

# MINERÍA

PUBLICACIÓN OFICIAL DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ - FUNDADO EN 1943



**Compras de maquinaria  
pesada del sector minero  
subieron 21.3% en 2017**



# YURA™



## Comprometidos con el Desarrollo Sostenible

Ofrecemos un portafolio de productos que aporta al desarrollo y sostenibilidad a través de un alto performance, reduciendo las emisiones de carbono a precios competitivos.



### Puente Chilina

Puente de concreto más largo del país.



### Cemento Ecoamigable, Menor Emisión de CO<sub>2</sub>

En YURA estamos comprometidos con el cuidado y protección del medio ambiente, por eso somos una de las empresas con menor emisión de CO<sub>2</sub> en el mundo.



### Precios competitivos

Gracias a la inversión en tecnología e innovación, hemos logrado obtener un gran producto con los precios más competitivos en el país, apoyando así al desarrollo y crecimiento de la construcción.



### Productos Resistentes

Nuestros productos, cuentan con una formulación especial que contribuye a la longevidad y resistencia del concreto, obteniendo así construcciones durables.



Industrial Solutions: Molinos SAG

## Mayor rendimiento, menor inversión

El molino SAG se destaca por su confiabilidad y rendimiento, el cual puede llegar a procesar hasta 6 mil toneladas por hora. La versatilidad de sus tamaños y la reducción de costos de mantenimiento son algunos de sus atributos. [www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com](http://www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com)

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp



## INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ

### PRESIDENTE:

Víctor Esteban Gobitz Colchado

### VICEPRESIDENTES:

Luis Fernando Gala Soldevilla  
Luis Miguel Cardozo Goytizolo

### DIRECTORES:

Germán Daniel Arce Sipán  
Eutemio Calderón Chumbile  
Juan Carlos Ortiz Zevallos  
Roberto Fernando Maldonado Astorga  
Russell Marcelo Santillana Salas  
Luis Alberto Rivera Ruiz  
Luis Alberto Brocos Gutiérrez  
Pedro Melquiades Cárdenas Medina  
Raúl Máximo Garay Villanueva  
Diana Rake Portugal  
Susana Gladis Vilca Achata

### EXPRESIDENTE:

José Antonio Samaniego Alcántara

### REPRESENTANTE CIP:

Benjamín Jaramillo Molina

### GERENTE GENERAL:

Gustavo Adolfo Luyo Velti

## MINERÍA

PUBLICACIÓN OFICIAL DEL IIIMP

mineriaonline.com.pe / rmineria@iimp.org.pe

486 Marzo 2018



**Director:** Edgardo Alva Bazán  
**Editor:** Hebert Ubillús Arriola

### Consultoras de Comunicación y Marketing:

Marlene Molleda - Patricia Sáenz

### Ejecutivo Comercial:

Manuel Miranda

### Colaboradores:

Tulio Antezano – Luis Orna Berrospi –  
Marco Flores – Óscar Ccaccya Anca – Francisco Rumiche

y Rolando Nuñez – Jorge Olivari.

### Diagramación:

César Blas Valdivia

### Corrección:

C & S Comunicaciones

### Pre-Prensa e Impresión:

Gráfica Biblos S.A.

MINERÍA es la publicación oficial del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú  
Calle Los Canarios 155-157,  
Urb. San César - II Etapa, La Molina, Lima 12, Perú.  
Telf. (511) 313-4160 / E-mail: rmineria@iimp.org.pe  
<http://www.iimp.org.pe>  
«Hecho el Depósito Legal N° 98-3584  
en la Biblioteca Nacional del Perú»

El Instituto de Ingenieros de Minas del Perú no se solidariza necesariamente con las opiniones expresadas en los artículos publicados en esta edición de MINERÍA. Se autoriza la reproducción de los textos siempre que se cite la fuente.



# Contenido

## Institucional

**4** Ing. Luis Rivera es nuevo presidente del IIIMP

**6** Instituto ratificó importante presencia en el ámbito internacional

## Minero Notable

**18** Óscar Felipe Silva Campos

## Entrevista

**22** Southern se ha convertido en la empresa con mayor potencial de producción cuprífera

## Especial

**26** Compras de maquinaria pesada del sector minero subieron 21.3% en 2017

## Técnico Científica

**51** Innovación integral de apoyo a la gestión de flota de carguío y acarreo en tajo abierto en Minera Yanacocha

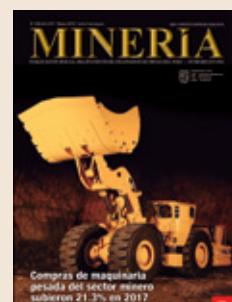
**62** Optimización del proceso en la planta concentradora Bateas

**68** Detectar fallas de rodamientos en zarandas vibratorias de planta concentradora Alpamarca

**71** Evaluación de la composición química, estructura y propiedades de aceros de puntas para equipos de movimiento de tierra

## Histórico

**75** Rocas decorativas en el antiguo Perú



## Portada

Otra muestra de la recuperación del sector minero lo constituye el incremento de la adquisición de maquinaria pesada, que en 2017 aumentó en 21.3%, por la compra de equipos provenientes en su mayoría de China. Foto: Ferreyros.

## Minería y nuevos tiempos

**S**i bien de acuerdo a nuestro plan editorial, en la presente edición estaba proyectado el análisis del comportamiento del mercado de maquinaria pesada en el sector, los últimos hechos relacionados con la política nacional al más alto nivel, nos llevan a girar la mirada a como esta situación puede incidir en el desarrollo de la minería.

Tras la renuncia del presidente de la República, Pedro Pablo Kuczynski y la asunción del Ing. Martín Alberto Vizcarra Cornejo a la primera magistratura del país, consideramos y esperamos que, con la experiencia y conocimiento del exgobernador de Moquegua en temas mineros, se abra una ventana de oportunidad para el sector.

Recordamos que en su discurso en la inauguración de la Exhibición Tecnológica Minera (Extemin) en el marco del último PERUMIN, Vizcarra demostró que tiene claro que el principal motor de nuestra economía lo constituye la actividad minera por sus volúmenes de inversión, exportaciones y encadenamiento productivo.

Igualmente, que la minería debe operar con un irrestricto respeto por el medio ambiente, las comunidades del entorno y está llamada a convertirse en un aliado estratégico del desarrollo sostenible de los pueblos con una activa presencia del Estado, en lo que sin duda, estamos completamente de acuerdo.

En ese sentido, es fundamental que el nuevo presidente reciba el respaldo de las fuerzas políticas representadas en el Congreso de la República, para inaugurar una nueva etapa de trabajo armonioso que redunde en la mejora de nuestra economía, teniendo como eje básico el aprovechamiento de la recuperación de los precios de los metales en el ámbito global, que es una de nuestras ventajas comparativas y, por que no decirlo, competitivas.

