipo robótico diseñado y desarrollado para realizar, en forma automática y remota, el cambio de las palmetas durante paradas programadas de la molienda SAG. Robotizar este proceso elimina la presencia directa de personas en el cambio de las palmetas, lo que hasta ahora era susceptible a accidentes y a eventuales errores en el proceso de instalación de palmetas durante la mantención programada. El equipo permite reemplazar hasta el 100% de las palmetas durante el cambio de revestimientos del molino SAG con lo cual se evitan problemas operacionales como de interrupción en el proceso aguas abajo. Además, esta solución es la primera diseñada y desarrollada por MIRS para el proceso de conminución y concentradoras.

La solución está compuesta por los siguientes elementos:

- 1 **Estructura base:** Estructura en la que se sustenta todos los elementos del equipo.
- 2 **Plataforma de operación:** Es donde se alojan los distintos sistemas de control, energización y el puesto de supervisión del sistema.
- 3 **Puesto de supervisión:** Sistema con pantalla táctil para supervisar y operar el sistema completo.
- 4 **Rack de paneles:** Espacio para retirar las palmetas usadas y depositar las nuevas.
- 5 **Brazo robótico:** Con capacidad de aplicación de fuerzas de hasta 500 kg. y velocidad de movimiento de hasta 2 metros por segundos con carga máxima. Extrae rápidamente y sin dificultad cada una de las palmetas usadas e inserta las palmetas nuevas.
- 6 **Plataforma extensible:** Base en la cual está apoyado el brazo robótico y que permite que éste pueda ingresar al interior del Trommel para hacer el cambio de palmetas. El brazo robótico cuenta con un set de herramientas especialmente diseñadas para la extracción e instalación de los distintos tipos de palmeta.



SOLUTION

The Trommel's palmettes handler is a robotic equipment designed and developed to execute, in an automatic and remote mode, replacement of palmettes during scheduled detentions of SAG grinding. Having robotized this process, eliminates direct presence of persons in the replacement of the palmettes which up to now, was susceptible of accidents and eventual errors in the palmettes installation process during scheduled maintenances. The equipment allows replacing up to 100% of the palmettes during replacement of the SAG mill's linings and in this manner, operational problems such as interruption of the downstream process are avoided. Additionally, this solution is the first one designed and developed by MIRS for the comminution and concentrators process.

The solution is constituted by the following elements:

1. **Base structure:** this structure is the one supporting all the elements of the equipment.
2. **Operation platform:** in this platform the different control systems, energization and the system's control station are installed.
3. **Supervision booth:** this system includes a touchscreen for the supervision and operation of the entire system.
4. **Rack of panels:** this is a space used for the removal of used palmettes and deposit the new ones.
5. **Robotic arm:** this arm has the capacity of applying forces up to 500 kg and has a motion speed of up to 2 meters per second with maximum load. It quickly removes without difficulties each of the used palmettes and inserts the new palmettes.
6. **Extensible beam:** this beam is the base on which the robotic arm is supported and allows the arm to enter the Trommel to execute replacement of the palmettes. The robotic arm is equipped with a set of tools specially designed for extraction and installation of the different type of palmettes.



PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

Este proyecto siguió todas las etapas del proceso de creación de nuevos productos de MIRS: a) ingeniería conceptual, b) prueba piloto, c) prueba industrial y d) suministro de equipamiento final. Este proceso le permite a MIRS evaluar distintas soluciones que sean técnica y económicamente viables y a los clientes ir avanzando etapa por etapa, reduciendo los riesgos en cada una de ellas. Si hay factibilidad técnica y caso de negocio al final de cada etapa, entonces se toma la decisión de pasar a la fase siguiente (Ver esquema).

Este proceso de creación e innovación debe estar alineado con la necesidad de desarrollar soluciones empaquetables como producto y replicables, de manera de evitar los trajes a la medida o one-off. Este es el caso del manipu-

lador de palmetas de Trommel, ya que es un equipo que tiene el potencial de transformarse en un producto con alcance global.

Durante las primeras etapas de creación del producto, se requiere estudiar profundamente el proceso en el cual se inserta la solución. Es aquí donde MIRS destaca, ya que su conocimiento del proceso minero y de la robótica para aplicaciones industriales pesadas le permite conceptualizar soluciones que tengan la capacidad de adaptarse a la alta variabilidad, característica intrínseca de los procesos en la industria minera. Este es uno de los mayores desafíos y una fuente de diferenciación de MIRS.

En el caso de la automatización del reemplazo de las palmetas del Trommel, se hizo una

INNOVATION PROCESS - FACILITATORS AND BARRIERS

This Project followed all phases of the process of creation MIRS's new products: a) conceptual engineering; b) pilot tests; c) industrial tests and d) supply of final equipment. This process allows MIRS to evaluate different solutions being technically and economically feasible and allows the clients to progress phase per phase, reducing risks in each of them. If technical feasibility is possible and in case of final business of each phase, then the decision of passing to the following phase is made (See figure).

This creation and innovation process must be aligned with the need of developing packaged solutions as a product and must be reproducible to avoid one-offs. This is the case of the palmettes handler of the Trommel because it is a piece of equipment having the potential of transforming into a worldwide scope product.

During the first phases of creation of the product, it is necessary to in-depth study the process in which the solution is inserted. Here is where MIRS underscores because their knowledge of the mining process and robotics for heavy industrial applications, allows the company to conceptualize solutions having the capability of adapting to high levels of variation which is an intrinsic characteristic of the mining industry processes. This is one of the largest challenges and a source of differentiation of MIRS.

In the case of the automatization of the Trommel's palmettes replacement, a conceptual engineering was developed jointly with Minera Escondida's team. After successfully progressing with the prototype, in 2013 pilot tests were run at MIRS' facilities. Using a stationary robot, successful tests were obtained to remove and install new and old palmettes. Further, new tools were designed and tested capable of working with different sizes and shapes of palmettes.

Together with ACOTEC, international supplier and manufacturer of abrasion and corrosion solutions, in 2014 an industrial test was run at real scale. The essays consisted in removing and installing all palmettes and the use of all components except the extensible beam.

ingeniería conceptual trabajada en conjunto con el equipo de Minera Escondida. Luego de avanzar exitosamente en el prototipo, el 2013 hicieron pruebas piloto en las instalaciones de MIRS. Con un robot fijo se lograron realizar pruebas exitosas para remover e instalar palmetas nuevas y usadas. Posteriormente se diseñaron y probaron nuevas herramientas que fueran capaces de trabajar con distintos tamaños y formas de palmetas.

En conjunto con ACOTEC, proveedor y fabricante internacional de soluciones de abrasión y corrosión, el 2014 se llevó a cabo la prueba industrial a escala real. Los ensayos contemplaron retirar e instalar todas las palmetas y el uso de todos los componentes a excepción de la plataforma extensible.



El año 2015, se realizó la ingeniería de detalle y de constructibilidad que permitió detallar la máquina completamente, e identificar y controlar todos los riesgos de las modificaciones que se tenían que realizar en planta para el uso del equipo.

Con todas estas etapas anteriores cumplidas, y habiendo controlado los riesgos inherentes a la incorporación de una innovación en su proceso productivo, el cliente el año 2016 se decide a encargar la fabricación y el suministro de todo el sistema, terminando con un Factory Acceptance Test (FAT) aceptado mediante un protocolo de cumplimiento de indicadores por parte de BHP. Actualmente se están realizando pruebas pre-operacionales con un Trommel real en las instalaciones de La Negra de FLSmidth, proveedor de soluciones de ingeniería, equipamiento y servicios para la industria minera y cementera.

Este proceso no hubiese sido posible de llevar a cabo sin la colaboración, participación y compromiso de las empresas mencionadas. En industrias como la minera, este acompañamiento resulta clave para el desarrollo de los proyectos, pues permite asegurar en todas las etapas del proceso de gestión de cambio tecnológico que el proyecto se encuentre alineado con los intereses de la operación.

El proceso de innovación llevado a cabo por MIRS, está basado en el modelo del grupo de empresas HighService, que se caracteriza por una oferta de valor que incorpora la tecnología como un elemento diferenciador de sus servicios.

MIRS cuenta con un equipo formado por 15 profesionales que se descompone en dos áreas. Una es el área electrónica, a cargo del desarrollo de la arquitectura de automatización y lógica de operación, la programación



Ilustración MIRS / Manipulador Palmetas Trommel

In 2015, detail and constructability engineering was executed allowing the complete detailing of the machine, and identifying and controlling all risks associated with modifications that had to be implemented in the plant to be able to use the equipment.

Having completed all previous phases and having controlled risks involved in the incorporation of an innovation in their productive process, in 2016 the client decided to entrust the fabrication and supply of the entire system completing with a Factory Acceptance Test (FAT) accepted by BHP by means of indicators compliance protocol. Currently, pre-operational tests are being run with a real Trommel at FLSmidth's facilities in La Negra. FLSmidth is a supplier of engineering solutions, equipment and services for the mining and cement industries.

This process would have not been possible to execute without the collaboration, participation and commitment of the before mentioned companies. In industries such as the mining industry, this collaboration is key for the development of projects because it allows ensuring – along all phases of the management process of technological change – that the project is aligned with the interests of the operation.

The innovation process developed by MIRS is based on the model of HighService group of companies which is characterized by an offer of value incorporating technology as a differentiating element of their services.

MIRS has available a team constituted by 15 professionals divided in two areas. One area is the electronics area responsible for the development of the operation automation and logics architecture,

de los robots y la programación de los sistemas de visión; y la otra es el área mecánica, a cargo de los diseños y fabricación de los sistemas mecánicos y herramientas especiales que sustentan, controlan y mueven la solución final.

Al no existir una industria mecatrónica ni una alta industrialización en Chile, los profesionales de este equipo se han formado junto con el desarrollo de MIRS, generando un área muy cohesionada y con altos niveles de retención. Aun así, y mirando el crecimiento futuro y las restricciones del mercado laboral, MIRS ve como algo muy positivo la existencia de instrumentos de incorporación de Capital Humano Avanzado, de manera de atraer talentos tanto chilenos como extranjeros.

Con la motivación de promover las inversiones en I+D a MIRS le parece muy atractivo que se facilite la inversión en desarrollo y se pueda, por ejemplo, reducir de la base imponible un mayor porcentaje de todas las inversiones realizadas en I+D, tal como ocurre en otras latitudes. La innovación es un proceso iterativo que requiere de mucha flexibilidad, por lo que los instrumentos de fomento deberían tomar más en cuenta esta condición.

A lo largo de su historia, MIRS ha postulado y ganado varios fondos concursables públicos, desde la conformación de un consorcio tecnológico, hasta desarrollo de alta tecnología. MIRS es actualmente un centro registrado de I+D en CORFO.

La automatización del cambio de palmetas Trommel es muy relevante para MIRS. En su primer desarrollo para el proceso de disminución tanto el cliente BHP como ellos cumplieron con todas las etapas acordadas: ingeniería conceptual, prueba piloto, prueba industrial e ingeniería de detalle. El Programa Proveedores de Clase Mundial de BHP ha entregado el apoyo necesario para el desarrollo de este proyecto. La participación y colaboración de las áreas de Minera Escondida involucradas en el proyecto ha sido fundamental. De este modo, fue posible minimizar los riesgos al cliente en cada una de las etapas y mejorar el conocimiento de la solución técnica y del producto final. Además, permitió a MIRS abrir un espacio de colaboración con empresas fuera de Chile que pudiesen fabricar los diseños de alta precisión realizados para la solución final del Trommel.



Fotografía MIRS / Brazo Robótico Trommel

robots and vision systems programming; the other is the mechanical area responsible for the design and fabrication of the mechanical systems and special tools that support, control and move the final solution.

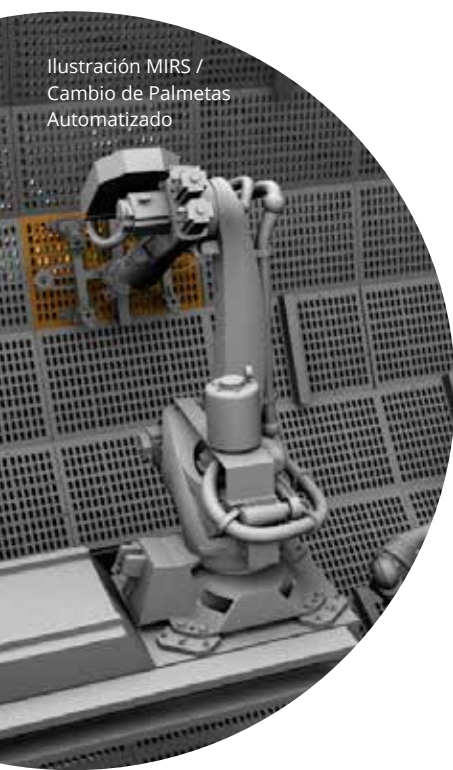
Considering mechatronics industry or high industrialization are not available in Chile, professionals members of this team have grown together with MIRS's development generating a very cohesive area with high levels of retention. Considering future growth and restrictions of the labor market, MIRS considers as very positive the existence of instruments incorporating Advanced Human Capital to attract both Chilean as foreign talents.

With the purpose of promoting investments in I+D, MIRS considers it is very attractive to facilitate investments in development and to for example, reduce from the tax base a higher percentage of all investments made in I+D as it happens in other latitudes. Innovation is a repetitive process requiring a lot of flexibility and due to this, the development instruments should further consider this condition.

Along its history, MIRS has applied to and won several public competitive funds, going from the constitution of a technological consortium, up to the development of high technology. MIRS is currently a registration center of I+D in CORFO.

Automatization of the Trommel's palmettes replacement is very relevant to MIRS. During their first development for the comminution process, both the client BHP as MIRS, complied with all agreed phases: conceptual engineering, pilot test, industrial test and detail engineering. BHP's Worldwide Class Suppliers Program has granted necessary support for the development of this project. Participation and collaboration of Minera Escondida's involved areas in the project has been crucial. In this manner, it was possible to minimize risks for the client in each of the phases and improve knowledge of the technical solution and final product. Furthermore, it allowed MIRS to open a space of collaboration with companies abroad Chile that could fabricate high precision designs executed for the Trommel's final solution.

Ilustración MIRS /
Cambio de Palmetas
Automatizado



CREACIÓN DE VALOR

Un factor relevante de creación de valor para una compañía minera es minimizar las mantenciones de emergencia o no programadas, y en particular, en sus líneas de molienda. Con este sistema, el tiempo de cambio se puede reducir desde los 23 minutos de la operación manual a 3 minutos, logrando una reducción de tiempo de un 87%. La rapidez con que opera el brazo mecánico también permite hacer intervenciones puntuales al interior del Trommel, minimizando los tiempos en que se debe detener el molino SAG en caso de una emergencia.

Considerando que el Trommel de OGP1 es de aproximadamente 110 palmetas, la solución actual permite realizar el reemplazo completo de todas las palmetas del Trommel evitando el reemplazo manual de éstas.

MIRS estima que esta solución tiene un impacto directo en la disponibilidad del molino SAG. Por otro lado, mejorar las condiciones de trabajo y eliminar la exposición a condiciones de riesgo de los trabajadores es una de las prioridades de BHP y esto también se logra con el uso de esta nueva tecnología.

La empresa cuenta con su método de evaluación de caso de negocio y lo aplica para cada una de sus soluciones. Sin embargo, hace

notar que generalmente son los clientes los que aplican su propia metodología, por lo que hay un espacio de información compartida que ayuda a la construcción de los casos de negocios finales.

La creación de valor para MIRS en este proyecto está dada por el impacto que tiene este nuevo producto en abrir la molienda como línea de negocio y fortalecer la internacionalización de la compañía. Los desafíos técnicos que se tuvieron que resolver para el desarrollo de este producto habilitan la creación de nuevos equipos en el área de molienda, específicamente para la mantención del molino SAG, lo que generará un alto impacto en el mercado. Por el lado de la internacionalización, el mercado minero y particularmente el de cobre, es significativo en términos de escala y volumen en el que se opera, sin embargo, es limitado respecto del número de grandes operaciones o compañías mineras por región. Es por ello, que los desarrollos de productos nuevos deben tener potencial global y este equipo cumple con esta premisa. En este caso las oportunidades de crecimiento de la solución propuesta por MIRS están en Chile, Perú, México y Australia, entre otros países mineros.

In general, a relevant value creation factor for a mining company is minimizing emergency or non-scheduled maintenances and particularly, their grinding lines. With this system, replacement durations can be reduced from 23 minutes of the manual operation to 3 minutes, achieving a time reduction of 87%. The speed with which the mechanical arm operates also allows executing specific interventions inside the Trommel minimizing periods during which the SAG mill must be detained in case of an emergency.

Considering OGP1's Trommel is equipped with approximately 110 palmettes, the current solution allows executing complete replacement of all the palmettes of the Trommel avoiding in this manner their manual replacement.

MIRS estimates that this solution has a direct impact on the SAG mill's availability. On the other hand, work conditions can be improved and workers exposure to risk conditions can be eliminated which is a priority for BHP and this can also be achieved with the use of this new technology.

The company has an evaluation method in case of making business and applies it to each of the solutions. However, it is important to note that generally the clients are the ones applying their own methodology and due to this, there is an opportunity of sharing information aiding the construction of final businesses cases.

MIRS considers, in this project, that value creation is given by the impact this new product has in opening grinding a line of business and strengthens the company's globalization. The technical challenges they had to solve for the development of this product enable the creation of new equipment in the grinding area, specifically for maintenance of the SAG mill which will generate high impact in the market. With regards of the globalization aspect, the mining market and particularly copper mining, is relevant in terms of escalation and volume in which it operates. However, it is limited with regards of the quantity of large operations or mining companies per region. Due to this, development of new products must have global potential and this equipment complies with this assumption. In this case, opportunities of growth in the solution proposed by MIRS can be found in Chile, Peru, Mexico and Australia, among other mining countries.

EXPERIENCIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

MIRS ha presentado 27 solicitudes de patente en Chile y en Estados Unidos basadas en las ingenierías y soluciones que han desarrollado, formando parte de los activos intangibles de la empresa. De las 27 solicitudes, se han concedido 16 patentes en Chile y 5 en Estados Unidos. A partir de la experiencia presentando solicitudes de patente, el área de desarrollo de MIRS ha construido y mejorado sus competencias de peritaje, elaboración y revisión de memorias descriptivas. Cada vez que realiza un nuevo desarrollo o producto, se presenta una propuesta de propiedad intelectual y se somete a la decisión de un comité. Luego, un estudio de abogados expertos en propiedad intelectual realiza un informe de patentabilidad y del estado del arte internacional. Finalmente, en la reunión de directorio se revisan los antecedentes y autorizan las actividades específicas de protección.

El resguardo de la propiedad intelectual no solo está circunscrito al patentamiento. También han creado modelos de utilidad, usan el secreto industrial y mantienen derechos de reproducción para los desarrollos de software. Particularmente para la solución de Trommel y los potenciales mercados de comercialización, se realizó una solicitud de patente en fase nacional de PCT (Patent Cooperation Treaty por sus siglas en inglés) en Australia, Canadá, Chile, Perú y Zambia. Uno de los argumentos que explica esta política es que estos derechos exclusivos son considerados activos intangibles y forman parte fundamental del patrimonio de la compañía. Año a año se realiza un test de deterioro por cada patente y se actualizan sus proyecciones de valoración. Un segundo argumento, y quizás el más relevante, es que la protección intelectual permite proteger todo el esfuerzo económico realizado en I+D y así resguardar el desarrollo de la fase comercial de los mismos.



Fotografía Codelco Chile

INTELLECTUAL PROPERTY EXPERIENCE

MIRS has filed 27 requests for patents in Chile and the United States based on engineering and solutions they have developed and which form part of the intangible assets of the company. Of these 27 requests, 16 patents have been granted in Chile and 5 patents in the United States. Based on the experience obtained in patents filing, MIRS's development area has constructed and improved their knowledge in technical assessment, preparation and revision of specification reports. Each time a new development or product is executed, an intellectual property proposal is filed and submitted to the decision of a committee. Then, a law firm of experts in intellectual property prepares a report describing the possibility of patenting and international state-of-the-art. Lastly, during the board meeting, background information is reviewed and specific protection activities are authorized.

Intellectual property protection is not only restricted to the obtainment of a patent. As well, utility models have been created using industrial secrecy and maintaining reproduction rights for development of software. Specifically, for the Trommel's solution and potential commercialization markets, a patent was filed in national phase of PCT (Patent Cooperation Treaty) in Australia, Canada, Chile, Peru and Zambia. One of the arguments this policy explains is that these exclusive rights are considered as intangible assets and form relevant part of the patrimony of the company. Yearly, a deterioration test is run per each patent and their valorization projects are updated. A second argument, and maybe the most relevant, is that intellectual protection allows protecting the entire economical effort made in I+D and safeguard in this manner the development of their commercial phase.

Es fundamental centrar la atención
en el problema del cliente y lo
que espera resolver.

APRENDIZAJES

Para MIRS, diseñar y construir soluciones y maquinarias complejas como las que han desarrollado, requiere de capacidades que no siempre se encuentran en Chile. Esto los obliga permanentemente a buscar modelos de colaboración con empresas más allá de nuestras fronteras. Esta colaboración es clave para reducir el tiempo de desarrollo, focalizando el esfuerzo de I+D en los componentes más críticos del nuevo producto, e integrando conocimiento ya desarrollado y probado por otros, aumentando la confiabilidad de la solución final.

Otro aprendizaje ha sido en el desarrollo de las soluciones tecnológicas, éstas deben ser concebidas para operar en distintos escenarios porque hay mucha variabilidad en los procesos productivos. El área de desarrollo de MIRS es consciente que se debe hacer un diseño que sea robusto a la variabilidad de los procesos. Las máquinas robóticas operan en el corazón del proceso productivo y, por

lo tanto, deben ser capaces de operar en cualquier condición.

Otro aspecto es la dificultad de contar con una colaboración de largo plazo de todos los actores que se requieren en el desarrollo y ejecución de un proyecto de innovación. Lo que ocurre típicamente es que van cambiando las personas, las prioridades y se pierde el impulso. El compromiso de BHP para dar esa continuidad permitió que esta solución saliera adelante, completando además exitosamente cada una de las fases requeridas para su desarrollo y operación.

Chile debe fomentar el desarrollo de capacidades y competencias locales que sean de mayor valor agregado y más sofisticadas. Un ejemplo de esto es que el país no cuenta con maestranzas especializadas en metal-mecánica de precisión para grandes piezas de máquinas robóticas. La viga extensible para la solución de Trommel opera como un



Fotografía MIRS / Equipo de trabajo Automatización de Palmetas Trommel

LEARNINGS

According with MIRS's opinion, designing and construction solutions and complex machinery as the ones they have developed, requires the use of capacities not always available in Chile. This obliges them to permanently search new models of collaboration with companies beyond our borders. This collaboration is key in reducing periods of development focused in I+D efforts in the most critical components of the new product and integrating knowledge previously developed and tested by others, increasing in this manner reliability of the final solution.

Another learning has been obtained in the development of technological solutions as these must be conceived to operate in different scenarios because there is much variability in productive processes. MIRS's development area is aware they must develop a robust design with regards of variability in the

processes. The robotic machinery operates in the heart of the productive process and hence, they shall have the capacity of operating under any condition.

Another aspect is the difficulty in having available long-term collaboration of all actors required in the development and execution of an innovation project. What typically occurs is persons and priorities change and the momentum is lost. BHP's commitment to grant continuity, allowed this solution to progress also successfully complementing each of the required phases for its development and operation.

Chile must promote development of local skills and competences being of higher added value and more sophisticated. An example is that the country does not have available specialized shops in metal-mechanic precision for large pieces of robotic machinery. The extensible beam for the Trommel solution



eje móvil más del robot, utilizando el mismo sistema de control y precisión del robot Kuka que realiza la manipulación de las palmetas. Se tuvo que buscar fuera de Chile la empresa que tuviera las capacidades de fabricar esta viga con las precisiones requeridas. Esta falta de encadenamiento productivo de alta especialización, puede afectar la competitividad de las empresas que desarrollan esfuerzos tecnológicos como los que realiza MIRS.

Respecto de la propiedad intelectual, un aprendizaje relevante es definir una estrategia y ejecutarla ordenadamente aprovechando las competencias y capacidades que existen tanto dentro como fuera de la organización. Por ejemplo, fue un error iniciar el proceso de protección industrial sin expertos

externos en patentes. MIRS superó esa etapa dolorosamente luego de tener que sacrificar varios procesos de patentamiento. Por otro lado, la empresa ha trabajado en algunas investigaciones puntuales con universidades, pero la diferencia entre los objetivos de innovación de la empresa y los objetivos de investigación de la academia, ha llevado a que los proyectos no hayan prosperado.

Además, en algunos casos, y a pesar de ser los mandantes de la investigación y desarrollo, las políticas de algunas instituciones han puesto condiciones a la propiedad intelectual, lo que hace muy difícil avanzar en conjunto.

A pesar de algunas malas experiencias, MIRS cree que hay un importante espacio de colaboración entre la empresa y la universi-



dad, en particular, en temas más técnicos y de frontera en los cuales se requiere una componente de investigación basal.

Finalmente, uno de los aprendizajes más importantes obtenidos en este proyecto es realizar el proceso de internacionalización lo más tempranamente posible. MIRS ha identificado a la industria minera como un motor de desarrollo de su empresa y de la economía nacional, pero no es un mercado suficientemente grande para una empresa de base tecnológica. Por eso sugiere que todo aquel que quiera emprender dentro de la industria minera debe mirar este mercado de una manera global y considerarlo así desde la concepción de todos los proyectos.

operates as another mobile shaft of the robot using the same control and precision system as the Kuka robot that executes handling of palmettes. The company had to search abroad Chile a company with the capacity of fabricating this beam with the required accuracy. This lack of high specialization productive chain may affect the competitiveness of companies developing technological efforts, as those executed by MIRS.

With regards of intellectual property, a relevant learning is the definition of a strategy and executing it in an orderly manner taking advantage of available skills and capacities existent both inside as outside the organization. For example, it was a mistake to start the industrial protection process without external experts in patents. MIRS had overcome painfully this phase after sacrificing several patent processes. On the other hand, the company has worked in some specific investigations with universities, but the difference between the company's innovation goals and the goals of the university's investigation goals has driven to non-progress of the projects. Furthermore, in some cases and, despite being the principles of the investigation and development, the policies of some institutions have imposed conditions to the intellectual property and this make very difficult to progress jointly.

Notwithstanding some bad experiences, MIRS considers there is an important space for collaboration between the company and the university particularly, in more technical and border matters in which a basal investigation component is required.

Lastly, one of the most important learnings obtained in this project, is executing the internationalization process as early as possible. MIRS has identified the mining industry as a development motor of its company and the national economy, but is not a market sufficiently large for a technological based company. Due to this, it suggests that any person interested in undertaking within the mining industry, must have a look at the market in a global manner and consider it as such when conceiving all projects.





02

AGUAMARINA

B I O S E A L

B I O S E A L

Aguamarina ha desarrollado BIOSEAL, un innovador producto de base biotecnológica para disminuir las emisiones de material particulado de operaciones mineras.

Aguamarina has developed BIOSEAL an innovator product based on biotechnology, used to diminish emissions of particulate materials in mining operations.





AGUAMARINA SpA

CONTACTO / CONTACT:

Pamela Chávez

Gerente de Innovación y Desarrollo

www.aguamarina.cl

+56 55 2892851

Las Colonias 580

Antofagasta, Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

Aguamarina Biominería es una empresa de biotecnología chilena, con diez años de experiencia en la industria minera. Su foco está en solucionar desafíos ambientales y de operaciones, con el fin de optimizar procesos, disminuir costos y velar por la conservación del medio ambiente. Fue creada el 2007 y en una década ha alcanzado grandes logros a través de la construcción de una visión e interacción internacional. Sus productos y servicios se comercializan en Australia, Chile, Estados Unidos, Perú y Uruguay.

Algunos de sus clientes nacionales son El Abra, Lomas Bayas, Cerro Colorado, Escondida, Spence y Aguas CAP. Entre los internacionales destacan Anglo American, Harsco Metals, JOGMEC, Solfatará y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Uruguay.

Durante esta década han desarrollado y comercializado soluciones en áreas como biolixiviación, biocorrosión, estabilización de tranques de relaves y laderas, y control de material particulado. Esta capacidad de crecimiento ha sido fruto del reconocimiento de sus fortalezas y de los recursos necesarios para solucionar problemas propios del sector. Han identificado, reunido y apalancado inversiones públicas y privadas por más de US\$ 4.5 millones.

Estos logros no habrían sido posibles sin su fundadora y actual Gerente General, Pamela Chávez. Con una destacada formación nacional e internacional en biotecnología y experiencia en la industria minera ha llevado a Aguamarina a ser reconocida entre los proveedores nacionales de la minería.



COMPANY OVERVIEW

Aguamarina Biominería is a Chilean biotechnology company with ten years' experience in the mining industry. The focal point of the company is solving environmental and operational challenges with the purpose of optimizing process, reducing costs and ensuring environmental conservation. It was founded in 2007 and after a decade, it has reached major achievements by means of the construction of an international vision and interaction. Its products and services are commercialized in Australia, Chile, The United States, Peru and Uruguay.

Some of their national clients are El Abra, Lomas Bayas, Cerro Colorado, Escondida, Spence and Aguas CAP. Among the international clients, the following may be highlighted: Anglo American, Harsco Metals, JOGMEC, Solfatar and Uruguay Transportation and Civil Works Ministry.

During a decade, the company has developed and commercialized solutions in areas such as bio-leaching, bio-corrosion, stabilizing of tailing dams and slopes, as well as control of particulate matter. This growth capacity is the result of knowing their strengths and having necessary resources to solve specific problems of the area. It has identified, gathered and leveraged public and private investments exceeding US\$ 4.5 million.

These accomplishments would have not been possible without its founder and current General Manager, Pamela Chávez. Having outstanding national and international training in Biotechnology and experience in the mining industry, Pamela has driven Aguamarina to be recognized among national suppliers for the mining industry.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

Distintos procesos de la actividad minera son generadores de material particulado. Entre los más relevantes están: tronadura, carguío-transporte, descarga de mineral y conminución o reducción de tamaño de mineral. En el proceso de extracción de mina el material particulado en suspensión resulta un factor clave al momento de analizar la sustentabilidad de una operación. Esto debido a diversos efectos, tales como:

- 1 Salud de sus trabajadores:** El polvo que se encuentra en un ambiente laboral corresponde a un contaminante del aire y, por lo tanto, a un agente irritante del sistema respiratorio. Esta exposición puede dar origen a distintas patologías de acuerdo a la composición química, tamaño de las partículas, cantidad y tiempo de exposición al polvo.
- 2 Gestión del agua:** La escasez de este recurso y la necesidad que se tiene en distintos procesos mineros hace del agua un insumo muy valioso. Para disminuir el polvo en suspensión tradicionalmente los caminos se han regado con agua. Por las condiciones climáticas y operacionales de la faena este proceso se debe repetir con regularidad con el consiguiente gasto de un recurso escaso. Las soluciones que puedan ayudar a ejecutar una sustitución eficiente resultan relevantes para la operación.



El material particulado en suspensión resulta un factor clave al momento de analizar la sustentabilidad de una operación.

DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

Different processes of the mining activity generate particulate matters. Among the most relevant the following can be mentioned: blasting, loading-transportation, ore unloading and ore size comminution or reduction.

During the mine extraction process, the particulate matter in suspension is a key factor at time of analyzing the sustainability of an operation. This is due to different effects, such as:

1. Workers health: Dust contained in a working environment is an air pollutant and therefore, an irritating agent of the respiratory system. This ex-

posure may originate different pathologies according with the chemical composition, size of the particles, quantity and period of exposure to the dust.

2. Water management: Scarcity of this resource and the need of it in different mining processes, results in water being a very valuable resource. To reduce dust in suspension, traditionally water has been irrigated on the roads. Due to weather and operational conditions of the job site, this process must be repeated at regular intervals with the resulting consumption of a scarce resource. Solutions that may aid the execution of an efficient substitution are relevant for the operation.

Problemas asociados al polvo en suspensión:



Salud de sus
trabajadores



Gestión del agua



Cuidado por
comunidades
cercanas



Baja visibilidad
por material en
suspensión

3 Comunidades: La existencia de comunidades cercanas a operaciones mineras hace que la misma preocupación por los trabajadores en términos de salud se aplique para los miembros de las comunidades vecinas. Es por esto que son de gran interés las acciones que minimicen el impacto ambiental debido al material particulado y permitan la vida normal de las personas que viven en las cercanías de la mina.

4 Seguridad: A medida que hay más material particulado en suspensión, la visibilidad de los caminos es menor, lo que hace que los vehículos en movimiento deban reducir la velocidad de operación. La posibilidad de regar los caminos para contrarrestar esta situación no resuelve el problema. Los hace más resbaladizos, generando una condición de

riesgo que afecta la calidad de frenado de los equipos de alto tonelaje, particularmente en caminos con pendientes superiores al 10%.

5 Operación y mantenimiento: El polvo en suspensión afecta el rendimiento y durabilidad de los equipos y caminos, aumentando la frecuencia de las mantenciones de ambos. Esto incrementa los costos asociados a garantizar su continuidad y disponibilidad operacional.

Bioseal nace como una respuesta a estos problemas y al desafío de eliminación del material particulado en suspensión presentado en el contexto del Programa Proveedores Clase Mundial para las operaciones de BHP entre los años 2010 y 2017.

5



Mantenimiento de
equipos

Adicionalmente, esta solución se enmarca en los desafíos a corto plazo de cuidado del medio ambiente, responsabilidad social y aumento de la productividad, ubicados en el núcleo de operaciones y planificación minera de la hoja de ruta del Programa Nacional de Minería Alta Ley.

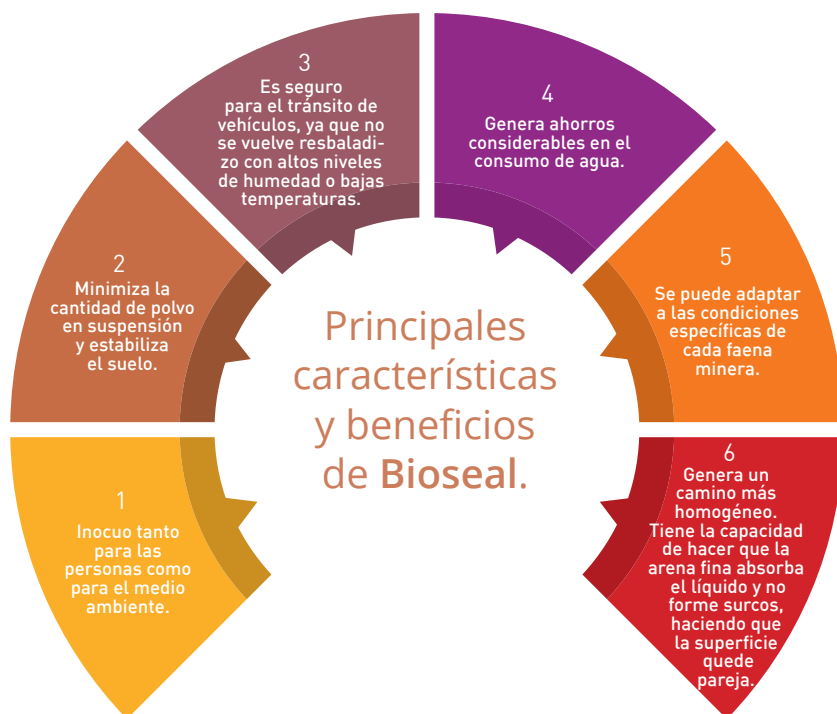
3. Community: The existence of communities nearby the mining operations is a concern and, as in the case of the workers, in terms of health that must be applied for members of the vicinity communities. Actions minimizing the environmental impact due to particulate matter and that may allow a normal life of people that live in the vicinity of the mine site, are of great interest.