Aunque en la reciente encuesta del Instituto Fraser hemos dejado de ocupar el primer lugar entre las jurisdicciones de América Latina más atractivas para la inversión minera mundial, ello no debe amilanarnos sino, por el contrario, servirnos de aliciente para identificar en qué estamos fallando e ir por el camino de la mejora continua.

El incremento en la adquisición de bienes de capital por parte del sector, por encima del 20%, así como la adjudicación a Southern Peru del proyecto Michiquillay, son hechos alentadores que se han dado en medio de la turbulencia política del año pasado e inicios del presente, lo que nos hace avizorar que con un clima político estable y promotor de la minería, se puede alcanzar mejores resultados, porque la confianza de los inversionistas privados aún no se ha perdido.

Toca trabajar de manera articulada Estado, empresas y sociedad, en la que estamos los gremios profesionales, para sacar adelante a nuestro país y lograr que todos los peruanos, en base a un aprovechamiento racional de los recursos, puedan tener una vida digna y garantizar el progreso futuro de sus hijos.

Finalmente, permítanme expresar mi felicitación al Ing. Luis Rivera y a su equipo, quienes fueron elegidos en las recientes elecciones institucionales para dirigir los destinos del Instituto en el periodo 2018-2020, al que le auguramos éxitos en la ardua tarea de ofrecer un aporte concreto para tener una minería cada vez más competitiva y generadora de desarrollo sostenible.

El Director



Es actualmente vicepresidente ejecutivo para la región Las Américas de Gold Fields.

Para el periodo 2018-2020

# Ing. Luis Rivera es nuevo presidente del IIMP

Tras el proceso electoral desarrollado el 22 de marzo último, el presidente del Comité Electoral del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP), Ing. Raúl Benavides Ganoza, informó que resultó ganadora la Lista 1 liderada por el Ing. Luis Rivera Ruiz, quien en abril próximo asumirá como nuevo titular del Consejo Directivo del Instituto, para el periodo 2018-2020, en reemplazo del Ing. Víctor Gobitz Colchado.

Esta elección contó con el soporte técnico de la Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE) y se realizó mediante voto electrónico no presencial. El total de votantes fue de 597 de los cuales 448 votaron por la Lista 1, 88 en blanco y 61 nulos.

Los Asociados que voluntariamente suscribieron el acta electoral en sujeción a lo estipulado en el Estatuto Institucional

fueron la Lic. Mónica Belling Salas y el Ing. Pedro Cárdenas Medina.

### En Jueves Minero

Precisamente, el Jueves Minero 15 de marzo, el ingeniero Rivera hizo la presentación de las propuestas para la futura gestión del equipo que lidera.

Reveló que el año pasado en el marco de la convención de la PDAC en Canadá se planteó la iniciativa de empoderar

los cambios que viene realizando el IIMP para consolidar su presencia y prestigio a nivel nacional e internacional. "Después de ocho meses de conversaciones se logró reunir a distinguidos profesionales que acordaron trabajar bajo la premisa del Liderazgo, experiencia e innovación al servicio de la minería y del Perú", afirmó.

En la medida que para hacer un buen equipo se requiere de gente valiosa, destacó que entre los integrantes de la Lista 1 se cuenta con el Ing. Germán Arce, quien recientemente ha cumplido 50 años de trayectoria profesional y lidera a los Amautas Mineros, un grupo de estudiantes universitarios que difunden la actividad minera moderna en las escuelas públicas y privadas a nivel nacional.

Igualmente con la Arq. Eva Arias, presidenta ejecutiva del directorio de la Compañía Minera Poderosa, quien es una de las voceras más reconocidas a favor de la industria y fue titular de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (Snmpel); Ing. Venancio Astururi, quien representa a la academia al ser catedrático y haber sido director en varias universidades, e Ing. Alberto Brocos, fundador y gerente general de Minera Almax, que brinda innovadoras soluciones a nuestro sector.

Del mismo modo, el Dr. Miguel Cardozo, presidente y CEO de Alturas Minerals, quien lideró los equipos que descubrieron el distrito de oro Yanacocha en 1985 y el pórfito de cobre-oro Galeno en 1994; Ing. Edgardo Orderique, gerente general de Compañía Minera Antapaccay, quien cuenta con amplio conocimiento de la minería en el sur del país, y Lic. Domingo Drago, vicepresidente de Asuntos Corporativos de Minera Las Bambas, con amplia experiencia en relaciones con los stakeholders.

También conforman la Lista 1, el Ing. Raúl Garay, gerente general de RG Blasting, empresario comprometido con temas de tecnología e innovación y líder de los cambios recientes que ha implementado el IIMP a favor de los Asociados; Ing. Henry Luna, director de Catastro Minero del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), de vasta experiencia que representa la voz del gobierno, e Ing. Roberto Maldonado, profesor principal de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Asimismo, el Ing. Juan Carlos Ortiz Zevallos, gerente central técnico de Volcan



Domingo Drago, Fernando Valdez, Miguel Cardozo, Luis Rivera, Jorge Ardila, Máximo Romero, Henry Luna, Venancio Astururi y Raúl Garay.

Compañía Minera, experto en gestión minera y minería subterránea; Dra. Julia Torreblanca, vicepresidenta de Asuntos Corporativos de Sociedad Minera Cerro Verde, con gran experiencia en la gestión de permisos y licencias y relacionamiento con stakeholders, e Ing. Fernando Valdez, profesor de la maestría en Regulación, Gestión y Economía Minera de la escuela de posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

Es de destacar, que el Ing. Luis Rivera es actualmente vicepresidente ejecutivo para la región Las Américas de Gold Fields, fue vicepresidente de Operaciones y gerente general del proyecto Las Bambas de MMG, gerente general de las unidades de cobre de Glencore Perú y gerente general de Xstrata Copper, entre otros.

### Plan de trabajo

Con relación a actividades dirigidas a los Asociados, se plantea continuar las mejoras de los Jueves Mineros descentralizados e impulsar los Miércoles Empresariales, como mecanismo de entrenamiento en habilidades que son necesarias para los profesionales de la industria de hoy, como la innovación, tecnología, automatización y robotización, entre otras, de la mano con el avance que se registra a nivel global.

Igualmente, promover un mayor número de prácticas profesionales de calidad con operadores y contratistas mineros, de tal forma que esto sea incorporado en la legislación; celebrar convenios para ampliar las visitas técnicas a minas, plantas y talleres nacionales e internacionales, e implementar programas de actualización técnica y de habilidades blandas y gerenciales, así como consolidar las iniciativas

de espaciamiento iniciadas por el Consejo Directivo 2016-2018.