4. Safety: As there is a higher amount of particulate matters in suspension, visibility on the roads is inferior and this results that moving vehicles must reduce their operation speed. The possibility of irrigating the roads to work against this situation does not solve the problem. It makes roads more slippery, generating a risk condition affecting the quality braking of high tonnage equipment, in particular on roads with slopes exceeding 10%.

5. Operation and maintenance: Dust in suspension affects performance and durability of equipment and roads, increasing frequency of maintenance for both. This increases associated costs to guarantee their continuity and operational availability.

Bioseal emerges as a response to these problems and the challenge of eliminating particulate matters in suspension occurring within the context of World Class Suppliers Program for BHP operations between years 2010 and 2017.

Additionally, this solution is framed within short-term challenges for the care of the environment, social responsibility and increase of productivity, located in the core of the operations and mining planning of the High Grade Mining National Roadmap.



SOLUCIÓN

Bioseal es un producto biotecnológico creado para disminuir y controlar las emisiones de material particulado como caminos y rampas, tranques de relave, taludes, laderas y botaderos, entre otros.

La solución tiene una etapa de preparación de dos bases disueltas separadamente en agua. Una compuesta por una base que permite el crecimiento de bacterias y la otra, una base reactiva. Ambas están compuestas principalmente por urea y calcio.

El agua utilizada puede ser industrial, de procesos e incluso aguas servidas, idealmente con un pH entre 6 y 8. Lo destacable de las bacterias es que, al crecer, generan un manto que se solidifica y encapsula el polvo, produciendo lo que podríamos denominar como biosellado.

Luego, viene la fase de aplicación donde con un camión aljibe se riega la superficie o suelo, primero con la solución reactiva y posteriormente con la base de crecimiento y bacterias. Durante este periodo se produce una reacción bioquímica que encapsula el polvo y al cabo de aproximadamente seis horas se compacta y endurece la superficie formando una capa equivalente al cemento, lo que evita que el material particulado vuelva a suspenderse en el aire.

Las principales características y beneficios de Bioseal son:

- Inocuo tanto para el ser humano como para el medio ambiente.
- Minimiza la cantidad de polvo en suspensión y estabiliza el suelo.

Bioseal es un producto biotecnológico creado para disminuir y controlar las emisiones de material particulado.

- Es seguro para el tránsito de camiones o camionetas ya que no se vuelve resbaloso con altos niveles de humedad o bajas temperaturas.
- Genera ahorros considerables en el consumo de agua.
- Puede ser adaptado a las condiciones específicas de cada faena minera.
- Genera un camino más homogéneo. La solución de Bioseal, tiene la capacidad de hacer que la chusca o arena fina absorba el líquido y no se formen surcos, haciendo que la superficie quede más pareja.

SOLUTION

Bioseal is a bio-technological product created to reduce and control emissions of particulate matters such as roads and ramps, tailing dams, slopes, hillsides and landfills, among other. The solution has a preparation phase of two bases diluted separately in water, a compound per each base allowing the growth of bacterium and the other corresponding to a reactive base. Both are mainly constituted by urea and calcium. The used water can be industrial, process and even waste water, ideally with pH between 6 and 8. The remarkable fact is that, while growing, the bacterium generates a mantle that becomes solid and encapsulates the dust, producing what we could call bio-sealing.

Then, the application phase occurs and during which a tanker truck irrigates the surface or soil, first with the reactive solution and further with the growth and bacterium base. During this period a biochemical reaction occurs and encapsulates the dust, and after approximately six hours, it compacts and hardens the surface forming a layer equivalent to cement avoiding the particulate matter is again suspended in the air.

The main characteristics and benefits of Bioseal are the following:

1. Harmless both for human beings as for the environment.
2. It minimizes the amount of dust in suspension and stabilizes the soil.
3. It is safe for transit of trucks or pick-ups because it does not become slippery with high levels of humidity or low temperatures.
4. It generates significant savings in water consumption.
5. It can adapt to specific conditions of each mine site.
6. It generates more homogenous roads. Bioseal solution is capable of making that fine sand absorb the liquid and does not form grooves, making the surface more uniform.

PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

El Programa Proveedores de Clase Mundial en BHP (PPCM, hoy EXPANDE) fue una de las iniciativas fundamentales para materializar y escalar Bioseal. Entre las empresas con las que han realizado pilotos y validado su tecnología se encuentran Xstrata Lomas Bayas (2012), Escondida (2014), Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Uruguay (2015), y Spence (2016). Además, este programa ha facilitado un espacio de pruebas para explorar propuestas de solución a problemas relevantes para BHP y acompañar iniciativas que tuvieran un componente de innovación. Aguamarina está permanentemente buscando en la biotecnología una posible solución a los desafíos de la minería. Comenzaron a investigar muchas sustancias, entre las cuales seleccionaron azúcares y polímeros. La necesidad de BHP permitió conectar la eficiente capacidad de las bacterias para producir polímeros naturales. El reto fue encontrar una materia u organismo que generara un polímero natural y que permitiera la tracción de material particulado en el aire.

Hasta el año 2012 no existían soluciones inocuas para capturar material particulado del aire. El interés de BHP gatilló el comienzo del proyecto con Aguamarina. Se observó que luego de encapsular y precipitar el material particulado, este quedaba suelto en la superficie, por lo que era necesario sellarlo. Luego de encontrar la bacteria que permitiera este proceso, se inició un trabajo de investigación y desarrollo en terreno con Cerro Colorado. Con las pruebas realizadas se pudo validar que era posible



INNOVATION PROCESS – FACILITATORS AND BARRIERS

BHP's World Class Suppliers Program (PPCM, currently EXPANDE) was one of the main initiatives to materialize and escalate Bioseal. Among the companies that have executed pilot tests and validated its technology, the following may be mentioned: Xstrata Lomas Bayas (2012), Uruguay Transportation and Civil Works Ministry (2015) and Spence (2016). Moreover, this program has facilitated the possibility of running tests to explore proposals of solution for relevant problems for BHP and accompany initiatives including a component of innovation. Aguamarina is permanently searching in bio-technology a possible solution for mining challenges. They started to investigate many substances, among which sugar and polymers were included. BHP's requirements allowed connecting the efficient capacity of the bacterium to produce natural polymers. The challenge was to find a mater or organism generating a natural polymer and which may allow traction of particle matters in the air.

Until 2012, there were no harmless solutions available capable of capturing particulate matters in the air. BHP's interest triggered the start of the project with Aguamarina. It was observed that after encapsulating and settling the particulate matter, it remained loose on the surface and due to this, it was necessary to seal it. After finding the bacterium allowing this process, investigation works and developments commenced in the field with Cerro Colorado.



Fotografía Aguamarina

sellar el polvo y desarrollar un producto equivalente al cemento con múltiples aplicaciones en caminos y superficies inclinadas, junto con mitigar el impacto ambiental de procesos como la tronadura. Este potencial de aplicación también puede ser aprovechado en sectores como la construcción, agricultura y áreas industriales, entre otros.

Desde 2014 se trabajó en la formulación, el empaquetamiento y definición de un sistema de operación simple y similar al tradicional, de modo de minimizar las barreras de adopción por parte del personal de operaciones de la mina. También se sistematizó el proceso de medición de material particulado, permi-

tiendo contar con un inventario detallado de las emisiones y cantidades de acuerdo a sus fuentes y, por lo tanto, con mejores antecedentes para la toma de decisiones operacionales. Con estos datos, y comparando las opciones de solución disponibles en el mercado, se trabajó en hacer que el producto fuera más competitivo.

Un caso práctico se puede ver en la aplicación de Bioseal en días de lluvia o en terrenos donde hay derrame. Este evita que los camiones resbalen bajo estas condiciones tanto en una rampa como en caminos sin pendiente, con camión cargado y descargado. El desarrollo y los buenos resultados



alcanzados con Bioseal han despertado el interés de Aguamarina en tomar la metodología de trabajo del PPCM para buscar nuevas aplicaciones en tranques de relave.

Dentro del modelo de innovación, la formación de los equipos de trabajo resulta fundamental. Los miembros incorporados al equipo inicial corresponden a personas que han tenido estudios científicos, pero no necesariamente especializados. Por esto, la estrategia definida fue asumir que no se sabía nada, de manera de incorporar y registrar el desarrollo del conocimiento. El objetivo es capacitar desde la experiencia, por lo que en la medida que se va requiriendo conocimien-

With the executed tests it was possible to validate dust sealing and develop a product equivalent to cement with multiple applications on roads and sloped surfaces, jointly with the possibility of mitigating environmental impact due to processes such as blasting. This potential of application could also be used in sectors as construction, agriculture and industrial areas, among other.

Starting in 2014, the company worked in the formulation, packaging and definition of a system of simple operation and similar to the traditional in order to minimize adoption barriers by the mine's operations personnel. As well, the process of measurement of particulate matter was standardized allowing having a detailed inventory of emissions and quantities in accordance with their sources and therefore, with better background for operational decision making. With this data, and comparing the options of available solutions in the market, the company worked in making the product to be more competitive.

A practical case of Bioseal is observed in the application of the product during rainy days or on grounds containing spillages. This avoids that trucks slip under these conditions, both on a ramp as on roads without slope, with the truck loaded and unloaded. The development and good results reached with Bioseal have led to Aguamarina being interested in adopting PPCM's work methodology to search new applications in tailing dams.

Within the innovation model, building work teams results a main factor. The members joining the initial team correspond to persons having scientific training, but not necessarily specialized. Due to this, the defined strategy was to assume that nothing was known, with the purpose of incorporating and recording knowledge development. The goal is to train

Aguamarina ha desarrollado BIOSEAL, un innovador producto de base biotecnológica que disminuye las emisiones de material particulado de operaciones mineras.

Fotografía
Aguamarina



to experto en un tema se incorporan especialistas en el área. Este proceso requiere integrar profesionales de distintos ámbitos, teniendo presente sus conocimientos, lenguaje y cultura. En este caso, la integración viene de la biotecnología, caminos y minería.

Para articular el trabajo en equipo se define un jefe de área responsable de gestionar el conocimiento, coordinar las actividades, dirigir los proyectos de desarrollo y organizar el trabajo con el equipo de investigación y desarrollo de Aguamarina. Él es responsable de entender el problema e ir a la faena para coordinar las actividades. Además, es el punto de interacción con el cliente y los distintos actores que contribuyen al buen desarrollo e implementación.

También dentro de Aguamarina hay un jefe de operaciones a cargo de la validación tecnológica. Los desafía permanentemente, indica nuevos problemas y condiciones de borde, como por ejemplo, que la solución se



deba implementar en un solo camión aljibe y no dos, ya que esto puede ralentizar la faena minera. El laboratorio se encarga de desarrollar una fórmula para cumplir con esta restricción de riego. El tener un jefe de operaciones en terreno permite obtener más y mejor información respecto de las modificaciones que tienen que alcanzar para que el producto sea más competitivo.

Aguamarina atribuye su éxito a los buenos resultados obtenidos con Bioseal. Sin embargo, reconocen que haber sido parte del PPCM fue un aspecto clave para la formación y crecimiento de la empresa. Asimismo, declaran que el inicio resultó muy lento, ya que debían construir sobre cada etapa que ejecutaban: generar la confianza y credibilidad del cliente, conformar un equipo de trabajo y enfrentar los cambios de velocidad en la industria.

based on experience so as long as expert knowledge is being acquired with regards a determined subject, specialists in the area are incorporated. This process requires integrating professionals of different fields considering their knowledge, language and culture. In this case, the integration comes from the bio-technology, roads and mining areas.

To coordinate team work, an area chief responsible for managing the knowledge, coordinate the activities, lead development projects and organize the work with the investigation and development team of Aguamarina is nominated. He/she is responsible for understanding the problem and travelling to the job site to coordinate the activities. Additionally, he/she is the interaction point with the client and different actors contributing with the proper development and implementation.

As well, within Aguamarina there is an operations chief responsible for the technological validation. This chief permanently challenges them, presents new problems and edge conditions such as for example that the solution to be implemented is only one tanker truck and not two, considering this could slower the mining operation. The laboratory is responsible for developing a formula to comply with this irrigation restriction. Having an operations chief in the field, allows having more and better information with regards of modifications that must be reached for the product to be more competitive.

Aguamarina contributes its success with the good results obtained with Bioseal. However, they acknowledge that having being part of the PPCM was a key aspect for the formation and creation of the company. As well, they state that the start resulted too slow and that they had to construct on each phase they executed: generating trust and credibility with the client, constituting a work team and dealing with speed changes in the industry.



CREACIÓN DE VALOR

Bioseal tiene una serie de ventajas competitivas respecto de los productos tradicionales utilizados hasta ahora para retener o compactar el material particulado en superficie. Eliminar la etapa de preparación del camino para recibir el producto simplifica el proceso, ya que sólo es necesario contar con un camión aljibe para aplicar la solución. Además, no hace falta pre-acondicionar la ruta, lo que se traduce en un menor costo de implementación y en la reducción del tiempo de habilitación.

La solución provista permite su aplicación en rampas de 10% de gradiente, donde en el caso de otros productos no es recomendable su aplicación, haciendo posible una mejor adherencia y disminuyendo la formación de surcos. El camino no se torna resbaladizo

ante la presencia de agua, lo que disminuye la distancia máxima de frenado exigida en un 30%. Esto permite al operador responder mejor frente a maniobras bruscas e impacta significativamente en la operación del camión al reducir la emisión de material particulado. Esta aplicación en rampas no se realiza con productos tradicionales por motivos de seguridad. También permite tener un camino con menos baches y mejor visibilidad, lo que impacta directamente en la velocidad y mantenimiento de los equipos. De esta forma, se genera un beneficio potencial en la estabilidad de los neumáticos y en la vida útil del camión.

Al tener un buen comportamiento ante las condiciones del ambiente este producto puede ser utilizado en todas las rutas de

Bioseal has several competitive advantages with regards of traditional products used up to date to retain or compact particulate matters on the surface. Eliminating the phase of road preparation to receive the product simplifies the process, because it is only necessary to have available a tanker truck to apply the solution. Additionally, it is not necessary to pre-condition the road which results in lower implementation costs and reduction of the enabling period of time.

The provided solution allows its application on ramps with 10% slope where, in the case of other products, it is not recommendable their application making possible a better adherence and reducing the formation of grooves. The road does not turn slippery in the presence of water and therefore, reduces maximum demanded braking distance in 30%. This allows the operator to better reply upon sudden maneuvers and significantly impacts the operation of the truck reducing the emission of particulate matter. This application on ramps is not executed with traditional products due to safety reasons. It also allows having a road with less bumps and better visibility, which has a direct impact on equipment speed and maintenance. In this manner, a potential benefit is generated in the stability of the tires and the truck's useful life.

Having proper behavior upon the environmental conditions, this product can be used in all access roads to the operation or the pit, independently of their geometry. This has proven a reduction of fresh water requirements in at least 30%, and it additionally reduces operational interferences.

It has been studied that the application of Bioseal on a sand surface subject to wind of 43 km/hour (according to NCH 1726/2.n 2009), has a resistance of six continuous hours without the sand returning to the environment. Whilst, surface without Bioseal treatment returns to the environment after ten minutes.

acceso a la operación o al pit, independiente de su geometría. Esto ha demostrado una reducción del requerimiento de agua fresca en al menos un 30%, además de disminuir interferencias operacionales.

Se ha estudiado que la aplicación de Bioseal sobre una superficie de arena sometida a viento de 43Km/h (según NCH 1726/2.n 2009) resiste durante seis horas continuas, sin que esta arena vuelva al medio ambiente. En tanto, una superficie sin tratamiento de Bioseal vuelve al medio ambiente al cabo de diez minutos.

EXPERIENCIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Para Aguamarina Biominería la propiedad intelectual ha sido clave desde el primer día. Su visión es que una empresa debe tener la capacidad de escalar, de lo contrario deja de ser un negocio atractivo. Y para ascender se debe tener control sobre la propiedad, de modo de viabilizar la comercialización. Respecto de la protección del producto, el modelo de desarrollo tecnológico de Aguamarina comienza con la propiedad intelectual en etapas muy tempranas, desde la protección de la marca y el nombre, hasta la preparación de la patente, de modo que cualquier uso ya está protegido.

La información y conocimiento generado se resguarda en cuadernos que son foliados, y que posteriormente pueden ser utilizados como un documento formal para defender una solicitud de patente. Se ha destacado especialmente esta práctica, ya que puede ser útil para cualquier empresa que esté desarrollando una innovación.

La solicitud de patentes comenzó en 2011 y a la fecha cuentan con tres en Chile, dos en Sudáfrica y una en Australia. Adicionalmente, tienen tres solicitudes internacionales de patente en proceso, además de nueve marcas registradas. El resguardo de la propiedad intelectual se continúa aplicando en las etapas posteriores. Por ejemplo, en el caso de Bioseal, Aguamarina generó una patente en etapa temprana y después una adicional, de modo de blindar mejor el producto y su aplicación.