En cuanto a la institución, se trabajará para consolidar la mejora organizacional, patrimonial y financiera del IIMP con transparencia y políticas de acceso a la información; fortalecer la calidad y cobertura de los eventos sobre la base de la mejora continua; impulsar la utilización de las Normas Internacionales para Personas Competentes y Reportes Calificados, de manera tal que un miembro del Instituto, debidamente colegiado, pueda suscribir reservas en cualquier parte del mundo y su firma sea reconocida en las bolsas de valores.

También, se dirigirán esfuerzos en aplicar la tecnología de la información a todos los servicios del IIMP, vía redes sociales –Facebook y Twitter–, y promover el patrimonio cultural minero, a través de la concreción del Museo Nacional de Minería, y la mejora permanente de la Mina Modelo.



Ing. Raúl Benavides.

Sobre la industria, se fomentará el debate nacional respecto a temas estratégicos de la minería y su rol en el desarrollo nacional, como por ejemplo, el Plan Estratégico de Largo Plazo hasta 2030, para lo cual ya se empezó a trabajar junto a con Gerens, con el objetivo que la minería aparezca en forma transversal en el plan de desarrollo del país.

Asimismo, liderar las coordinaciones con el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), Snmpe, Sociedad Geológica del Perú (SGP) y demás gremios, para fortalecer a la industria minera; y reforzar el uso efectivo de las herramientas de comunicación del IIMP, como por ejemplo, con una mayor digitalización de la revista Minería, en respuesta a la cuarta revolución industrial que ya vivimos.

En este aspecto, también se promoverá la homologación de certificados médicos y permisos de visitas en las unidades mineras a nivel nacional, para desburocratizar este tema con el concurso del Instituto de Seguridad Minera (ISEM) y el CIP; además, fomentar el desarrollo de la industria minera a través de la creación de clústeres, como el caso de Arequipa, donde operan los principales proveedores del mundo, lo que podría replicarse en Cajamarca y Trujillo, a favor del progreso de esas regiones.

Finalmente, en lo que concierne a la academia, se tiene como objetivo celebrar convenios para implementar nuevos programas de becas y otros beneficios para los Asociados; promover la investigación e innovación tecnológica e impulsar el e-learning; liderar el debate sobre la malla curricular minera promoviendo la mejora de la enseñanza universitaria, y difundir la actividad minera en centros educativos escolares, tecnológicos y universitarios, vía la consolidación del apoyo a los Amautas Mineros, organización sin fines de lucro, integrada por no graduados que difunde con gran entusiasmo la actividad minera en zonas remotas.

Siendo la minería la principal actividad económica del país, debe ser reconocida y apoyada en su real dimensión para generar más oportunidades de desarrollo, y el articulador de ese cambio debe ser el IIMP, para lo que se requiere la participación de todos los Asociados con propuestas y opiniones, que serán bien recibidas.



Fuente: Cámara de Comercio Canadá Perú

Con participación en conferencia del SME y PDAC 2018

## Instituto ratificó importante presencia en el ámbito internacional

El Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP), tuvo una exitosa participación tanto en el 2018 SME Annual Conference & Expo y 91° Reunión anual de la Sección SME-MN, así como en la International Convention, Trade Show & Investors Exchange de la Prospectors and Developers Association of Canada (PDAC 2018), con lo que ratificó su liderazgo como organización promotora de la minería responsable en el ámbito nacional e internacional.

**E**n el encuentro organizado del 25 al 28 de febrero por la Society for Mining, Metallurgy & Exploration (SME) en Minneapolis (Minnesota, USA), que es una conferencia de corte tecnológico, de investigación, e innovación donde se exponen las mejores experiencias y avan-

ces en minería, el Instituto participa desde 2003.

En esta ocasión, en representación del IIMP estuvo la integrante del Consejo Directivo, Ing. Susana Vilca Atacha y el expresidente Ing. Antonio Samaniego Alcántara, con el apoyo de los señores Car-

los Alfaro, Yovani Achata y Mijael Pelinco, egresados de la Universidad Nacional del Altiplano.

El escenario fue propicio para promocionar la realización de eventos como PERUMIN 34 Convención Minera, Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores (proEXPLO 2019), IV Congreso Internacional de Relaciones Comunitarias y IV Congreso Internacional de Gestión Minera.

En la 2018 SME Annual Conference & Expo, participaron aproximadamente 6,000 profesionales de la industria de todo el mundo, 725 empresas exhibidoras y se dictaron más de 500 sesiones técnicas. Por su parte, las conferencias reunieron a líderes, innovadores, investigadores, expositores y oradores de talla mundial.

Es de destacar que en la tradicional cena de la SME, fueron incorporados a

la sección de estudiantes, los alumnos de la Universidad Nacional de Moquegua.

## PDAC 2018

En la International Convention, Trade Show & Investors Exchange de la Prospectors and Developers Association of Canada (PDAC 2018), que se realizó del 4 al 7 de marzo en Toronto, participó el presidente del IIMP, Ing. Víctor Gobitz, como integrante de la delegación peruana, quien tuvo a su cargo la conferencia magistral "Mining Projects for 2018", en el marco del programa Peru Day.

En su ponencia, aseguró que nuestro país posee un gran potencial geológico e importantes atributos que lo posicionan como una plaza muy atractiva para las inversiones mineras en la región latinoamericana.

"El Perú se ubica en uno de los cinturones polimetálicos más prolíficos del mundo y actualmente es considerado el segundo mejor destino de inversión en Latinoamérica, según el Instituto Fraser", explicó.

En ese sentido, añadió que nuestro país capturó el 6% de la inversión en exploración a nivel global en 2016 y tiene el desafío de incrementar esta cifra a 8% para el 2021.

"Perú es uno de los mejores destinos para las inversiones en exploración minera en Latinoamérica debido a que cuenta con una de las mayores reservas mundiales de metales preciosos como el oro y la plata, y metales industriales como cobre, plomo y zinc. Ese es el primer atributo que tenemos como país", refirió.

También mencionó que otra de las ventajas de Perú es que posee un ecosistema integrado por proveedores de bienes y servicios de clase mundial, así como por contratistas mineros, profesionales, técnicos y trabajadores que conocen el tema y tienen una larga tradición minera, lo cual permite potenciar la eficiencia de las operaciones y reducir costos a las empresas.

Remarcó que nuestro país tiene óptimas condiciones de inversión ya que ade-

más de su estabilidad macroeconómica, de más de dos décadas consecutivas, mantiene una serie de acuerdos de libre comercio con países potencia en el mundo, es miembro del Foro de Cooperación Económica Asia Pacífico (APEC) y está en proceso de ser incorporado en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

De otra parte, el ingeniero Gobitz precisó que Perú cuenta con una cartera de proyectos mineros valorizada en más de US\$ 58 mil millones, tanto en exploración como con EIA aprobado y ampliaciones mineras, y para el 2018 se espera que la inversión supere los US\$ 5 mil millones, según estimados del Ministerio de Energía y Minas (Minem).