La propiedad intelectual requiere entender y dominar múltiples áreas: estrategia, temas técnicos, legales y comerciales. Para la estrategia es necesario entender el plan de desarrollo del producto: en áreas técnicas, las características y ventajas; en aspectos comerciales, el mercado y modelos de comercialización y operación. Por lo tanto, ellos han ido estructurando un equipo interno y externo para complementar estos aspectos.



INTELLECTUAL PROPERTY EXPERIENCE

For Aguamarina Biominería the intellectual property has been a key factor since their first day. Their vision is that a company can have the capacity of escalating otherwise the business ceases to be attractive. And to be able to escalate, it has to have control on the property to make viable the commercialization. With regards of the protection of the product, the technological development model of Aguamarina starts with the intellectual property in very early phases, starting with protection of the brand and name, up to the preparation of the patent, in order any use is already protected.

Generated information and knowledge are safeguarded in numbered notebooks and these can be further used as formal documents to defend a patent request. This practice has been especially highlighted because it can be useful for any company developing an innovation.

Requests for patents started in 2011 and to date they have three in Chile, two in South Africa and one in Australia. Additionally, they have three international requests for process patents and nine registered trademarks. Protection of the intellectual property continuous to be applied in further phases; for example in the case of Bioseal, Aguamarina generated a patent during an early phase and further and additional one in order to shield the product and its application in a better manner.

The intellectual property requires understanding and managing multiple areas: strategy, technical, legal and commercial matters. For the strategy it is necessary to understand the product development plan; in technical areas, its characteristics and advantages; in commercial aspects, the market and commercialization and operation models. Therefore, they have structured internal and external teams to complement these aspects.

Contar con el apoyo y compromiso de una gran compañía minera ha sido fundamental para el desarrollo de espacios de prueba en terreno.

APRENDIZAJES

Contar con el apoyo y compromiso de una gran compañía minera ha sido fundamental para el desarrollo de espacios de prueba en terreno. El uso de recursos operacionales ha facilitado cuantificar el real impacto de la innovación en la minería. Para Aguamarina, como empresa de desarrollo tecnológico, fue difícil el comienzo, ya que debían aportar recursos de contrapartes que no son fáciles de obtener. Tuvieron que aprender muy bien los instrumentos públicos de fomento y esperan el diseño de nuevos instrumentos pensados en emprendimientos de alto grado de desarrollo tecnológico.

En un momento incluso evaluaron pilotear y comercializar primero en Australia. El reconocimiento y respeto internacional que hay de los profesionales chilenos, especialmente en la industria minera, les abrió las puertas más fácilmente que en Chile. Sin embargo, pesó más la decisión de estar primero en Antofagasta.

Aguamarina considera que para poder sortear las barreras de innovación en la industria minera tiene que haber una decisión firme del mandante. Si BHP no hubiese apostado por el PPCM, Aguamarina no habría tenido posibilidad de probar su solución. Resulta clave encontrar las iniciativas y las personas que se comprometen y apoyan un proyecto.

Su metodología para experimentar en minería ha sido sistematizar los distintos patrones de sus clientes o contrapartes. Conocer acciones, reacciones y disminuir la improvisación. Esto es aplicable para el desarrollo tecnológico y también para el desarrollo corporativo de la empresa.

Desde el año 2010, Aguamarina forma parte del PPCM. Esto ha permitido, de acuerdo a los avances que han tenido, construir un caso de negocio en conjunto con BHP, el que ha facilitado el levantamiento y análisis de la información. En la medida que se demuestran



Fotografía Codelco Chile

LEARNINGS

Having the support and commitment of a great mining company has been fundamental for the development of tests areas in the field. The use of resources has facilitated to quantify the effective impact of the innovation in the mining industry. For Aguamarina, as technological development company, the start was difficult because they had to adopt counterpart resources which are not easily obtained. They had to learn to use public development instruments and they are waiting for new design instruments conceived based on high degree technological development innovations.

At a certain time, they even evaluated to pilot and commercialize first in Australia. The international recognition and respect existing for Chilean professionals, especially in the mining industry, opened doors in an easier manner than in Chile; however, the decision of being first in Antofagasta prevailed.

Aguamarina considers that to be able to overcome innovation barriers in the mining industry, the principal has to have a firm decision. If BHP had not taken a chance with the PPCM, Aguamarina would have not had the possibility of proving their solution. It is fundamental to find initiatives and committed persons supporting a project. Their methodology to experiment in the mining industry has been to standardize different patterns of their clients or counterparties, being informed of action, reactions and reducing improvisations. This is applicable for the technological development and also for the corporate development of the company.

Since 2010, Aguamarina forms part of the PPCM. This has allowed them, in accordance with their progresses, to constitute a business case jointly with BHP which has facilitated investigation and analysis of information. As the product's good results are proven, the client also has the incentive of internally promoting the implementation of the product and due to this, numbers have to be consistent and validated by both.

Los equipos de investigación y desarrollo deben dejar de lado los prejuicios y construir colaborativamente su conocimiento, con una actitud de excelencia.

los buenos resultados del producto, el cliente también tiene el incentivo de promover la adopción del producto internamente, por eso los números tienen que ser consistentes y avalados por ambos.

Con respecto a las prácticas para proyectos de innovación, su experiencia es que los equipos de investigación y desarrollo deben dejar de lado los prejuicios y construir colaborativamente su conocimiento. Ninguno es experto y todos aprenden en el proceso de los temas en estudio. Este modelo fue recogido de Japón y permite sintonizar mejor las expectativas del equipo y del proyecto. Junto con eso, se promueve el desarrollo de una actitud de excelencia por muy pequeña o grande que sea una tarea. Es fundamental motivar con el ejemplo y ser sistemático, de modo de mantener un orden y un método.

Emprender, y especialmente en minería, es una decisión muy personal que nace de una convicción interna de que esa idea que uno tiene vale la pena desarrollarla. El camino es muy difícil, por lo que hay que estar realmente convencido de hacerlo.



Fotografía Codelco Chile

With regards of practices for innovation projects, their experience is that investigation and development teams must leave prejudices aside and construct their knowledge in mutual collaboration. None of them are experts and they all learn during the process of matters under study. This model was taken from Japan and allows to better tune the expectations of the team and the project. Together with this, development of an attitude of excellence

is promoted, as small or big this task may be. It is fundamental to motivate with the example and be systematic, in order to maintain order and method.

To be an entrepreneur, especially in the mining industry, is a very personal decision that is born from an internal conviction that this idea is worth to be developed. The path is very difficult and due to this, you have to be really convinced of going forward with it.





03

VIZUTIRE

TECNOLOGÍA VIZUTIRE

VIZUTIRE TECHNOLOGY

Vizutire es una empresa creada en torno a la minería y sus desafíos. Desarrolló y validó de manera colaborativa una novedosa solución para diagnosticar con precisión fallas en neumáticos mineros y extender la vida útil de éstos.

Vizutire was created to address challenges in the mining industry. It developed an innovative solution to detect defects in tires with precision and to extend its usage life in mining operations.





VIZUTIRE
3D Ultrasonic Tire Testing

CONTACTO / CONTACT:

Enrique Olivares
Líder de Nuevos Negocios

www.vizutire.com

+56 9 71366515

Las Encinas 353, Parque Inglés
Antofagasta, Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

Vizutire es una empresa familiar que se constituyó el año 2014. Sin embargo, su pasión e interés por la industria minera se inicia en los comienzos laborales de Enrique Olivares Miranda en Codelco.

En 2005, Marcelo Olivares, hijo de Enrique, observó que había camiones de extracción detenidos en una operación minera por no tener neumáticos. Este era un problema transversal en la industria minera, ya que los proveedores no eran capaces de suplir la demanda en medio del auge del precio de los commodities. Esta realidad lo llevó a él y a su familia a diseñar un proyecto de investigación con la Universidad Católica del Norte para desarrollar, mediante la técnica del ultrasonido, una metodología que detectara fallas en los neumáticos de manera rápida y no invasiva. La elección de esta casa de estudios fue recomendación de CORFO, que justamente

estaba apoyando a esta institución en investigaciones con empresas para el sector minero.

Cuatro años después realizaron la inscripción de su primera patente en Chile, con el fin de resguardar el método de medición que utilizaba el rebote de ondas de ultrasonido. Adquirieron los primeros materiales de laboratorio para comprobar empíricamente los resultados estimados bajo un entorno controlado, pero se hacía necesario probar la tecnología y establecer mediciones en terreno en un espacio de prueba representativo de las condiciones reales del sector. Fue entonces cuando comenzaron a trabajar con un proveedor de servicios de mantenimiento para la minería, con quien materializaron las pruebas y generaron las bases para establecer una alianza. Para construir su primer equipo ultrasónico recibieron apoyo del fondo concursable del Consejo Regional (CORE).



COMPANY OVERVIEW

Vizutire is a company founded in the year 2014. However, its passion and interest in the mining industry started at time when Enrique Olivares Miranda was first hired by Codelco.

In 2005, Marcelo Olivares, son of Enrique, noted that extraction trucks were detained in a mining operation because they did not have tires. This problem was transversal to the mining industry because the suppliers were not capable of supplying the demands in the middle of the boom of the commodities. This reality led him and his family to assemble an investigation project with the Universidad Católica del Norte with the purpose of developing, by means of ultrasound technique, a methodology to detect faults in tires in a quick and non-invasive manner. The selection of this university was a CORFO recommendation, which was at the time supporting these institutions in investigations

with companies for the mining sector.

Four years later, they made the first registration of their first patent in Chile with the purpose of protecting the measurement method using ultrasound waves bouncing. They purchased the first laboratory materials to experimentally test the estimated results under a controlled environment, but it was necessary to prove the technology and establish measurements in the field, in a representative space of tests under the effective conditions of the sector. It was then that they started to work with a maintenance services provider for the mining industry, with which they executed the tests and generated the bases for the establishment of an alliance. With the purpose of constructing their first ultrasound equipment, they receive the support of the Regional Council's fund.



El año 2010 ya habían patentado en seis países (Australia, Canadá, Chile, Estados Unidos, México y Perú), con el fin de proteger su tecnología en mercados potenciales de comercialización. Realizaron demostraciones de la tecnología en operaciones de BHP, Codelco y Teck, y ya contaban con un equipo de desarrollo de más de 15 profesionales, magíster y doctores. Dos años después, comenzaron la validación técnica del método y tecnología de medición con Michelin, uno de los principales productores globales de neumáticos, y la fabricación del primer equipo de medición

ultrasónica de estos productos.

A partir del 2015 empezaron sus operaciones dentro de Chile, en Codelco y BHP. Esto les permitió generar, capturar y procesar más información, la que incorporaron a una plataforma de inteligencia de negocios con las variables relevantes para sus clientes dentro de su solución.

El año 2016 iniciaron su expansión comercial y recibieron apoyo de CORFO para empaquetamiento tecnológico, lo que les permitió generar una imagen tridimensional del neu-



mático. Durante el 2017 iniciaron la fabricación de su tecnología en Estados Unidos y la apertura de su primera oficina en ese país.

Actualmente están trabajando en su expansión comercial y operacional fuera de Chile, junto con poder construir una solución de aplicación autónoma que facilite el proceso de medición y expansión de sus patentes a otros dos nuevos países.

In 2010 they had already commenced patent registration in six countries (Australia, Canada, Chile, the United States, Mexico and Peru) with the purpose of protecting their technology in potential commercialization markets. They executed demonstrations of the technology in BHP, Codelco and Teck's operations because they already had a development team of over 15 professionals, masters and doctorates. Two years later they started the technical validation of the method and measurement technology with Michelin, one of the main worldwide manufacturers of tires and the fabrication of the first ultrasonic measurement equipment of these products. By 2015, they started their operations within Chile, in Codelco and BHP. This allowed them to generate, gather and process more information, which was incorporated in an intelligent platform including relevant variables for their clients within their solution.

In 2016, they started their commercial expansion and received support from CORFO for technological packaging, which allowed generating a three-dimensional image of the tire. During 2017, they commenced the fabrication of their technology in the United States and they opened their first office in that country.

They are currently working in their commercial and operational expansion abroad Chile, jointly with the construction of an autonomous application solution facilitating the measurement process and expansion of their patents to another two new countries.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

El neumático OTR (Off-The-Road, por sus siglas en inglés) es un insumo altamente necesario para la operación de cualquier vehículo de carga y juega un rol habilitante en el transporte de mineral dentro del proceso extractivo. La disponibilidad del camión está directamente condicionada a la de los neumáticos, lo que se traduce en un impacto directo en la productividad. Esto se conecta directamente con las necesidades y desafíos del núcleo traccionante de operación y planificación minera para el aumento de la productividad en la gestión de activos.

Fue justamente esto lo que notó Marcelo Olivares en el año 2005 luego de visitar una gran faena minera. Se percató del problema de disponibilidad y la forma en que revisaban el estado de los neumáticos. El método de verificación por golpe, usado en algunas operaciones mineras, dependía de la agudeza y experiencia auditiva para discriminar los sonidos del evaluador.

Su padre, varios años antes, había hecho algunas pruebas utilizando ultrasonido. Sin embargo, la tecnología de entonces no estaba lo suficientemente madura y no avanzó más con el sistema. Para entonces, esta realidad había cambiado y, a través de unas pruebas iniciales, revisaron unos neumáticos que estaban en los botaderos, logrando rescatar y habilitar operacionalmente tres camiones de extracción.

Lo anterior permitió identificar la necesidad de aumentar la vida útil de los neumáticos, de una manera precisa, rápida, segura y haciendo un análisis predictivo de las



Fotografía Codelco Chile

DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

The OTR tire (Off-the-Road tire), is a highly necessary supply for the operation of any load vehicle and plays an enabling role in ore transportation within the extraction process. The availability of the truck is directly related with the condition of the tires and results in a direct impact in productivity. This directly connects with the needs and challenges in the operation driving core and mining planning to increase productivity in assets management.

Precisely, this was what Marcelo Olivares observed in 2005 after visiting a large mining site. He noted the availability problem and the manner in which the tire's conditions were reviewed. The stroke verification method, used in some mining opera-

tions, was dependent on the hearing sharpness and experience of the evaluator to distinguish the different sounds.

His father, several years before, had made some tests using ultrasound. However, the technology in those days was not sufficiently mature and he did not progress any further with the system. By then, this reality had changed and, by means of some initial tests, they reviewed some tires that were in the dumps, and were able to rescue and enable the operation of three extraction trucks.

The foregoing allowed identifying the need of increasing the useful life of the tires in an accurate, quick and safe manner and executing a predictive analysis of the faults. In this manner, the duration

Principales Problemas:



Número de horas operativas promedio menor de lo esperado



Decisiones sujetas a factores subjetivos



Alto costo unitario



Impacto al medio ambiente

fallas. De este modo, se extendería la duración y disminuirían las detenciones de los camiones por fallas de neumáticos, generando un impacto positivo en los niveles de productividad.

De acuerdo a estimaciones de Vizutire, para asegurar la disponibilidad de neumáticos en el transporte de mineral las empresas mineras en Chile deben incurrir en costos adicionales que superan los US\$ 60 millones anuales.

Los principales problemas identificados son:

- 1 Horas operativas:** Basado en estadísticas operacionales, el número promedio de horas operativas de neumáticos previo a ser dados de baja por presentar

daños prematuros es de 4.500 horas y el rendimiento esperado es de 6.500 horas.

- 2 Método de verificación:** Vizutire estima que, utilizando el método de verificación por golpe, el 70% de las decisiones para dar de baja unidades con daños prematuros están sujetas a factores subjetivos determinados por la experiencia del operador.
- 3 Alto costo unitario:** En promedio los neumáticos son entre el segundo y tercer ítem de gasto más relevante en el presupuesto del área minera, considerando la información obtenida por Vizutire de sus clientes.



6% de accidentes fatales se relacionan con neumáticos

4 Impacto al medio ambiente:

Se estima que en Chile aproximadamente 10.000 unidades de neumáticos son dadas de baja cada año (Fuente: Vizutire). El acopio de este número de neumáticos ciertamente afecta al medio ambiente.

5 **Reventón de neumático a causa de daños no detectados preventivamente:** De acuerdo a lo indicado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), prácticamente el 6% de los accidentes con resultado fatal registrados en 2016 para la industria minera tuvo relación con neumáticos OTR.

would be extended and truck's detentions would be reduced due to faults in the tires, generating a positive impact on the levels of productivity.

According with Vizutire's estimations, to be able to ensure availability of the tires in ore transportation for the mining companies in Chile, additional costs exceeding US\$ 60 million/year had to be incurred.

The main identified areas of improvement are the following:

1. Operational hours: Based on operational statistics, the average amount of the tire's operational hours before being removed from service due to premature damage is of 4,500 hours and the expected performance is of 6,500 hours.

2. Method of verification: Vizutire estimates that using the stroke verification method, 70% of the decisions to remove units with damages from service, are subject to subjective factors determined by the operator's experience.

3. High unit cost: In average, the tires are the second and third item of the most relevant expense in the budget of the mining area, considering information obtained by Vizutire from their clients.

4. Environmental impact: It is estimated that in Chile approximately 10,000 units of tires are removed from service every year (Source: Vizutire). Stacking of this quantity of tires certainly affects the environment.

5. Tire bursting due to damages not detected in a preventive manner: in accordance to the National Service of Geology and Mining (SERNAGEOMIN) indications, almost 6% of the accidents with fatal results recorded in 2016 for the mining industry, were related with OTR tires.

El ultrasonido permite detectar y desplegar con detalle el tamaño y ubicación de daños en los neumáticos.

SOLUCIÓN

La tecnología Vizutire consiste en ingresar ondas ultrasónicas perfectamente acondicionadas a la pared del neumático. A través del rebote de estas ondas se puede determinar y evaluar los daños con el 99% de exactitud.