En esa línea expresó que este año habrá cuatro olas de inversiones en nuestro país. El primer impulso lo darán los desembolsos en exploraciones. "Gracias a la holgura financiera existente, las empresas mineras destinarán recursos para incrementar la vida útil de sus minas", detalló.



INSTITUTO  
DE INGENIEROS  
DE MINAS  
DEL PERÚ

## Asamblea General Ordinaria Convocatoria

El Presidente del Consejo Directivo del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, por acuerdo de sesión de Consejo Directivo del miércoles 21 de marzo de 2018, y en cumplimiento del Artículo 25º del Estatuto, convoca a la Asamblea General Ordinaria de Asociados para el día jueves 19 de abril de 2018 a las 18:00 horas en Primera Convocatoria, a tener lugar en su sede institucional ubicada en la calle Los Canarios 155 – 157, Urb. San César II Etapa, La Molina, para tratar la agenda siguiente:

1. Memoria del ejercicio 2017.
2. Balance general auditado del ejercicio 2017.

Si no se alcanzara en Primera Convocatoria el quórum estatutario, se cita en Segunda Convocatoria, para el mismo jueves 19 de abril de 2018 a las 18:30 horas, en el mismo lugar de la primera citación, y para tratar la misma agenda.

La Molina, 02 de abril de 2018

Ing. Víctor Gobitz Colchado  
Presidente del Consejo Directivo  
Instituto de Ingenieros de Minas del Perú



Ing. Víctor Gobitz.

Una segunda ola, comentó, serán los presupuestos en mejoras operativas, que vienen emprendiendo algunas compañías para incrementar la eficiencia de sus unidades productivas.

A estas se sumarán inversiones de menor riesgo técnico y financiero como son las ampliaciones de minas. "Este año deben concluir las expansiones de Toquepala y Marcona y deben iniciarse las expansiones de Quecher Main (Yanacocha), La Arena, Cerro Lindo, y también se esperan los anuncios de las ampliaciones de Las Bambas, Antapaccay y Toromocho", señaló.

En cuarto lugar, está la ola de inversiones en los nuevos proyectos mineros, tal vez una de las más importantes y esperadas debido al impacto económico que generarían. Dentro de esta cartera se encuentran proyectos como Mina Justa (Ica), Quellaveco (Moquegua) y Michiquillay (Cajamarca), recientemente adjudicado a Southern Peru, y en el cual se invertirán más de US\$ 2,500 millones.

"Este proyecto no solo tiene un enorme potencial para mejorar la situación de Cajamarca sino también podría permitir el desarrollo de otros tres proyectos cupríferos como son Galeno, Conga y La Granja, ubicados en la misma zona, que sumados podrían llegar a producir más de un millón de toneladas de cobre en la región", destacó.

Finalmente, indicó que para alcanzar la meta de captar el 8% de la inversión

global en exploraciones, el gobierno peruano debe continuar con la agilización de procesos para obtener permisos ambientales, así como darle predictibilidad y rapidez a los acuerdos relacionados con el acceso a la tierra.

La delegación peruana al PDAC 2018, fue encabezada por el entonces primer vicepresidente y embajador del Perú en Canadá, Ing. Martín Vizcarra, y las exministras de Economía y Finanzas, Dra. Claudia Cooper, y de Energía y Minas, Dra. Angela Grossheim, junto a 280 ejecutivos y empresarios mineros que abordaron puntos claves y retos para el desarrollo de la industria minera peruana.

### Nueve proyectos

Durante su alocución, Grossheim anunció que a partir del presente año se iniciará la ejecución gradual de nueve proyectos mineros valorizados en US\$ 11,357 millones: Quellaveco (Moquegua), Mina Justa (Ica), Pampa de Pongo (Arequipa), Corani (Puno), Ariana (Junín), ampliaciones de Toromocho (Junín) y Pachapaqui (Áncash), relaves B2 de San Rafael (Puno) y Quecher Main (Cajamarca).

"Al finalizar la construcción, estos proyectos incrementarían la producción de cobre en 18 por ciento, molibdeno en 12 por ciento, hierro en 170 por ciento, plata en 7 por ciento y zinc en 5 por ciento. Quecher Main tiene prevista su puesta en marcha en el 2019. Asimismo, se prevé que tres proyectos culminen su construcción en 2020, otros tres en 2021 y los dos restantes en 2022", aseguró la entonces titular del Minem.

Además, resaltó que este año tres iniciativas mineras empezarán a producir, las que demandarán una inversión de US\$ 2,664 millones. Se trata de las ampliaciones de Toquepala, Shahuindo y Marcona. De esta manera, la extracción de hierro se incrementará en más de 50%, mientras que la de cobre en 4% y la de oro en 1%.

Por su parte, el Ing. Martín Vizcarra, sostuvo que la reciente adjudicación del proyecto cuprífero Michiquillay (Cajamarca), ahora en manos de Southern Peru, sumado a los nuevos proyectos que vendrán y las iniciativas anunciatas para este año, hacen prever un aumento de la inversión. En ese sentido, enfatizó que existen las condiciones para que este año sea aus-

picioso y de excelente resultado para la minería peruana.

"Actualmente hay más de 60 empresas canadienses con presencia en Perú y estamos seguros que con la apertura y características de nuestro país ese número va a superarse. Hemos conversado con diferentes sectores como representación oficial en Canadá para estrechar vínculos comerciales y que nuestras relaciones mejoren aún más", indicó.

De otro lado, durante la ponencia de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (ProInversión), el director ejecutivo Alberto Necco dio a conocer alcances de los proyectos mineros Colca y Jalaoca, situados en Apurímac, a través de 30 reuniones con potenciales inversionistas, agentes de banca de inversión, estudios de abogados y fondos especializados en recursos naturales.

La convocatoria internacional para la subasta de Colca y Jalaoca se anunció el 2 de marzo, cuyas bases ya están publicadas en la web oficial de ProInversión. Necco estimó que la adjudicación de ambos proyectos, ricos para la extracción de cobre y oro, será el tercer trimestre del presente año.

Por su parte, el jefe del Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (Senace), Patrick Wieland, adelantó que su entidad evalúa hasta once Estudios de Impacto Ambiental (EIA), de los cuales ocho son del sector minero y suman US\$ 3,300 millones. En los próximos 24 meses esperan recibir 46 EIA de nuevos proyectos, de los cuales 29 son mineros.

### Media Partner

Por quinto año consecutivo la revista MINERÍA, publicación oficial del IIMP, se constituyó en *media partner* de la International Convention, Trade Show & Investors Exchange de la Prospectors and Developers Association of Canada (PDAC 2018), el encuentro de exploradores más importante del mundo.