Específicamente, el ultrasonido permite detectar el tamaño y ubicación de los siguientes daños en los neumáticos:

- 1 Desgarros de material.
- 2 Separaciones entre elementos estructurales del neumático.
- 3 Degradación de compuestos del caucho vulcanizado.
- 4 Rotura de cuerdas o mallas de acero estructurales.

Usando este método se pueden identificar las siguientes ventajas:

- 1 La detección temprana y precisa de daños internos del neumático antes de declararlo como inutilizable.

- 2 Evaluar de manera rápida y en terreno, la viabilidad y conveniencia de una reparación, evitando costos adicionales de traslado de unidades.

- 3 Analizar y certificar la calidad de la adherencia del caucho en reparaciones y recauchajes.

Esta solución está pensada para empresas mineras que realizan actividades de extracción de minerales en el subsuelo, para fabricantes y reparadoras de neumáticos OTR. Considerando estos segmentos de mercado, la comercialización y operación se sustenta bajo dos modelos: licenciamiento y servicio directo.

El modelo de licenciamiento permite a los reparadores y recauchadores certificar la calidad de las reparaciones, evaluar la dimensión y cantidad de reparaciones por neumático. Por su parte, a los fabricantes les permite contar con asistencia técnica y evaluaciones de nuevos productos.



SOLUTION

Vizutire's solution consists in entering ultrasound waves perfectly conditioned in the wall of the tire. Through bouncing of these waves, damages can be determined and evaluated with 99% accuracy.

Specifically, the ultrasound allows detecting the size and location of the following damages in the tires:

1. Material tearing.
2. Separation between structural elements of the tire.
3. Deterioration of compounds of vulcanized rubber.
4. Tearing of structural steel cords or meshes.

Using this method, the following advantages may be identified:

1. Early and accurate detection of internal damages of the tire before it is considered unusable.
2. Evaluate, in a quick manner and in the field the feasibility and convenience of repairing, avoiding additional transportation costs of the units.
3. Analyze and certify the quality of adherence of the rubber in the repairs and retreads.

This solution is conceived to mining companies executing ore underground extraction activities, for manufacturers and repairing companies of OTR tires. Considering these segments of the market, the commercialization and operation is sustained by two models: licensing and direct service.

The licensing model allows the repairing and retreading companies to certify the quality of the repairs and evaluate the dimensions and quantity of repairs per tire. In turn, the manufacturers are able to have technical assistance and evaluations of new products.



Fotografía Vizutire / Tecnología Vizutire

El servicio directo, que puede ser puntual o permanente, permite a las empresas mineras, además de lo contemplado en el modelo de licenciamiento, contar con el servicio de neumáticos de análisis preventivo y correctivo de daños, definir estrategias de mantenimiento y mejorar los niveles de servicio.

Actualmente, sus principales factores diferenciadores son contar con tecnología y equipos ultrasónicos propios, diseñados y contruidos

para operar en faenas mineras, y fabricados con los mejores componentes y estándares de calidad en Estados Unidos, de acuerdo a las necesidades de sus clientes. Además, cuentan con un modelo de servicio flexible que permite a éstos mejorar sus resultados productivos y de mantenimiento preventivo, como también su trabajo con fabricantes y reparadores.



Actualmente, sus principales factores diferenciadores son contar con tecnología y equipos ultrasónicos propios.

Durante estos años, han desarrollado una capacidad especializada e interdisciplinaria que les permite contar con un equipo profesional con más de 30 años de experiencia en minería, en ingeniería sintomática, y en análisis de condiciones y estado de neumáticos a través de ultrasonido.

The direct service, which may be occasional or permanent, allow the mining companies, additionally to matters considered in the licensing model, having available the damage preventive and corrective analysis service for the tires, defining maintenance strategies and improving levels of service.

Currently, the main factors producing a difference are having available the technology and own ultrasound equipment, designed and constructed to operate in the mining sites and fabricated with the best components and quality standards in the United States in accordance with the needs of their clients. Furthermore, they have a flexible model of service which allows improving productive and preventive maintenance results, as well as their work with manufacturers and repairing companies.

During these years, they have developed specialized and inter-discipline capacity which allows them to have a team of professionals with over 30 years' experience in the mining industry, in symptomatic engineering and in analysis of conditions and status of the tires by means of ultrasound.

La identificación de la necesidad comenzó en una faena minera enfrentados al problema de la disponibilidad de neumáticos.

PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

Alcanzar estos resultados es fruto de un proceso de innovación disciplinado y consistente. Más de diez años de desarrollo, prueba y validación de las tecnologías, equipos y necesidades de los clientes, permitieron conformar la solución actual de Vizutire.

Su proceso de innovación se descompone en tres etapas. La primera es la identificación de la necesidad. La segunda, entender el estado del arte, evaluando y explorando el desarrollo de una solución con base en sus tecnologías, capacidades y competencias. La tercera corresponde a identificar, evaluar y desarrollar nuevas tecnologías, además de establecer y acordar con sus clientes los resultados esperados a alcanzar.

Este proceso fue definido y utilizado para el desarrollo de la tecnología Vizutire, y aun cuando no es un proceso formalmente documentado, es el que han utilizado para

las mejoras de su solución y para nuevos desarrollos.

La identificación de la necesidad comenzó en una faena minera enfrentados al problema de la disponibilidad de neumáticos, exploraron la alternativa de re-evaluar aquellos que se habían dado de baja anteriormente. Esto les permitió conocer de manera más específica la necesidad y condiciones de borde que debe cumplir la solución. Posteriormente, trabajaron con la Universidad Católica del Norte para validar las hipótesis y replicar de manera más precisa cómo con el efecto eco de ultrasonido se podía determinar el estado y características de un neumático. Además, esta casa de estudios ha participado en el desarrollo de la solución y ayudado en el proceso inicial de protección intelectual.



INNOVATION PROCESS – FACILITATORS AND BARRIERS

These achievements are the result of a disciplined and consistent innovation process. Over ten years of development, tests and validation of the technologies, equipment and client's requirements, allowed constituting Vizutire's current solution.

Their innovation process is divided in three phases. The first is the identification of the need. The second understanding the state-of-the-art evaluating and investigating the development of a solution based on their technologies, capacities and competences. The third corresponds to the identification, evaluation and development of new technologies and also establishing and agreeing with their clients the expected results to be achieved.

This process was defined and used for the development of Vizutire and even though it is not a formally documented process, it is the one they have used to improve their solution and for new developments.

The identification of the need started in a mining site where, confronted with the problem of lack of availability of tires, they explored the alternative of re-evaluating those that had been previously removed from service. This allowed them to know the need in a more detailed manner and edge conditions the solution must comply with. Later they worked with Universidad Católica del Norte to validate the hypothesis and replicate in a more accurate manner how the eco effect of the ultrasound could determine the condition and characteristics of a tire. Additionally, this university has participated in the development of the solution and has aid in the initial process of intellectual property.

Innovar requiere de un trabajo colaborativo con organizaciones académicas, otros proveedores y con los trabajadores de las operaciones mineras.

Las compañías mineras han jugado un rol activo para encontrar nuevas soluciones a sus problemas y necesidades. Han estado presentes en todo el proceso de innovación de Vizutire, entregando antecedentes que permitieron diseñar y construir su solución. Además, trabajando colaborativamente con empresas de mantenimiento y fabricantes de neumáticos, se ha facilitado la realización de pruebas y la provisión del servicio a través de ellos.

A pesar de lo anterior, existen barreras de entrada no menores para operar en una faena minera. En primer lugar, se espera que la empresa proveedora cuente con experiencias anteriores en otras operaciones del sector. Además, ésta debe cumplir con ciertas capacidades financieras y con el cumplimiento de certificaciones nacionales e internacionales asociadas a su solución y la empresa. Sin embargo, la principal barrera observada para los proveedores de la industria minera ha sido viabilizar un contrato de servicios de manera rápida, lo que impacta directamente en el inicio del servicio.

Vizutire ha ganado fondos públicos para la construcción de su primer equipo ultrasónico (fondos CORE) y para empaquetar su solución (fondos CORFO). Al no contar con suficientes recursos para financiar estas etapas, ni con la posibilidad de recurrir a mecanismos de financiamiento bancario, estos instrumentos han resultado fundamentales para el desarrollo del negocio.



Fotografía Shutterstock

The mining companies have played an active role to find new solutions to their problems and needs. They have been present during the entire innovation process of Vizutire, providing background information that allowed the design and construction of their solution. Moreover, they worked in collaboration with maintenance companies and tires manufacturers facilitating the execution of tests and provision of service through the latter.

In spite of the aforementioned, there are significant entry barriers to operate in a mining site. In the first place, it is expected that the supplying company has previous experience in ' operations of the sector. Additionally, it has to comply with certain financial

capacities and must comply with national and international certifications associated with their solution and company. However, the main observed barrier for suppliers of the mining industry has been to conclude a services contract in a quick manner and this has a direct impact on the start of the service.

Vizutire has won public funds for the construction of their first ultrasound equipment (CORE's funds) and to package their solution (CORFO's funds). Considering they did not have sufficient funds to finance these phases, or the possibility of using banking financial mechanisms, these instruments have resulted fundamental for the development of the business.

CREACIÓN DE VALOR

De acuerdo a Vizutire, la utilización de esta tecnología en las faenas mineras de Chile podría generar ahorros anuales por aproximadamente US\$60 millones, los que se desglosan de la siguiente forma:

- 1 Más seguridad:** El análisis preventivo de los neumáticos es un mecanismo de control crítico ante la liberación descontrolada de energía (reventones).
- 2 Menos costos:** Es posible aumentar el rendimiento de los neumáticos y reducir la compra de nuevos. La brecha actual que hay entre el rendimiento real promedio de un neumático (de 4.500 horas) y el rendimiento esperado (de 6.500 horas) con la solución de Vizutire representa un 44% de mejora (Fuente: Vizutire).
- 3 Mayor productividad:** Producto de menores detenciones aumenta la cantidad de material transportado. Considerando el costo por hora de un neumático, de acuerdo a Vizutire, la recuperación de tiempo operativo por inspección realizada es aproximadamente a las 140 horas de recorrido del neumático (8 días aproximadamente).

- 4 Mayor sustentabilidad:** De acuerdo a los análisis realizados por Vizutire, al extender la vida útil de los neumáticos se puede reducir la adquisición de estos en aproximadamente un 25% por año. Esto, para uno de sus clientes, se traduce en comprar 12 neumáticos menos al año, y por consiguiente disminuir la cantidad de neumáticos que se eliminan al cumplir su vida útil (Fuente: Vizutire).

De acuerdo a estimaciones realizadas por Vizutire, el mercado en Chile representa menos del 1% del potencial comercial global que su solución tiene para minería, construcción, aeronáutica y agroindustria.

A partir de estas dimensiones han elaborado un método de cálculo que permite medir el valor y beneficios generados con su innovación para una operación minera en particular. Uno de sus potenciales clientes reconoció el valor que ésta genera especialmente en la recuperación de neumáticos desechados y en el nivel de certeza en la selección de aquellos que van a reparación. Además, sugirió que se pudiese implementar la visualización tridimensional del neumático de modo de facilitar la identificación de fallas y especificar mejor las reparaciones.



VALUE CREATION

According with Vizutire, the use of this technology in mining sites in Chile could generate annual savings of approximately US\$60 million which can be broken down as follows:

- 1. More safety:** Preventive analysis of the tires is a critical control mechanism in case of uncontrolled release of energy (bursting),
- 2. Lower costs:** It is possible to increase the performance of the tires and reduce purchase of new ones. The current gap there is between the effective average performance of a tire (4,500 hours) and the expected performance (6,500 hours) could be reduced in 44% using Vizutire's solution (Source: Vizutire).
- 3. Higher productivity:** As a result of minor detentions, the amount of transported material is increased. Considering the cost per hour of a tire, according with Vizutire, recovery of operational time per executed inspection is approximately 140 hours travelling of the tire (approximately 8 days).
- 4. Higher sustainability:** In accordance with analysis executed by Vizutire, extending the useful life

of the tires may reduce the purchase of new ones in approximately 25% per year. This fact, for one of their clients, results in purchasing 12 tires less every year, and therefore the quantity of tires to be eliminated, when their useful life expires, is reduced (Source: Vizutire).

According with Vizutire's estimations, the marked in Chile represents less than 1% of the global trade potential its solution has for the mining, construction, aeronautic and agro-industrial industries.

Based on these estimations, they have developed a calculation method which allows measuring the value and benefits generated with their innovation for a specific mining operation.

One of their potential clients acknowledged the value it generates, especially in the recovery of eliminated tires and in the level of certainty in the selection of those that are to be sent to be repaired. Moreover, it suggested that three-dimensional visualization of the tire could be implemented in order to facilitate the identification of faults and specify in a better manner the repairs.



EXPERIENCIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

El foco y estrategia definidos para la propiedad intelectual e industrial de Vizutire han estado orientados a la protección mediante patentes y comercialización de éstas a través de licencias. Para esto, han realizado inscripciones de marca y registro de patente en Australia, Canadá, Chile, Estados Unidos y Perú. Además, se encuentran aplicando modelos de utilidad en dos mejoras de su solución, los cuales son similares a los derechos exclusivos de una patente, pero con menores requisitos para su obtención.

Con el objetivo de proteger su solución han resguardado los derechos en los mercados que consideran más relevantes. De esta manera, esperan disminuir los riesgos propios de reproducción o copia. Su patentamiento contempla la impresión ultrasónica de neumáticos desde 22" a 63", abarcando toda la industria de transporte OTR a nivel mundial. Por el nivel de consumo y uso de neumáticos, identifican que la industria minera es una de las que tiene mayor impacto y les permite validar, crecer y mejorar su modelo de negocio.



INTELLECTUAL PROPERTY EXPERIENCE

The defined focus and strategy for the intellectual and industrial property of Vizutire has been oriented to the protection by means of patents and commercialization of such through the use of licenses. For this purpose, they have made registration of brands and patents in Australia, Canada, Chile, United States and Peru. Additionally, they are currently applying utility models in two improvements to their solution which are similar to the exclusive rights of a patent, but with lesser requirements for its obtainment.

With the purpose of protecting their solution, they have protected the rights in the markets considered as the most relevant. In this manner, they expect to reduce their own reproduction or copy risks. Their patenting considers the ultrasonic printing of tires from 22" up to 63", covering the entire OTR transportation industry at worldwide level. Considering the level of consumption and use of tires, they identify that the mining industry is the one having highest impact and it allows them to validate, grow and improve their business model.

The work of intellectual property started with the Universidad Católica del Norte however, for international scale they have worked with a specialized law firm.

Currently, similar technologies for monitoring of tires have not been used and this proves the innovation merits of this solution.

El trabajo de propiedad intelectual se inició con la Universidad Católica del Norte, sin embargo, para la escala internacional han trabajado con un estudio de abogados especializados.

Actualmente, no se han utilizado tecnologías similares para el monitoreo de neumáticos, lo que demuestra el mérito innovador de esta solución.

APRENDIZAJES

Si bien hay una multiplicidad de aprendizajes en estos diez años de desarrollo y comercialización, para Vizutire los principales se centran en la comercialización y permanencia en la industria minera, sus tiempos y dinámicas de funcionamiento, y considerar la propiedad intelectual como un activo estratégico desde el comienzo de la empresa.

Tomando en cuenta las características propias de este sector industrial, tanto en lo referente al tamaño y atractivo del mercado como a las barreras propias de entrada, resulta importante construir un buen historial de trabajo y de resultados con altos niveles de desempeño, de manera de generar confianza en la solución y la empresa. Vizutire con su experiencia ha tenido la oportunidad de interactuar con múltiples compañías proveedoras que, atraídas por el tamaño de las oportunidades y rápidos retornos, no logran permanecer en el mercado. Además, al ser una industria dependiente de los resultados de su plan productivo, de las demandas y del precio de sus commodities, hace que sus fluctuaciones impacten en el desarrollo e implementación de soluciones que den buenos resultados rápidamente. El trabajo cercano con las compañías mineras les ha permitido validar el valor que genera su solución.

Es conocida la resistencia que puede haber al cambio de un proceso o forma de hacer una tarea. Sin embargo, en la medida que quienes participan de este proceso se involucren y se sientan parte necesaria de la solución, la adopción ocurre de forma más natural. Respecto de la comercialización, propuesta de valor y resultados esperados en la industria minera, resulta sensible que las soluciones que se ofrezcan sean lo suficientemente atractivas, claras y precisas. Además, deben ser flexibles a los escenarios y situaciones cambiantes tanto de la operación como de la industria.

Finalmente, se deben conocer y entender los mercados potenciales de comercialización y operación, registrando y protegiendo la solución con la misma prioridad que se le puede dar en Chile.



LEARNINGS

Even though there have achieved much learning during these ten years of development and commercialization, according to Vizutire the main are centered in the commercialization and permanence in the mining industry, their functioning times and dynamics and they consider the intellectual property as a strategic asset from the start of the company.

Considering the proprietary characteristics of this industrial sector, both regarding the size and attraction of the market, as their own entrance barriers, it is important to construct a good work history and results with levels of performance to generate trust in the solution and in the company. With its experience, Vizutire has had the opportunity to interact with multiple supplying companies which, attracted by the size of opportunities and quick returns, have not been able to remain in the market. Furthermore, considering it is a dependent industry of their productive plans, the demands and the price of their commodities, results in the fact

fluctuations impact in the development and implementation of solutions granting quick good results. Working close to the mining industries has allowed it to validate the value generated by its solution.

Resistance to change in a process or way of executing the tasks is known. However, as those participating in the change are involved feeling they are a necessary part of the solution, results in a more natural adoption. Regarding commercialization, value proposal and expected results in the mining industry, it is more sensitive that solutions to be offered are sufficiently attractive, clear and precise. Additionally, they must be flexible to change scenarios and situations, both in the operation as in the industry.