En esta ocasión, se preparó una edición bilingüe con información sobre la inversión en exploraciones en Perú durante 2017, una entrevista con el presidente de la PDAC, Gell Mullan y la inauguración del Ciclo de Conferencias de los Jueves Mineros 2018.



INSTITUTO  
DE INGENIEROS  
DE MINAS  
DEL PERÚ

# CURSOS ESPECIALIZADOS

ABRIL DE 2018

## TRIBUTACIÓN MINERA CORPORATIVA

16, 17 Y 18 / De 18:00 a 22:00 hrs.

EXPOSITORA



Mg.  
LUZ  
MARIELA  
CORAHUA  
MUÑANTE

MAYO DE 2018

## ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS EN PROYECTOS MINEROS

04 / De 18:00 a 22:00 Hrs.  
05 / De 09:00 a 18:00 Hrs.

EXPOSITOR



MBA  
ALEJANDRO  
ESPEJO  
FERNÁNDEZ

MAYO DE 2018

## SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL CON VISIÓN AL 2025

17 Y 18 / De 18:00 A 22:00 HRS.

EXPOSITOR



Mg.  
FÉLIX  
GUERRA  
RIVAS

### INFORMES Y SEDE

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú – IIIMP  
Central: (511) 313-4160, Anexo 208 - 218  
Email: promociominera@iimp.org.pe  
Los Canarios 155 – 157, Urb. San César II Etapa,  
La Molina – Lima



Síguenos en: | | |



Peter Anders, Jürgen Kretschmann, Víctor Gobitz, Miguel Cardozo y Thomas Schmitt.

## Con asesoría alemana

# IIMP realizó presentación del proyecto del Museo Nacional de Minería

En el marco de las actividades y coordinaciones conducentes a la creación del Museo Nacional de Minería, el 20 de febrero se realizó la presentación de los avances de este ambicioso proyecto impulsado por el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP) y la Cámara de Comercio e Industria Peruano - Alemana (CCIPA), con la asesoría de la TH Georg Agricola University of Applied Sciences de Bochum, Alemania.

**L**a reunión contó con las ponencias del Dr. Jürgen Kretschmann, presidente de dicha casa de estudios superiores, y el Dr. Miguel Cardozo, segundo vicepresidente del IIMP, quienes expusieron detalles de esta iniciativa cuyo objetivo es mostrar la trayectoria de la minería peruana desde la época precolombina hasta el presente y su proyección hacia un futuro sostenible.

Kretschmann, compartió con los presentes la experiencia de la TH Georg Agricola University of Applied Sciences en la dirección del proyecto del Museo Alemán de Minería, el más grande del mundo en su tipo, el cual administran en la ciudad de Bochum, al norte del país germano.

"La investigación en un museo minero es fundamental para una clara comprensión de los impactos de la industria desde el inicio de los tiempos, hasta el presente y el futuro por venir", afirmó.

Igualmente, mencionó que una constante adquisición de objetos que recuerde el legado y tradición de una industria tan afianzada en Alemania, genera un sentido de identidad en todas las edades y empodera a los ciudadanos a ver la minería de forma más objetiva.

Por su parte, Cardozo mencionó que el proyecto del Museo Nacional de Minería tiene como objetivos establecer un puente de comunicación entre el sector minero y la sociedad civil; promover el

conocimiento de la minería a través de la cultura, educación e investigación; resaltar la importancia histórica, actual y futura de la minería en el desarrollo socio-económico sostenible del Perú y mostrar la historia de la minería nacional a través del tiempo.

Una primera opción a considerar, dijo que era una posible integración con el Museo Nacional de Arqueología, que se construye en Pachacamac y que se vislumbra como uno de los más grandes centros de investigación del Perú y Sudamérica con 75,000 m<sup>2</sup>, que tendrá el sello de Excelencia Internacional ya que formará parte del Consejo Internacional de Museos (ICOM) y tendrá el apoyo de la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (Unops) y de la Unesco en los aspectos museográficos.

Además, agregó que en una segunda etapa se contempla la construcción de un tren que recorrerá un tramo de 5 km hasta una instalación con infraestructura minera de socavón y a tajo abierto, donde los visitantes apreciarían labores de superficie *in situ* y un museo subterráneo, en una mina real.

Para financiar el proyecto, se ha proyectado la creación de un patronato, al igual que el constituido para la edificación del Teatro Nacional, destinar fondos del canon minero de los municipios de Pachacamac, Villa María y Lima, utilizar el mecanismo de obras por impuestos y a través de donaciones de distintas organizaciones benéficas para estos fines.

La jornada contó también con la presencia del Ing. Víctor Gobitz, presidente del IIMP, el Dr. Thomas Schmitt, encargado de Asuntos Económicos y Comerciales de la Embajada de la República Federal de Alemania en Perú, el Dr. Peter Anders y la Dra. Antje Wandelt, presidenta y directora gerente de la Cámara de Comercio e Industria Peruano - Alemana, respectivamente.

Cabe anotar que previo a dicha presentación, el equipo constituido por representantes del IIMP, liderado por el Ing. Raúl Garay, y la delegación alemana se reunieron con la Dra. Denise Pozzi-Escot, directora del Museo de Sitio de Pachacamac, para compartir puntos de vista sobre proyectos futuros en conjunto.

**En Jueves Mineros**

# Contribución de la minería al 2050 y alcances de la ISO 45001



Ing. Óscar Bernuy.

Un revelador estudio del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet) respecto a la estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica acumulada hasta 2050, así como los principales alcances de la ISO 45001, sobre seguridad minera, fueron expuestos en los Jueves Mineros de marzo.

**E**l primer tema fue expuesto por el propio presidente del organismo público técnico descentralizado del sector Energía y Minas, Ing. Óscar Bernuy, con la participación como presidente de mesa del Ing. Luis Rivera, director del IIMP.

El estudio realizado por Ingemmet tiene por objetivo determinar cuánta riqueza se generaría y estaría disponible para el Estado hasta 2050 si se aprovecha el potencial minero existente en el país. Además, sobre esa base, dar a conocer y lograr que los peruanos interioricen la gran oportunidad que significa la minería para el desarrollo.

La estimación se basa en la información disponible de las actuales operacio-

nes, proyectos en cartera y con potencial geológico, solo hasta 2050, sin embargo, se conoce que existen aún más recursos por descubrir.

Se tienen dos ensayos: uno efectuado en la década del 70' por Minero Perú S.A., "Potencial de recursos minerales del Perú", presentado en el marco de VIII Congreso Mundial de Minería, y otro desarrollado el 2014 por el Ingemmet, "Manual de evaluación de recursos y potencial minero", como herramienta para realizar una Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) que pondere adecuadamente nuestra riqueza mineral.