Lastly, potential commercialization and operation markets must be known and understood and the solution must be protected with the same priority as they could be granted in Chile.



The background of the slide is a photograph of an industrial facility, likely a water treatment plant, featuring metal walkways with yellow railings and large concrete structures. A large purple circle is overlaid on the right side of the image, containing the white number '04'.

04

I N G E P R O

M A T R I X C L A R I F I E R

C L A R I F I E R M A T R I X

Matrix Clarifier es un sistema que separa los elementos sólidos en un medio líquido con una tecnología mecánicamente simple y de bajo costo de mantención.

Matrix Clarifier is a system used to separate solid elements in a liquid media, using a simple technology from a mechanical point of view and with low maintenance costs.





INGEPRO
Ingeniería de Procesos Mineros y Sanitarios

CONTACTO / CONTACT:

Alfredo Urizar
Gerente General

www.ingeprochile.com
+56 2 23341008 / +56 9 96109221
Los Laureles 1151 of 1104, Vitacura
Providencia, Santiago, Chile

RESEÑA DE LA EMPRESA

Ingepro es una empresa fundada en 1972 por Alfredo Urizar Barreda, Ingeniero Civil Hidráulico y Estructural, dirigida hoy por su hijo Alfredo Urizar Delgado. Ha desarrollado capacidades especializadas en ingeniería sanitaria, plantas de tratamiento de agua potable y servidas, residuos industriales líquidos (riles) y procesos hidráulicos de extracción de sólidos suspendidos para la gran minería.

Específicamente, sus áreas de actividad se desarrollan en:

- Hidráulica general.
- Estudios de planificación de agua potable y alcantarillado.
- Redes de agua potable, alcantarillado de aguas servidas y aguas lluvias.
- Tratamiento de agua.
- Urbanizaciones.
- Sistemas de protección contra incendios.
- Obras de regadío.
- Asesorías e inspecciones.

La empresa está formada por las áreas de ingeniería y desarrollo, construcción, montaje y mantención, y administración y finanzas. A lo largo de sus 45 años de historia han participado prácticamente en 300 proyectos, de los cuales destacan la planta de tratamiento del Aeropuerto Internacional de Santiago Comodoro Arturo Merino Benítez, encargada de regar todo el terminal aéreo y tratar todos los desechos de éste. También resalta el diseño e instalación de un colector en Laguna Verde para facilitar la descontaminación del estero Marga-Marga. Estas experiencias en distintas industrias, les han permitido abordar desafíos para un sector como la minería.

En la industria minera han participado en proyectos con Disputada de Las Condes, El Indio, Minera del Pacífico, y Codelco en sus divisiones El Teniente, Chuquicamata y Andina. Es en esta última, en la que el año 2004 asumieron el tratamiento de las aguas que van al Río Blanco y que más tarde (2013), como complemento a esto y bajo la necesidad de extraer el material más fino del proceso, se dio origen a la solución Matrix Clarifier.



COMPANY REVIEW

Ingepro was founded by the Hydraulic and Structural Engineering Mr. Alfredo Urizar Barreda in 1982. Today, the Company is run by his son, Mr. Alfredo Urizar Delgado. The company has developed specialized capacities in sanitary engineering, potable and waste water treatment plants, liquid industrial wastes (LIW) and hydraulic process of extraction of suspended solids for the mining industry.

Specifically, the areas of activity of the company are developed within:

- General hydraulics
- Planning studies of potable water and sewerages
- Potable water networks, sewerages of waste water and storm water.
- Water treatment.
- Estate developments.
- Fire protection systems.
- Irrigation works.
- Consultancies and inspections.

The company is constituted by engineering and development, construction, installation and maintenance,

administration and finance areas. Along its 45 years of history, it has participated in nearly 300 projects among which the treatment plant of the International Airport of Santiago Comodoro Arturo Merino Benítez responsible for irrigating the entire air terminal and treat all its wastes may be highlighted. Also the design and installation of a collector in Laguna Verde to facilitate decontamination of the Marga-Marga estuary can be noted. These experiences in different industries, have allowed the company to address challenges in a sector such as the mining industry.

In the mining industry, the company has participated in projects with Disputada de las Condes, El Indio; Minera del Pacífico and Codelco in its divisions El Teniente, Chuquicamata and Andina. In the latter, they undertook the treatment of waters going to the Blanco River in the year 2004 and later (in 2013), as a complement to this treatment and considering the need of extracting the finest ore of the process, the solution Matrix Clarifier was originated.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

PROBLEMA

El agua juega un rol fundamental en la producción de cobre. Participa principalmente en los procesos de concentración, hidrometalurgia, fundición y refinación.

Al ser un insumo escaso y altamente necesario, las compañías mineras están permanentemente buscando alternativas de reutilización del agua en sus procesos. Adicionalmente, cada día resulta más relevante para las compañías mineras y comunidades aledañas que los residuos producidos no tengan ningún impacto negativo en el medio ambiente.

Sumado a lo anterior, Chile -y en particular el sector minero-, enfrentan restricciones en el acceso y uso de agua continental, lo que ha hecho que esta industria sea cada vez más consciente de recuperar y reutilizar el recurso hídrico.

En las últimas dos décadas se han impulsado normas y mecanismos de fiscalización que regulan y controlan la emisión de contaminantes asociados a descargas de residuos líquidos a aguas superficiales y subterráneas. Por lo tanto, las compañías mineras requieren de soluciones que cumplan con las regulaciones ambientales y que sean eficientes en la obtención y recuperación de agua.

A raíz de lo anterior, el año 2013 se presentó una oportunidad de negocio a partir de la recuperación de concentrado de cobre y molibdeno presente en las aguas de proceso. En este contexto Ingepro, con el apoyo de Codelco, decide iniciar el desarrollo y pruebas de una solución que pueda, en primer lugar, extraer concentrado de molibdeno de aguas residuales del proceso de concentración y, a su vez, tratar el agua industrial. Este hito da comienzo a la solución Matrix Clarifier de Ingepro.



DESCRIPTION AND CHARACTERISTICS OF THE INNOVATION

PROBLEM

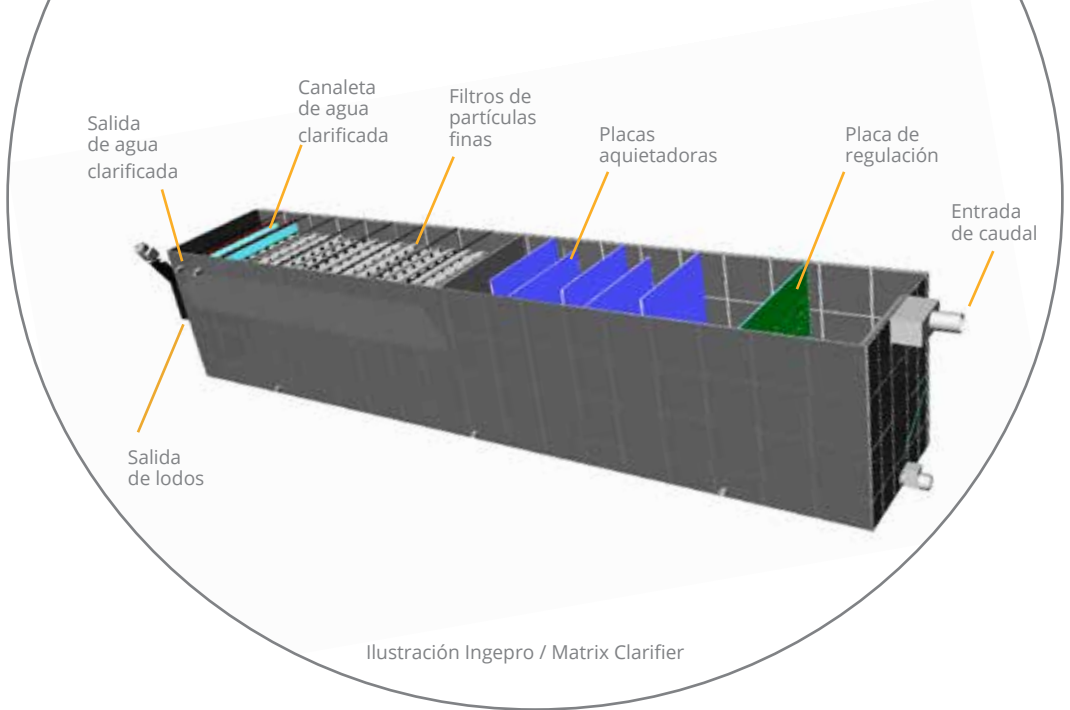
Water plays a significant role in copper production. It mainly participates in the concentration, hydro-metallurgical, foundry and refinery processes.

Considering it is a scarce and highly necessary resource, the mining companies are permanently searching for alternatives of water reutilization in their processes. Moreover, every day it is more and more relevant for the mining companies and surrounding communities, that produced wastes do not negatively impact the environment.

Additionally to aforementioned, Chile – and in particular the mining sector – face restrictions in the access and use of surface water, and this has made this industry to be more conscientious of reclaiming and reutilizing the water resource.

During the last two decades, regulations and auditing mechanisms that rule and control the emission of contaminants associated to discharge of liquid wastes to surface and underground waters have been driven. Hence, the mining companies require solutions compliant with environmental regulations and efficient in water obtainment and reclaim.

As a result of the foregoing, in the year 2013 a business opportunity appeared based on the recovery of copper and molybdenum concentrates present in process waters. Under this context, Ingepro with Codelco's support, decided to start development and tests of a solution that might, in the first place, extract molybdenum concentrate from waste waters of the concentration process and, in turn, treat industrial water. This milestone was the start of Ingepro's Matrix Clarifier solution.



SOLUCIÓN

Matrix Clarifier es un sistema que separa elementos sólidos suspendidos en un medio líquido, a través de un proceso hidráulico-mecánico. Esta solución integra tecnologías y conocimientos de ingeniería estructural, fluido-dinámicos, de retención y decantación de partículas, entre otros. Su aproximación desde distintos enfoques motiva el nombre de "Matrix".

Esta solución puede ser utilizada, principalmente, para la clarificación del agua de los siguientes procesos:

- 1 Overflow de los espesadores.
- 2 Tranques de relaves (separación de arcilla).
- 3 Plantas de filtrado.
- 4 Cualquier proceso minero que necesite clarificación de sus aguas o captar material fino que pudiere estar perdiendo.

La solución puede ser utilizada para múltiples industrias, sin embargo, su foco actual está centrado en la industria minera. Una de las características de esta tecnología es que es mecánicamente simple y sus elementos no requieren de una mantención sofisticada. Tiene la

Esta solución puede ser utilizada principalmente para la clarificación del agua de los siguientes procesos:



capacidad de retener partículas de hasta un micrón de tamaño y lograr una eficiencia de operación en la recuperación de sólidos superior al 90%. Además, su operación es automática, no requiere de productos químicos y su diseño permite un ensamblaje fuera de la operación para luego ser transportado e instalado, lo que agiliza la puesta en marcha. Esta solución también es modular, por lo que puede ajustarse ante variaciones en el flujo a tratar y también ser transportado a otro proceso dentro de la mina.

SOLUTION

Matrix Clarifier is a system that separates solid suspended elements in a liquid medium by means of a hydraulic-mechanical process. This solution integrates structural engineering, dynamic-fluids, retention and settlement of particles technologies and knowledge, among other. Its approach from different focus, gave origin to the name "Matrix". This solution can be mainly used for water clarification of the following processes:

1. Thickeners overflow
2. Tailing dams (clay separation).
3. Filtering plants
4. Any mining process requiring the clarification of its water or capture fine material it might be losing.

The solution may be used for multiple industries however its current approach is centered in the mining industry. One of the characteristics of this technology is that it is mechanically simple and its elements do not require sophisticated maintenances. It is capable of retaining particles of up to one micron in size and achieving an operational efficiency in the reclaim of solids exceeding 90%. Additionally, its operation is automatic and does not require chemical products and its design allows its assembly outside the operation to be further transported and installed expediting its start-up. This solution is also modular and due to this, it can adjust upon variations of the flow to be treated and can also be transported to another process within the mine.

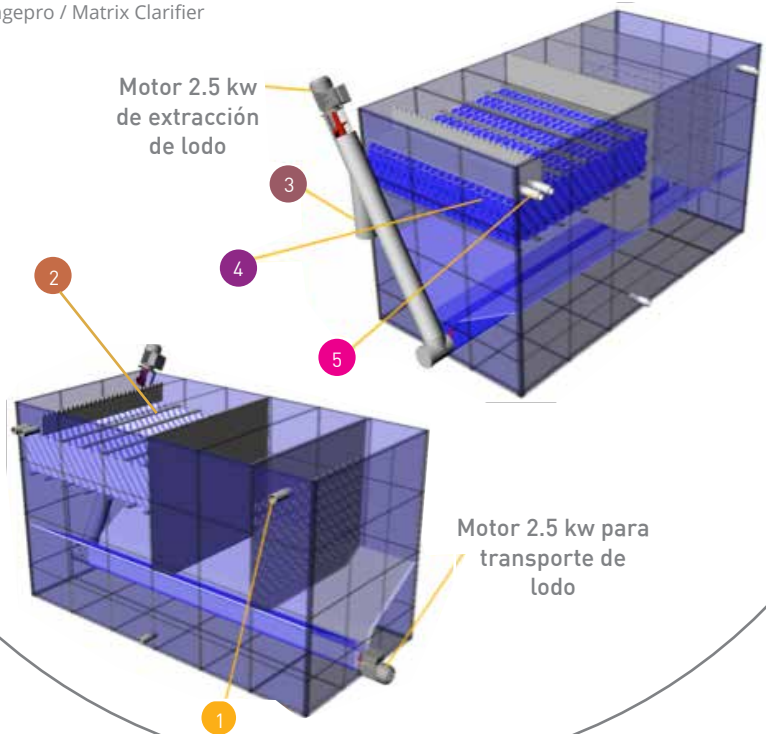
Matrix Clarifier tiene los siguientes componentes:

- 1 Sistema de entrada de pulpa:**
Es el punto de encuentro de la pulpa con el sistema de filtrado. Su ubicación va a depender del material a tratar.
- 2 Sistema de separación sólido-líquido:**
Compuesto por secciones que permiten la decantación de elementos sólidos y facilitan el paso del medio líquido.
- 3 Sistema de transporte de lodo:**
Matrix Clarifier es capaz de transportar el material acumulado, para después entregarlo directamente en el ducto exterior. Para esto, cuenta con motores que transportan el lodo decantado y lo sacan del sistema.
- 4 Filtros para partículas finas:**
Luego de pasar por el sistema de separación, el medio líquido restante fluye por un conjunto de membranas diseñadas

y desarrolladas por Ingepro, las cuales se encargan de retener prácticamente la totalidad de elementos sólidos restantes. El sistema de membranas no requiere de bombeo o elementos mecánicos que impulsen el medio líquido.

- 5 Sistema de salida de agua clarificada:**
Sección final donde se evacua el líquido o agua clarificada para su posterior reutilización o como efluente.

Ingepro ofrece una solución que contribuye a los desafíos de la hoja de ruta del Programa Nacional de Minería Alta Ley para el núcleo traccionante de concentración de minerales, específicamente aportando a mejorar la productividad, eficiencia del proceso, y el cuidado del medio ambiente. Particularmente, se enfoca en la recuperación de elementos de interés y en el control de impurezas.



The Matrix Clarifier is equipped with the following components:

1. **Slurry feeding system:** This is encounter point of the slurry with the filtering system. Its location will depend on the material to be treated.
2. **Solid-liquid separation system:** This system is constituted by sections allowing settling of solid elements and facilitate passing of the liquid medium.
3. **Sludge transportation system:** The Matrix Clarifier is capable of transporting accumulated material to further delivery it directly in the external duct. For this purpose, it is equipped with motors that transport the settled sludge and remove it from the system.
4. **Fine particles filters:** After having passed through the separation system, the remaining liquid medium flows through a set of membranes designed and developed by Ingepro which are in charge of retaining practically all the remaining solid elements. The system of membranes does not require pumping or mechanical elements to impel the liquid medium.
5. **Clarified water discharge system:** This is final section through which the liquid or clarified water is discharged to be further reused or as an effluent.

Ingepro offers a solution contributing with challenges of the road map of the High Grade Mining National Strategic Program for the traction core of ores concentration, specifically contributing to improve productivity, process efficiency and care of the environment. In particular, it is focused in the recovery of elements of interest and in the control of impurities.



PROCESO DE INNOVACIÓN - FACILITADORES Y BARRERAS

Dada la trayectoria de Ingepro en proyectos de ingeniería, el proceso de innovación se asemeja al de proyectos de desarrollo de ingeniería y construcción. Sin tener un proceso formalizado, las etapas contempladas por la empresa para diseñar, desarrollar y construir Matrix Clarifier fueron las siguientes:

1

Necesidad del cliente:

El objetivo fue levantar el problema y las variables involucradas. El requerimiento se planteó abiertamente por el cliente, expresando la necesidad de extraer molibdeno fino y evitar la contaminación de sus efluentes. Esto se produjo por la relación de trabajo y confianza que el cliente ha mantenido con Ingepro.

2

Investigación y análisis detallado del problema:

Se estudió y entendió el problema más en profundidad. A través de reuniones, visitas y levantamiento de información en terreno de muestras, proceso, tamaño, y resultados esperados, entre otros, se analizó con más detalle la necesidad y las posibles restricciones de la solución.

3

Diseño de la solución con un equipo multidisciplinario:

Una vez abordada la problemática levantada, se formó un equipo que, desde distintas disciplinas y competencias, comenzó el diseño de posibles soluciones y seleccionó la más adecuada.



INNOVATION PROCESS - FACILITATORS AND BARRIERS

Considering Ingepro's history in engineering projects, the innovation process is similar to those of engineering and construction development projects. Without having the process formalized, the considered phases by the company for the design, development and construction of the Matrix Clarifier were the following:

4

Modelación del sistema y construcción de prototipo:

Con la solución seleccionada se hicieron los cálculos que permitieron modelar el comportamiento del sistema y las variables de entrada y salida requeridas. Algunos de los componentes fueron diseñados y probados en una escala menor para confirmar el comportamiento y resultados esperados. Luego de esta fase se pudo abordar el proyecto en las etapas de desarrollo y construcción.

1. **The client's requirements:** The purpose was to investigate the problem and the involved variables. The requirement was openly raised by the client who expressed the need of extracting fine molybdenum and avoiding contamination of the effluents. This resulted from the work relation and trust the client has had in Ingepro.
2. **Investigation and detailed analysis of the problem:** The problem was studied and understood at greater length. By means of meetings, visits and investigation of information in the field in samples, process, size and expected results among other, the need and possible restrictions of the solution were analyzed in further detail.
3. **Design of the solution with a multi-disciplinary team:** Once the investigated problem was discussed, a team was constituted which, from different disciplines and competences commenced the design of possible solutions and selected the most adequate.
4. **Modeling of the system and construction of the prototype:** With the selected solution, calculations allowing modeling the system's behavior and the required input and output variables were executed. Some of the components were designed and tested in minor scale to confirm the behavior and expected results. After this phase, it was possible to discuss the project in its development and construction phases.

- 5 **Protección de la propiedad intelectual:** Busca identificar y encontrar los mecanismos que permitan resguardar el diseño, conocimiento y trabajo realizado por Ingepro para un problema específico. Una vez realizadas las modelaciones, se procedió con el resguardo a través de patente del proceso del equipo.
- 6 **Construcción y pruebas de sistema industrial en Ingepro:** Se construyó la solución a escala industrial y se hicieron las pruebas físicas y químicas para validar funcionamiento, resultados y operación.
- 7 **Transporte, instalación y puesta en marcha en operación del cliente:** Una vez concluidas las pruebas en Ingepro, se tomó el sistema y se llevó a la operación minera para ser instalado, configurado y probado con pulpa y volúmenes reales de uso. Se hicieron las mediciones durante un periodo acordado para luego pasar a un estado de régimen operacional.
- 8 **Capacitación:** Se explicó el funcionamiento de Matrix para generar conciencia del problema que resuelve, junto con el valor que agrega al cliente. Los operadores del equipo fueron capacitados por un especialista de Ingepro, quien cuenta con experiencia operacional del sistema y de faenas mineras.
- 9 **Cliente:** Un actor clave para la creación y generación de esta innovación fue el cliente, en este caso la compañía minera. Fue ella quien declaró sus necesidades e interés de hacer las pruebas con Ingepro. Por otro lado, es la misma compañía minera la que fija las condiciones a Ingepro para que garantice el fiel cumplimiento de la solución, con plazos muy acotados, y las restricciones financieras que esto conlleva.



Fotografía Ingepro / Matrix Clarifier

5. Protection of the intellectual property:

This protection searches to identify and find mechanisms allowing protecting the design, knowledge and work executed by Ingepro for a specific problem. Once executed the modeling, the protection was processed by means of a process patent for the equipment.

6. Construction and tests of the industrial

system at Ingepro: The solution was constructed at industrial scale and physical and chemical tests were run to validate its function, results and operation.

7. Transportation, installation and start-up at

the client's operations: Once the tests at Ingepro were completed, the system was transported to the mining operation to be installed, configured and tested with slurry and real volumes of use. Mea-

surements were executed during an agreed period and further it was put into operational regimen.

8. Training: Matrix's operation was explained to generate awareness of the problem it solves, as well as the value it adds for the client. The equipment's operators were trained by a specialist of Ingepro who has operational experience in the system and in mining sites.

9. Client: A key actor for the creation and generation of this innovation was the client; in this case the mining company. This company was the one to state its needs and interest in executing the tests with Ingepro. On the other hand, it is the same mining company that establishes the conditions for Ingepro to guarantee the faithful compliance of the solution, with very tight timeframes and associated financial restrictions.

El impacto de esta solución se centró en disminuir la cantidad de material sólido de los lodos y transformar los residuos en elementos de valor.

CREACIÓN DE VALOR

De acuerdo a los requerimientos específicos de cada empresa, Matrix Clarifier diseña, dimensiona y construye a la medida. El sistema de filtro es fabricado por Ingepro, quien se encarga de integrar y ensamblar los componentes. El resto de los elementos son producidos por terceros de manera distribuida, por lo que ninguno tiene acceso directo a la solución integral.

La medición del impacto de esta solución se centró en primer lugar en disminuir la cantidad de material sólido medido en partículas por millón (ppm). Las ppm de entrada estaban en torno a los 400 y se esperaba llegar a entre 70 y 100 ppm en la salida. Sin embargo, de acuerdo a las mediciones hechas por Ingepro y laboratorios externos durante el 2014, la concentración de salida fue entre 0 y 34 ppm. Cabe destacar que Matrix Clarifier puede trabajar con concentraciones mayores de material en suspensión.

A partir de los lodos recuperados fue posible capturar en promedio el 92% de molibdeno fino, según datos proporcionados directamente por el cliente a Ingepro, lo que generó mayores ingresos para la empresa minera y permitió recuperar de manera más rápida el capital invertido.

De acuerdo a los costos estimados por Ingepro, un metro cúbico de agua tiene costos superiores a US\$ 1.5. Según los antecedentes presentados en la hoja de ruta del Programa Nacional Estratégico de Minería Alta Ley, una mina promedio consume aproximadamente 880 litros de agua fresca por segundo, equivalentes a aproximadamente US\$ 3.5 millones en un mes. El impacto potencial de utilizar una tecnología como Matrix Clarifier para reutilizar agua se hace relevante.



VALUE CREATION

According with the specific requirements of each company, the Matrix Clarifier is designed, sized and constructed in a customized manner. The filter system is fabricated by Ingepro and Ingepro is responsible for integrating and assembling the components. The remaining elements are constructed by third parties in a distributed manner in such a manner none of them have direct access to the integral solution.

The measurement of the impact of this solution was firstly centered in reducing the amount of solid material measured in particles per million (ppm). The feeding ppm was approximately 400 and it is expected to reach a value of 70 and 100 ppm at the discharge. However, according with measurements executed by Ingepro and external laboratories during 2014, the discharge concentration was between 0 and 34 ppm. It must be noted that the Matrix Clarifier is capable of operating with higher concentrations of material in suspension.

Based on reclaimed sludge, it was possible to capture in average 92% of the fine molybdenum according with data provided directly by the client to Ingepro, which generated higher profits for the mining company and allowed recovering in a quicker manner the investment capital.

According with Ingepro's estimated costs, a cubic meter of water has costs exceeding US\$ 1.5. According with data presented in the road map of the High Grade Mining National Strategic Program, an average mine consumes approximately 880 liters of fresh water per second, equivalent to approximately US\$ 3.5 million during one month. The potential impact of using a technology such as the Matrix Clarifier to reutilize the water becomes relevant.



Fotografía Ingepro / Matrix Clarifier

Por otro lado, al considerar el problema de la desertificación, tanto el costo de inversión de infraestructura como el de operación de una planta desalinizadora, hacen que sea aún más relevante el valor generado por recuperación de agua en el proceso.

Los resultados alcanzados en una operación minera de gran tamaño en Chile han permitido confirmar los niveles comentados de clarificación del agua. De acuerdo a lo medido por Ingepro y validado por su cliente, la eficiencia promedio en régimen operativo para la recu-

peración de sólidos es del 92%, superior a lo obtenido con soluciones similares pero más costosas.

Adicionalmente, al poder reutilizar el agua para otros procesos es posible reducir los costos de inversión en agua, como también aquellos asociados a productos químicos, tiempos de operación y mantenimiento, ya que por su funcionamiento no se requiere el mismo nivel de insumos químicos que una planta convencional. Es importante destacar que la operación de Matrix Clarifier está

La eficiencia promedio en régimen operativo para la recuperación de sólidos es mayor al 90%, superior a lo obtenido con soluciones similares pero más costosas.

VALUE CREATION

On the other hand, when considering the decertification problem, both the investment cost in infrastructure as the operation of a desalinating plant, make more relevant the value generated by means of reclaiming water in the process.

The achieved results in a large size mining operation in Chile have allowed confirming the commented levels of water clarification. In accordance with Ingepro's measurements and validated by its client, the average efficiency under operational regimen for reclaim of solids is 92%; this value is superior to the one obtained with similar, but more expensive, solutions.

Additionally, being able of reclaiming water for other process, it is possible to reduce investment costs in water and also those associated with chemical products, operation and maintenance periods because due to its functioning, the same level of chemical supplies in comparison with a conventional plant, are not required. It is important to note that the operation of the Matrix Clarifier is automated and its maintenance is simple and quick.

The business model with which Ingepro operated the Matrix Clarifier is based on the requirements of its client that is, it has the modality of selling the complete equipment or offer the water treatment service per cubic meter upon previous analysis of the type of treatment, wastes and prices of the identified minerals.

automatizada y el mantenimiento es simple y rápido.

El modelo de negocio con el que Ingepro opera Matrix Clarifier está basado en las necesidades de su cliente, es decir, que tiene la modalidad de vender el equipo completo u ofrecer el servicio de tratado de aguas por metro cúbico, previo análisis del tipo de tratamiento, residuos y precios de los minerales identificados.

La fabricación de los filtros es realizada únicamente por Ingepro. La representación y distribución para Latinoamérica de ciertos componentes del equipo son de su exclusividad.

PROPIEDAD INTELLECTUAL

Con la idea de proteger su innovación, una vez finalizada la fase de diseño y habiendo hecho la modelación del sistema, tomaron contacto con un estudio de abogados de propiedad intelectual para iniciar los trámites de patentamiento del sistema en Chile.

Durante este período, un proveedor internacional de soluciones para plantas mineras se interesó en la propuesta de Ingepro, lo que dio pie a un acuerdo de colaboración comercial entre ambas empresas, fijando mercados de exclusividad para cada uno.

La fabricación de los filtros es realizada únicamente por Ingepro y la representación y distribución para Latinoamérica de ciertos componentes del equipo son de su exclusividad. De este modo, pueden identificar cualquier iniciativa que compita con ellos y se resguardan de posibles soluciones copiadas o similares.



INTELLECTUAL PROPERTY

With the purpose of protecting its innovation, once completed the design phase and having executed the modeling of the system, they contacted an intellectual property law firm to commence patent processing of the system in Chile.

During this period, an international supplier of solutions for mining plants was interested in Ingepro's proposal and this resulted in a commercial collaboration agreement between both companies, establishing exclusivity of markets for each of them.

The fabrication of the filters is solely executed by Ingepro and the representation and distribution for Latin America of certain components of the equipment are of its exclusivity. In this manner, they can identify any initiative that might compete with Ingepro and they are protected against possible copied or similar solutions.

APRENDIZAJES

Los principales aprendizajes de esta empresa están centrados en tres áreas.

En primer lugar, las referencias son importantes para proyectos en el futuro. Establecer un historial de buen trabajo con las mineras permite abrir un espacio de oportunidades de desarrollo de soluciones que va más allá de la contratación de servicios o productos. Cada proyecto cuenta y es relevante para ir agregando valor y construyendo credibilidad.

Segundo, la existencia de una necesidad manifestada por parte de un cliente no garantiza el financiamiento íntegro del desarrollo de la innovación. En la medida que se cuente con el acceso a los recursos y capital que permitan financiar el desarrollo y pruebas de la innovación, se reducen las barreras para ofrecer una solución a esa necesidad y su posterior comercialización.

Finalmente, como proveedor se debe identificar y evaluar rigurosamente que la necesidad de un cliente resuelve un problema de mercado. Por lo tanto, la capacidad que tenga la solución para escalar permitirá generar mejores retornos a la inversión en su desarrollo. Basado en información entregada por el Consejo Minero, SERNAGEOMIN y por compañías mineras, la cantidad de plantas concentradoras existentes en Chile es de 25 y se espera que en los próximos seis años llegue a 34.



Fotografía Codelco Chile

LEARNINGS

The main learnings of this company are centered in three areas.

In the first place, references are important for future projects. Establishing a proper work history with the mining companies allows opening a space of opportunities for the development of solutions that goes beyond the contracting of services or products. Each project is significant and relevant to add value and construct credibility.

Secondly, the existence of a need stated by a client does not guarantee the full financing of the innovation development. As access to resources and capital allowing the financing of the development and tests of the innovation is available, barriers to offer

a solution to that need and further commercialization are reduced.

Lastly, as supplier, it is important to identify and strictly evaluate that the need of a client can solve a problem in the market. Therefore, the capacity of the solution of escalating, will allow generating better profits to the investment during its development. Based on information provided by Mining Council, SERNAGEOMIN and by mining companies. The quantity of existent concentrator plants in Chile is 25 and it is expected that during the following six years this quantity will reach 34.



PROPIEDAD INTELLECTUAL

I N T E L L E C T U A L P R O P E R T Y

La propiedad intelectual tiene un valor estratégico en los emprendimientos de base tecnológica, por tanto, resulta clave conocer el proceso que ésta implica y distintas experiencias sobre cómo gestionarla.

The intellectual property has a strategic value in technological based innovations hence, it is fundamental to know the involved process and different experiences teaching us how to manage it.



EL VALOR ESTRATÉGICO DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

La propiedad intelectual, de acuerdo a la definición de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO en inglés), se relaciona con las creaciones de la mente ya sean invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio.

Para entender su valor estratégico en los emprendimientos de base tecnológica, lo primero que debemos saber es que existen distintas formas de protección que dependen de la naturaleza del invento. Están los derechos de autor, la propiedad industrial, el secreto industrial y la generación de estándares propietarios.

El resguardo de la propiedad intelectual no sólo evita que alguien más se apropie de una invención, sino que además ayuda a posicionar a la empresa ante inversionistas y el mercado. Varias de las organizaciones que entrevistamos en estos casos comentaron que para ellas el hecho de tener una patente les daba credibilidad, mejoras en el acceso a inversionistas o socios estratégicos, y facilitaba el posicionamiento de sus productos y compañía. Gestionarla adecuadamente, entonces, genera ventajas competitivas para la organización.



THE STRATEGIC VALUE OF THE INTELLECTUAL PROPERTY

Intellectual property, according with the definition of the World Intellectual Property Organization (WIPO) relates with the mind's creations whether being inventions, literary and artistic works and symbols, names and images used in commerce.

To be able to understand its strategic value in technologically-based business, the first we must know is that there are different ways of protection which depend on the nature of the invention. Among these, copyrights, industrial property, industrial secrecy and the generation of proprietary standards.

The preservation of the intellectual property not only avoids that a third party may take ownership of an invention, but also it aids in positioning the company upon investors and the market. Many of the organizations we interviewed, commented in these cases that for them the fact of having a patent grants them credibility, improvement in access of investors or strategic partners and facilitates positioning of their products and the company. Thus, managing it adequately generates competitive advantages for the organization.

El resguardo de la propiedad intelectual no sólo evita que alguien más se apropie de una invención, sino que además ayuda a posicionar a la empresa ante inversionistas y el mercado.

CONSIDERACIONES ESTRATÉGICAS SOBRE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Al momento de decidir qué y cómo proteger, es importante considerar los siguientes aspectos:

1 Exclusividad y temporalidad: La propiedad intelectual otorga un derecho exclusivo para quien lo posee por un tiempo limitado (20 años para patentes desde la fecha de solicitud, 70 años contados desde la muerte del creador para derechos de autor). El tiempo pasa a ser una variable estratégica a considerar. Si la industria avanza rápidamente, entonces, conviene adelantarse. Si la tasa de progreso tecnológico es más lenta, no hay mayor apuro en patentar. También depende de las ventajas de ser primero o *first-mover advantages*. Por ejemplo, cuando hay economías de red, conviene apresurarse y ser primeros en el mercado.

Aguamarina es un buen ejemplo de cómo maneja estratégicamente la variable del tiempo. Antes de iniciar un proyecto, lo primero que hacen es revisar si hay patentes relacionadas. Si hay pocas, significa que hay más oportunidades para hacer un aporte. En palabras de su fundadora, Pamela Chávez: “Mientras menos se sepa de este tema, menos patentes hay... eso me da a mí tiempo. Si hay pocas patentes tengo cinco

años para poder llegar tranquilamente a tener mi teoría. Pero si ya hay algo de investigación o dos o tres patentes, yo sé que en dos años más habrá un producto nuevo en el mercado”. Aguamarina llama a este proceso de vigilancia su “Antena Tecnológica”.

La organización tiene como política enviar solicitudes de patentes de manera temprana. Esto lo hace por diversas razones estratégicas. La primera es la rapidez con que progresa la biotecnología. La segunda, porque preparar toda la documentación necesaria para emitir una patente toma tiempo. La tercera es que solicitar una patente temprana sirve para enviar una señal a potenciales competidores y disuadirlos a que entren en ese mercado. De acuerdo a la fundadora de Aguamarina: “Si tú no tienes claridad de la dificultad que vas a tener para patentar (ej. no saber cuánto dinero involucra), es un riesgo de inversión muy alto. Imagínate si gastas 500 millones de pesos en investigación para concluir que tienes que llegar a pelearte [con muchos competidores] legalmente para patentarlo. Sin la patente no tienes nada”.



STRATEGIC CONSIDERATIONS REGARDING INTELLECTUAL PROPERTY

At time of deciding what and how to protect, it is important to consider the following aspects:

1. Exclusivity and temporality: the intellectual property grants an exclusive right to whoever has its ownership during a limited period (20 years for patents starting on the date of their request, 70 years starting on the date of the death of the author for copyrights). Therefore, time becomes a strategic variable to be considered. If the industry makes quick progress then, it is convenient to go forward. If the rate of technological progress is slower, there is no hurry in patenting. It also depends on first-mover advantages. For example, whenever there are network economies, it is convenient to hurry and be the first in the market.