Asimismo, en 2008 el Servicio Geológico de Estados Unidos de Norteamérica (USGS), elaboró un informe sobre el potencial de cobre en América Latina y es-

tableció que aún existían 750 millones de toneladas de metal rojo fino por descubrir, de las cuales 83 millones se encontrarían en el territorio peruano. En la investigación del Ingemmet se rebasa largamente esa estimación y se proyecta un potencial de 228 millones de TMF.

El estudio del organismo descentralizado del sector Energía y Minas, calcula que de ponerse en valor el potencial minero, el Estado recaudaría hasta 2050 un total de US 758 mil millones.

Esta proyección posibilita la creación de un mapa de la riqueza, en el que destacan Apurímac y Cajamarca que podrían generar ingresos por US\$ 99 mil millones y US\$ 98 mil millones, respectivamente. De la misma forma, Áncash (US\$ 90 mil millones), Arequipa (US\$ 76 mil millones), Moquegua (US\$ 67 mil millones), Lima (US\$ 50 mil millones) y Cusco (US\$ 46 mil millones), entre otras.

Lo que es preocupante es la situación de Huancavelica (US\$ 9 mil millones) y Ayacucho (US\$ 10 mil millones), que muestran un potencial venido a menos pese ser históricamente ricos en minerales. Lo mismo ocurre con Huánuco (US\$ 3 mil millones), sin embargo, ello no imposibilita que se pueda encontrar más recursos en el futuro.

Cuando se contrasta el mapa de la pobreza del Perú con el elaborado por Ingemmet, se tiene que Cajamarca muestra el más alto índice de pobreza pero cuenta con un gran potencial minero. Por su parte, Huancavelica tiene niveles elevados de pobreza y baja oportunidad de generar ingresos.

El ideal lo constituye Arequipa que cuenta con bajos índices de pobreza y un alto potencial proveniente de la actividad minera, algo similar ocurre con Lima y Moquegua. En el caso de Apurímac, tiene un nivel considerable de pobreza pero grandes posibilidades de producir ingresos.

Madre de Dios, muestra un bajo porcentaje de pobreza y también un menor potencial, lo que lleva a reflexionar que es necesario mantener la producción minera actual pero con métodos sustentables para evitar la afectación del medio ambiente.

En los ingresos proyectados por el Ingemmet a favor del Estado hacia el 2050,

destacan los generados por los prospectos potenciales (40%), operaciones mineras (24%), proyectos en cartera (17%), exploraciones con EIA-sd (11%) y con recursos inferidos (8%).

En cuanto al metal con mayor aporte, el futuro de la minería está fuertemente ligado a la producción de cobre (69%), seguida por el oro (10%), hierro (6%), zinc (6%), plata (5%), molibdeno (2%), plomo (1%) y otros (1%).

Este estudio también muestra la distribución espacial de las operaciones mineras en el Perú desde 1960 hasta la actualidad, lo que revela la gran evolución registrada especialmente en el periodo 1990 a 2017 en el sur y norte del país.

Con relación a los proyectos, la comparación temporal muestra que prospectos descubiertos en la década del 60' como Michiquillay, Rondoni, San Gregorio, Corani, Quechua y Berenguela, hasta la fecha no son explotados.

A ellos se suman Cañariaco, Tambo-grande, La Granja, Cotabambas, Corocohuayco, Macusani y Quellaveco, identificados hacia 1980 y que tampoco inician operaciones hasta la actualidad.

Para 2017, se cuenta con más de 400 proyectos en cartera, con EIA-sd y potenciales, los que han sido contemplados para los estimados del Ingemmet.

## Metodología

Para el estudio del organismo descentralizado del sector Energía y Minas, se han elaborado cinco matrices, con una proyección hacia el 2050:

- Minas en operación, con información oficial de las empresas de recursos y reservas, siendo lo más importante las reservas con estimación económica.
- Proyectos mineros en cartera, con información extraída de las memorias de las compañías.
- Recursos mineros inferidos, con información oficial de las empresas.
- Proyectos de exploración con estudios ambientales semidetallados, con data del Ministerio de Energía y Minas.
- Potencial minero, en base a la información del Ingemmet que se actualiza año a año.

Para las cinco matrices se elaboró un esquema similar con categorías como:



En un escenario conservador el aporte minero sería de US\$ 547 mil millones.

mina, metal, región (georreferenciada), reservas, producción anual (con las dos últimas se estima la vida útil), producción fina acumulada al 2050, unidad, precio (a noviembre de 2017), ventas brutas acumuladas en dólares al 2050, valor neto acumulado (deduce el 15% de maquila) y el beneficio para el Perú, de acuerdo a la metodología propuesta por el Instituto Peruano de Economía (28% del VNA).

En total las matrices desarrolladas incluyeron: 83 minas, 40 proyectos, 73 operaciones y proyectos con recursos inferidos, 128 proyectos con EIA-sd y 238 prospectos con potencial minero.

De los 670 estudios ambientales semidetallados presentados desde el 2000, se han seleccionado los que están en los alrededores de las operaciones, y los nuevos, como por ejemplo, una zona de 523 plataformas en Áncash, otra en Cusco, cerca de Antapaccay, con 258 plataformas, y en Lima de 96 mil hectáreas (ha) y 35 plataformas en un yacimiento de cobre de talla mundial. Sobre esa base se hizo la inferencia de recursos pero en forma conservadora.

Para la determinación de los 238 prospectos potenciales, se utilizó varios criterios, como la cercanía a operaciones, que sean petitorios mineros vigentes, cantidad de hectáreas y posibles reservas, ubicadas en regiones como Moquegua, Apurímac, Cajamarca, Piura y Tacna, entre otras.

También se tomó en cuenta la distribución de los yacimientos en el tiempo geológico, siendo los seleccionados en su mayoría los originados en el cenozoico.

Del mismo modo, se priorizó las concesiones vigentes con penalidad, que ascienden a 5.5 millones de hectáreas, de un total de 18.3 millones, en la medida que lo más probable es que tengan potencial por explotar. En este rubro, además se incluyó a las concesiones rematadas, dado que si han generado el interés de compradores, es que tienen grandes posibilidades de convertirse en minas.

Para calcular los resultados en un escenario conservador, se castigó a cada fase con un porcentaje en prevención de la posibilidad que se presente hasta 2050 una caída con relación a los precios de 2017 u ocurra fenómenos climáticos como El Niño.

De esta forma, se tomó como base el 95% del valor neto de ventas para el caso de las minas en operación, 90% para los proyectos en cartera, 80% con recursos inferidos, 70% para proyectos en exploración con EIA-sd y 50% para los prospectos potenciales.