Aguamarina is a good example of how to strategically manage the time variable. Before starting a project, the first that must be done is to review if related patents exist. If there are few, it means there are more opportunities to contribute. In words of its founder: “The less you know about the matter, less patents there are...and that

grants me more time. If there are few patents, I have five years to comfortably reach my theory. But if there already is some investigation or two or three patents, I know that in the following two years there will be a new product in the market”. Aguamarina names this surveillance process their “Technological Antenna”.

The policy of the organization is to submit patent requests in an early stage. This is done due to different strategic reasons. The first is the speed with which biotechnology progresses. The second, because preparing all necessary documentation for the issuance of a patent takes time. The third is because requesting an early patent can be used to send a signal to potential competitors and dissuade them of entering that market. In words of Aguamarina founder: “If you have clarity of the difficulties you will encounter in patenting (for example: not knowing how much money is involved), it is a very high investment risk. Just imagine, you could spend 500 million pesos in investigation to conclude you must legally fight [with many competitors] to obtain the patent. Without the patent, you have nothing”.

- 2 Territorialidad:** En el caso de la propiedad industrial, la protección es territorial y sólo en el lugar donde se decide proteger. La fecha de solicitud de la patente en Chile sirve para otros territorios, siempre que el trámite se haga dentro de 18 meses.

El lugar donde se patenta la invención es crucial y se relaciona con la estrategia de explotación o transferencia de la misma. El conocimiento debe estar protegido en lugares donde podrá utilizarse y generar valor, ya que en aquellos que no esté protegida cualquier persona podrá hacer uso de la patente sin solicitar autorización o pagar por su utilización al titular.

Ingepro, por ejemplo, tiene una patente en Chile para su tecnología Matrix Clarifier. A nivel anecdótico, la necesidad de protección fue evidente cuando en una mina sorprendieron a un grupo de personas pidiendo detalles del funcionamiento de Matrix Clarifier a los operarios. Actualmente, y de la mano de Andritz, la empresa busca nuevos mercados para comercializar su producto y patentar en otros territorios.

- 3 Proteger o divulgar:** Uno de los requisitos para proteger es la novedad, es decir, que se haya mantenido la confidencialidad de la tecnología durante su desarrollo. Es indispensable que no se divulgue el conocimiento creado hasta tenerlo protegido. Este aspecto hay que tenerlo en consideración sobre todo cuando la invención se realiza en conjunto con universidades, ya que los académicos tienen incentivos para publicar los conocimientos desarrollados. Lo importante, y este es un aprendizaje de las empresas que trabajan frecuentemente con instituciones de educación superior, es ponerse de acuerdo con anterioridad sobre la propiedad intelectual, pactar a quién le pertenece y firmar acuerdos de confidencialidad entre las partes.

Dentro de las empresas analizadas en estos casos, varias tenían vínculos con el mundo académico. Vizutire, por ejemplo, colaboró activamente con la Universidad Católica del Norte (UCN) para validar sus hipótesis sobre cómo el ultrasonido podría detectar fallas estructurales en los neumáticos. Esta relación fue fructífera e incluso la UCN ayudó a gestionar la protección de la propiedad intelectual.

Otro caso interesante que revela la importancia de gestionar bien la divulgación de conocimientos es la empresa MIRS. Esta organización ha enviado 26 solicitudes de patentes y ha obtenido 12. Inicialmente, sin embargo, tuvieron problemas para asegurar algunas, ya que en la documentación que presentaron había contenidos similares. Esto hizo que no quedara lo suficientemente establecido el estado del arte. Al toparse las patentes, ambas se perdieron. Actualmente, MIRS tiene un proceso más definido que toma en consideración estas variables estratégicas de manera de no divulgar el estado del arte antes de tener la patente en trámite.

-
- 2. Territoriality:** In the case of intellectual property, the protection is territorial and only in the place where it is decided to protect. The date for request of patents in Chile is used in other territories, if the proceeding is made within a period of 18 months.

The location where the invention is patented is crucial and relates with its exploitation or transference strategy. Knowledge must be protected in places where it could be used and generate value, because in those where it is not protected, any person could use the patent without requesting its owner authorization or pay for its use.

For example, Ingepro has a patent in Chile for its Matrix Clarifier technology. At anecdotal level, the need of protection was evident when in a mine they caught a group of Europeans asking the operators details of the operation of the Matrix Clarifier. Currently, and together with Andritz, the company is searching for new markets to commercialize their product and patent it in other territories.

- 3. Protect or disclose:** One of the requirements is to protect the innovation that is, that confidentiality of the technology is maintained during its development. It is fundamental not to disclose the knowledge created until it is protected. This aspect must be mainly considered when the invention is developed together with universities, because the scholars have incentives to publish their knowledge. The important thing, and this is something the companies frequently working with higher education institutions must learn, it to previously agree upon the intellectual property, covenant who is the owner and sign confidentiality agreements between the parties.

Within the companies analyzed in these cases, several had liaisons with the academic world. For example, Vizutire actively collaborated with the Universidad Católica del Norte (UCN) to validate their hypothesis regarding how ultrasound could detect structural faults in tires. This relation was successful and even the UCN helped to manage the intellectual property.

Another interesting case revealing the importance of properly managing disclosure of knowledge, is MIRS Company. This organization has submitted 26 patent requests and has obtained 12. However, initially they had problems to ensure some because in the documentation they submitted there were similar contents. This resulted in the fact state-of-the-art was not sufficiently established. As patents were overlapped, both were lost. Currently, MIRS has a better-defined process considering these strategic variables with the purpose of not disclosing the state-of-the-art before having the patent under proceedings.

- 4 **Vigilancia tecnológica:** Una práctica transversal a todos los emprendedores entrevistados es hacer una constante vigilancia tecnológica sobre el estado de la técnica.

Revisar en forma constante los avances en el conocimiento se hace una práctica obligatoria para emprendimientos de base científica, en especial aquellos cuyas industrias avanzan a pasos agigantados. Para analizar la novedad de lo generado, se recomienda realizar una búsqueda del estado del arte, en donde se examine el estado de la técnica en el mundo a través de una indagación exhaustiva que permita conocer la factibilidad de protección de la invención, comprender cómo la tecnología creada genera valor frente a lo existente y cuáles son las tendencias mundiales respecto al área de conocimiento.

- 5 **Protección de paquetes tecnológicos:** En la práctica, es recomendable proteger paquetes tecnológicos, en los que se patentan varias invenciones relacionadas entre sí en una sola. El objetivo es ofrecer mayor robustez a la patente y a una posible transferencia de uso a un tercero, en la que se transfiere patentes de invención, uso de marca y/o secretos industriales dentro de una misma licencia. Esta técnica, no estaba presente en los casos analizados.



4. **Technological Surveillance:** A common practice of all interviewed entrepreneurs, is to constantly technologically watch the state of the technique. Constantly reviewing progress in knowledge becomes a mandatory practice for scientific based innovations, especially in the case where industries are moving ahead at a staggering speed. To be able to analyze the novelty of what is generated, it is recommended to execute a search of state-of-the-art, where the state of the technique in the world is examined by means of a comprehensive investigation allowing to know the feasibility of protecting the invention, understand how the created technology generates values with regards of the existent and which are world trends regarding the area of knowledge.
5. **Protection of Technological Packages:** In practice, it is recommendable to protect technological packages in which several related inventions are submitted in only one package. The purpose is to offer major strength to the patent and possible transference of use to a third party by means of which the invention patents, use of brand and/or industrial secrets are transferred included in one same license. This technique was not present in the analyzed cases.



EL TIPO DE RECURSO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

Existen distintos recursos de protección, que dependen de la tecnología, nivel de madurez y novedad. Los más comunes son marcas, patentes de invención, secreto industrial, modelos de utilidad y diseño industrial. Una misma tecnología puede ser protegida por más de un recurso de protección, por ejemplo: marca comercial, patente de invención y secreto industrial.

La elección del tipo de recurso depende también de la estrategia de comercialización. Si la idea es transferir la licencia de la patente y cobrar un royalty por su uso, quizás no es necesario proteger la marca. Por el contrario, si la empresa decide explotar y vender el producto protegido, el resguardo se hace indispensable.

- 1 **Marcas:** Signo susceptible de representación gráfica, capaz de distinguirse en el mercado de productos, servicios o establecimientos comerciales o industria-

les. De las empresas analizadas, todas tienen una estrategia de protección tanto en Chile como en el extranjero. En Chile, las marcas tienen una vigencia de diez años renovable.

- 2 **Modelos de utilidad:** Corresponde principalmente a dispositivos y objetos en los que la forma es reivindicable y aportan a la función original un beneficio, ventaja o efecto técnico que antes no tenía. Por lo general, son de escaso nivel inventivo, ya que esto no es un requisito para conceder resguardo por diez años no renovables desde la fecha de solicitud.
- 3 **Diseño industrial:** Forma u objeto en tres dimensiones y que se usa de molde para la fabricación de otras unidades. Se distingue de sus similares, ya sea por su forma y/o configuración geométrica y/u ornamentación, dándole una nueva apariencia especial perceptible por medio de la vista. Se otorgan durante diez años desde la fecha de solicitud y no son renovables.

THE TYPE OF INTELLECTUAL PROPERTY RESOURCE

There are different types of protection which depend on the technology, level of maturity and innovation. The most common are brands, invention patents, industrial secret, utility models and industrial design. One same technology can be protected by means of more than one protection resource, for example: commercial trademark, invention patent and industrial secret.

The selection of the type of resource also depends on the commercialization strategy. If the idea is to transfer the license of the patent and charge a royalty for its use, maybe it is not necessary to protect the brand. In opposition, if the company decides to exploit and sell the protected product, protection becomes essential.

4 Secreto industrial: Se trata de información no divulgada que posee una persona natural o jurídica, que puede ser utilizada con fines productivos y transferirse para su uso.

5 Patentes de invención: Este es el tipo de recurso más utilizado por las empresas analizadas. Todas tienen al menos una solicitada y varias organizaciones tienen patentes concedidas. Para obtener este recurso de protección se deben cumplir tres requisitos: novedad, nivel inventivo y aplicación industrial.

- 1. Brands:** Brands are a symbol susceptible of being graphically represented, capable of distinguishing in the market of products, services or commercial or industrial establishments. Among analyzed companies, they all have a protection strategy both in Chile as abroad. In Chile trademarks have a validity of 10 years capable of being renewed.
- 2. Utility models:** These mainly correspond to devices and objects in which the manner is revindication and contribute to the original function with a benefit, advantage or technical effect it did not have before. In general, they are of scarce level of inventive because this is not a requirement to grant protection for ten years, non-renewable, starting on the date of the request.
- 3. Industrial design:** Shape or object in three dimensions used as pattern for the fabrication of other units. It distinguishes from other similar products, whether due to its shape and/or geometric configuration and/or decoration, granting it a new special appearance perceptible at sight. These are granted for a period of ten years starting on the date of the request and are non-renewable.
- 4. Industrial secret:** This is non-disclosed information owned by a natural or legal person that may be used with productive purposes and can be transferred for use.
- 5. Invention patents:** This is the most used type of resource by the analyzed companies. They all have at least one already requested and several organizations have been granted patents. To be able to obtain this protection resource, three requirements must be complied with: innovation, level of inventive and industrial application.

CONSIDERACIONES AL MOMENTO DE SOLICITAR UNA PATENTE DE INVENCIÓN

Es relevante conocer algunas prácticas importantes asociadas a la solicitud de patentes:

- 1 **Costos:** Varían dependiendo de distintos factores, como por ejemplo: país de presentación, honorarios de los peritos, tipo de patente, traducciones y tasas de mantención. Sólo a nivel referencial, tramitar en Chile una patente cuesta aproximadamente \$6.000.000 para territorialidad nacional.

En Chile hay instrumentos de CORFO que ayudan en el proceso de patentamiento como Prototipos de Innovación o Validación y Empaquetamiento de Innovaciones. Ambos instrumentos permiten financiar las actividades y gastos asociados al resguardo de la innovación hasta la fase de solicitud de patente, tales como la elaboración de la estrategia de protección, solicitud de patente y otros. Varias de las empresas analizadas comentaron que utilizaban algunos de estos instrumentos al momento de proteger su propiedad intelectual.



CONSIDERATIONS AT TIME OF REQUESTING AN INVENTION PATENT

It is relevant to be aware of some important practices associated with the request of patents:

1. Costs: Costs vary depending on different factors, for example: country in which it will be requested, fees of experts, type of patent, translations and rate of maintenance. Only as a reference, proceeding patents in Chile have an approximate cost of \$6,000,000 for national territoriality.

In Chile, there are CORFO instruments that help in the patenting proceeding such as Innovation Prototypes or Validation and Packaging of Innovations. Both instruments allow financing the activities and associated expenses for protection of the innovation until the phase of request of patent, such as: preparation of protection strategy, request for patent and others. Several of the analyzed companies commented they used some of these instruments at time of protecting their intellectual property.

En Chile hay instrumentos de CORFO que ayudan en el proceso de patentamiento como Prototipos de Innovación o Validación y Empaquetamiento de Innovaciones.

- 2 **Comercialización de una patente:** La comercialización del conocimiento protegido es posible a través de distintas figuras, como por ejemplo: venta de patente de invención (cesión de derechos), explotación del conocimiento mediante la creación de un *spin off* de base tecnológica, licenciamiento de la patente a un tercero, asistencia técnica y asesorías en el uso de la tecnología, entre otras.

Para determinar el mercado en que se posicionará la tecnología, es importante cuantificar y analizar estratégicamente los distintos componentes del mercado: proveedores, competidores, distribuidores y consumidores; de tal manera de entender la dinámica de los actores y anticiparse a las necesidades que generen mayor valor al negocio de la tecnología patentada. Esta evaluación permitirá anticiparse y tomar decisiones respecto del conocimiento generado, como por ejemplo, si es mejor realizar más validaciones y madurar la tecnología antes de comercializar o si se debe modificar por futuras regulaciones. Adicionalmente, es necesario realizar una valoración comercial de la tecnología, es decir, ponerle precio al paquete tecnológico. Si bien, el método puede variar según el tipo de tecnología, los más comunes son: valoración por múltiplos, valoración por flujo de caja descontados, y metodología de capital de riesgo. Ahora bien, Ingepro utiliza una opción distinta a las anteriores. Ellos valorizan la patente según la frecuencia de uso de la tecnología. Esto refleja que no existe una única forma de valorizar, sino que pueden usarse varias en forma complementaria y acompañarlas de un análisis estratégico de la tecnología.

Finalmente, a partir de los casos analizados, podemos destacar el nivel de conocimiento de los emprendedores sobre propiedad intelectual y su importancia como el principal activo intangible de una empresa tecnológica. Lo anterior resulta de la implementación de buenas prácticas en innovación y emprendimiento, enfocadas en una positiva gestión de la propiedad intelectual y de contar con emprendedores que están más informados y empoderados a la hora de presentar sus invenciones.



The world's most efficient light

Nokero

Nokero's solar lights replace kerosene lamps and candles.

They charge by day and bring light by night.

With products distributed in 120 countries, Nokero's patented technology is a catalyst for economic and community growth.

It means that:

- school children can study at night;
- householders can generate additional income and have access to a clean, low-cost lighting; and
- millions are spared exposure to the harmful effects of burning kerosene.

2. Commercialization of a patent: Commercialization of a protected knowledge is possible by means of different resources, for example: sale of the invention patent (assignment of rights), exploitation of the knowledge by means of the creation of a technologically-based spin off, licensing of the patent to a third party, technical assistance and consultancy in the use of the technology, among other.

To determine the market in which the technology will be positioned, it is important to quantify and strategically analyze the different market components: suppliers, competitors, distributors and consumers in such a manner the dynamics of the different actors can be understood and needs generated by major value to the business of the patented technology can be anticipated. This assessment will allow anticipating and making decisions with regards of the developed knowledge such as: if it is possible to make more validations and mature the developed technology before commercialization or if it must be modified for

future regulations, etc. In addition, it is necessary to execute a commercial assessment of the technology that is, determine the price of the technological package. Even though the method may vary according to the type of technology, the most common are: multiples valuation, valuation by means of discounted cash-flow models and risk capital methodology. For example, Ingepro uses a different option to the aforementioned. They assess the patent according to the frequency of use of the technology. This shows that there is not a single manner of assessment, but several can be used in a complementary manner and accompany them by a strategic analysis of the technology.

Lastly, based on the analyzed cases, we can highlight the level of knowledge of the entrepreneurs regarding intellectual property and its importance as the main intangible asset of a technological company. The foregoing results from the implementation of good practices in innovation and having better informed and empowered entrepreneurs at time of presenting their inventions.

Centro de Innovación UC Anacleto Angelini

El Centro de Innovación UC Anacleto Angelini busca promover la generación de una cultura pro innovación y emprendimiento en la universidad, el país y América Latina. Actúa como puente entre la academia, la empresa y el sector público, generando oportunidades de colaboración y acelerando el desarrollo de proyectos interdisciplinarios de alto impacto.

Motivado por sus tres verbos "Inspirar, Conectar y Orquestar" el Centro participa en esta iniciativa a través de su Laboratorio de I+D+i Empresarial, el cual busca contribuir con estudios e investigaciones que permitan una mejor toma de decisiones estratégicas, tanto del sector público como privado. En esta línea, la presente publicación aporta con aprendizajes para impulsar, guiar y facilitar los procesos de innovación en las empresas de la industria minera, desde la etapa de ideación hasta su llegada a nuevos mercados.



CENTRO DE INNOVACION UC
ANACLETO ANGELINI