Con este reajuste, se tiene que el aporte minero al Estado hasta el 2050 en un escenario conservador sería de US\$ 547 mil millones, con una distribución a nivel de regiones similar al primer caso, así como en la contribución por metal que sigue liderada con amplio margen por el cobre.

La principal variación en este segundo escenario, se presenta en el potencial aporte por etapa: minas en operaciones 31%, proyectos en cartera 22%, recursos inferidos 9%, con EIA-sd 10% y potenciales 28%.

Sobre la base de estos cálculos y siendo la producción cuprífera la más relevante

**En Southern Peru  
seguimos apostando y  
trabajando por el  
desarrollo del país por  
que creemos en su  
gente**



vante, en el ranking de proyectos y operaciones con mayor contribución destaca La Granja (Cajamarca) con 24,470 millones, Antamina (Áncash) con 21,700 millones, Cerro Verde (Arequipa) con 20,500 millones, Las Bambas (Apurímac) con 18,300 millones y Quellaveco (Moquegua) con 15,800 millones.

## Conclusiones

1. Es necesario sensibilizar a toda la nación a través de una campaña a nivel nacional en el sentido que podemos capitalizar al país, a partir de la minería, si somos capaces de poner en marcha nuestro potencial minero.
2. Se requiere actualizar la currícula de estudios del sistema de la educación peruana para tener un equilibrio entre el cuidado y aprovechamiento de los recursos naturales.
3. En el plano ambiental es preciso:
  - a. Difundir que la disturbación superficial de las operaciones mineras formales actuales es del orden solo de 59,400 ha, es decir, el 0.046% del territorio nacional.
  - b. No deben crearse zonas protegidas intangibles en áreas con potencial minero, como podría ocurrir en el caso de las denominadas cabeceras de cuenca.
  - c. Difundir que según otro estudio del Ingemmet, el 80% de las operaciones mineras actuales, 81% de los proyectos en cartera y 74% de los proyectos en exploración avanzada y áreas potenciales mineras, están por encima de la cota 3,000.
4. Identificar y delimitar con el criterio antropológico más riguroso posible las comunidades indígenas originarias para que la consulta previa no se constituya en una traba para la actividad minera.
5. Plantear como objetivo nacional la capitalización del país a través del desarrollo minero.

## ISO 45001

El 8 de marzo, el Ing. Alfredo Alfaro, presidente del Consejo Directivo de Copersa Ingeniería, ofreció la conferencia "Prevención de accidentes... rumbo al ISO 45001. El hombre... antes que los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional", teniendo como presidente de mesa Al Ing. Roberto Maldonado Astorga, director del IIIMP.

Previo al inicio, en representación del Consejo Directivo del Instituto, el ingeniero Maldonado expresó su saludo en el Día Internacional de la Mujer. Además, se presentó un video de la ONU, donde se destaca que lo más importante para alcanzar la igualdad de género es empoderar a la mujer en todos los ámbitos. En ese sentido, esta organización muestra los avances realizados en la alta dirección para alcanzar ese objetivo e informa que próximamente lo harán con sus representantes a nivel mundial.

Luego de ello, el conferencista indicó que la presentación sobre la ISO 45001, ha sido realizada por un equipo integrado por: Kathy Alfaro, gerente corporativo de SSO del Lincoln Electric Corporation (Cleveland, EE.UU.); Kathleen Mezio, profesor principal de la Universidad de Marshall (EE.UU.), y Oda Cevallos, Mariella Ángeles y Juan López, coordinadores de Ingeniería Social, Medio Ambiente y de Prevención de Pérdidas de Copersa Ingeniería, respectivamente.

También se agradeció al U.S. Department of Labor of Mine And Safety Health Administration (MSHA) y a la Marshall University.

La ISO 45001 apunta a la prevención en seguridad, teniendo como premisa "El hombre... antes que los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional". En ese sentido, destaca la necesidad que los trabajadores se empoderen en el tema, lo interioricen y apliquen en sus labores diarias.

Esta norma del International Organization for Standardization formará parte del grupo ISO con la finalidad de estandarizar internacionalmente el cuidado de la vida y salud del factor humano de la actividad industrial en general.

Oficialmente fue publicada el 12 de marzo, y a partir de esa fecha las empresas tendrán un periodo máximo de tres años para su implementación, es decir, a partir del tercer mes de 2021 la OHSAS 18001 dejará de ser válida.

La ISO 45001, igualmente persigue el cuidado de la vida y salud del factor humano, y fundamentalmente la mejora continua dentro de la empresa y el empoderamiento de los trabajadores como parte de

los objetivos estratégicos de la organización. Será aplicada en diversos países de acuerdo a sus necesidades particulares a diferencia de la OHSAS 18001.

Desde el 2000, se han implementado varias oleadas de sistemas de gestión, referidos a este delicado tema: IS-TEC, NOSA, PROPIOS y OHSAS 18001. Como resultado, en muchos casos, existen regímenes híbridos voluminosos y paquidérmicos.

De esta forma, los programas de seguridad van generalmente dirigidos a lo que el factor humano debe de cumplir, llámeselos PTS, normas, reglamentos, etc., pero no existe un proceso cognitivo con la finalidad que el trabajador tenga pasión por todo lo que hace.

La ISO 45001, adoptará una nueva estructura de alto nivel que es común a este tipo de normas, sin embargo, tiene 10 cláusulas y 10 anexos, en donde cada elemento sirve como guía para su implementación a diferencia de la norma vigente.

En cuanto a la organización, es un concepto nuevo en comparación con la OHSAS 18001. Esta cláusula da más importancia a los trabajadores dado que exigirá que la empresa considere todos los problemas internos y externos de estos y las partes interesadas, también sus necesidades y expectativas.

El título de la cláusula 5 es sobre el liderazgo y la participación de los trabajadores, a diferencia del estándar vigente, donde solo se trata del liderazgo. La idea es que la distancia de la alta dirección con los trabajadores se acorte y todo fluya de manera efectiva.

Sin embargo, esta no es la única novedad en comparación con la OHSAS 18001, además de ser mencionado en la política de gestión de seguridad y salud ocupacional, y definidos los roles y responsabilidades, la cláusula 5 incluye la participación y la consulta.

Por otro lado, la planificación ahora involucra los riesgos y las oportunidades de mejora (ventana inteligente, buscar dentro del sistema que posibilidad existe en cada continente, empresa y país), con respecto al sistema de gestión de seguridad y salud en la organización.



Ingenieros Alfredo Alfaro y Roberto Maldonado.

En comparación con la OHSAS 18001, los requisitos para la identificación de peligros y evaluación de riesgos, están más definidos, con un enfoque proactivo para esta caracterización.

Cuando trata sobre riesgos y oportunidades, con respecto al sistema de gestión, hay dos subcláusulas separadas que proporcionan más detalles sobre qué riesgos y oportunidades deben abordarse y se despejan las ambigüedades que surgen de la misma cláusula en la ISO 9001 e ISO 14001.

El contenido de la cláusula 7 abarca todos los recursos necesarios para la aplicación eficaz del sistema de gestión. Este enfoque es mejor que el de la OHSAS 18001, porque todos los recursos están bajo una misma disposición.

En general, en este punto no hay nuevos requisitos significativos, a excepción del que exige información documentada en lugar de documentos y registros.

Con relación a la operación, el ISO 45001 incluye todos los controles y procesos operativos, considerando los planes de respuesta ante emergencias. La OHSAS en este aspecto no tocaba el tema.

Asimismo, la nueva norma incluye en forma tajante a los contratistas o subcontratados en vista de que la tendencia mundial es incorporarlos en este sistema. Todos tratados de la misma manera.

De otra parte, esta ISO establece el monitoreo y la medición del desempeño de seguridad y salud ocupacional, la

evaluación de las obligaciones de cumplimiento, la auditoría interna y la revisión de la administración, cubriendo más que la cláusula 4.5 de la OHSAS 18001.

Lo que concierne a la mejora, es el título de la última cláusula del estándar y el de mayor aporte. Los incidentes son ahora parte de la misma subcláusula que las no conformidades y sus acciones correctivas.

La siguiente subcláusula es la mejora continua, que incluye algunos cambios en términos de estructura: se divide en dos partes, la primera define los objetivos de esta mejora, mientras que la segunda conceptualiza el proceso.

En Perú hay que tratar en forma diferente a cada grupo humano de acuerdo a su procedencia, ergonomía social, conocer a los trabajadores y adecuarnos a sus costumbres.

Como aporte, es de resaltar hacia donde se dirige esta norma, especialmente porque al parecer las personas que trabajaron en el texto final, se tomaron el tiempo para aprender de la experiencia de desarrollar las versiones de ISO 9001 e ISO 14001. Además destaca la inclusión de nuevos aspectos como:

- Organización: considera problemas internos, externos, expectativas y necesidades de los trabajadores.
- Liderazgo y participación de los colaboradores.
- Mejora de comunicación (de acuerdo a los orígenes).
- Toman a los contratistas como parte de la unidad del sistema de gestión.
- Planificación (evaluación de riesgos y oportunidades del sistema de gestión).

Otro aspecto favorable es que cuenta con un anexo separado para cada cláusula con información adicional para su implementación, lo que definitivamente será útil para todos los usuarios de la norma, y los requisitos están claramente definidos para su fiel cumplimiento.

De lo mostrado en el borrador, se advierte que facilita la integración con otros estándares y disminuye los requisitos de documentación. Ayuda también a la mejora continua, especialmente en países como el nuestro, con cultura propia. Los dos ISO seguridad y operaciones se van acercando y en el futuro se pueden fusionar, el gerente de operaciones aparecerá como responsable de la seguridad y productividad.

### Recomendaciones

En vista que esta norma empodera al factor humano, tomándole mayor atención e importancia a sus problemas, expectativas y haciéndole partícipe en el liderazgo y gestión a través de encuestas, se recomienda el empoderamiento del trabajador con pasión.

Sería conveniente ofrecer una capacitación real, para desarrollar su pasión por el trabajo y la seguridad, y despertarles el sentido de autoprotección, que no está en la norma.

Además, es preciso mejorar la comunicación efectiva entre los trabajadores y la empresa, y los colaboradores entre sí.

Debe aprovecharse esta norma para acercar significativamente la seguridad a las operaciones, para obtener de ellos un desarrollo biunívoco, para arribar a resultados concretos en la seguridad y la producción.

Otro aspecto a tener en cuenta es la diversidad de género, para lo que se requiere atraer a las damas. De acuerdo con un reciente estudio, el hombre promedio usa alrededor de 7,000 palabras por día, mientras que la mujer promedio utiliza 20,000, lo que es fundamental para la comunicación.

También es preciso atender a la diversidad generacional. Con sus diferentes estilos, hay que aprovechar la experiencia de los antiguos, y de los modernos el gran manejo de la tecnología, trabajando conectados siempre.



Representantes de la seccional de Moquegua con el Ing. Pedro Cárdenas, director del Instituto.

## Nuevas seccionales del IIMP en Tacna y Moquegua

Con el objeto de continuar con el desarrollo de actividades técnicas y sociales descentralizadas, el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP) inauguró las seccionales de Tacna y Moquegua, con un anexo en la ciudad de Ilo, integradas por profesionales de empresas mineras, instituciones públicas, docentes de universidades, estudiantes de ingeniería de minas y como colaboradores miembros del Cole-

gio de Ingenieros de cada departamento y funcionarios del gobierno regional.

El propósito de la participación de estos últimos, es que la gestión y comunicación de la actividad minera tenga un carácter integrador con otras actividades productivas.

Las directivas de estas sedes descentralizadas ejecutarán un plan de trabajo

aprobado por el Consejo Directivo del IIMP y sus actividades, en el ámbito regional, consistirán principalmente en capacitaciones, Jueves Mineros y visitas técnicas, entre otros, en donde se discutirán proyectos de desarrollo sostenible como uno de los ejes fundamentales de la minería.

La directiva de la seccional Moquegua e Ilo quedó conformada por: Ing. Edgar Peña Valenzuela (Coordinador), Ing. César Augusto Villa Alagón (Secretario), Ing. Ricardo Puerta Villagaray (Tesorero) y como vocales Ing. Agapito Flores Justo, Ing. Ernesto Laricano Flores, Lic. José Quintana Quispe, Ing. Javier Peñaloza Arana, Ing. Javier Salazar Muñoz, Ing. Arquímedes Vargas Luque e Ing. Marcos Quispe Pérez.

Como colaboradores se cuenta con los estudiantes de la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM): Elvis Chuquihuanca Misme, Isaac Aldair Viza Huisa, Juan Benicio Salas Cutipa, Ademar Catacora Ortiz y Daniel Edson Colque Calizaya.

Por su parte, la directiva de la seccional Tacna la integran: Ing. Julio Miguel Fernández Prado (Coordinador) y los profesionales Edgar Taya Osorio, Justa Machaca Mamani, Kenny Abelardo Ramos Quispe y Alex Michel Miranda Choque. Como colaboradores se contará con el apoyo de cinco alumnos de ingeniería de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

## Jueves Mineros Descentralizados en Cajamarca

En lo que se constituyó en el primer Jueves Minero Descentralizado, organizado por una seccional del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP), en Cajamarca el 8 de febrero se ofreció la conferencia "Tratamiento y recuperación del oro contenido en los desechos de la minería", que estuvo a cargo del director de Goldplat plc., Dr. Robert Smith.

En el auditorio de la Universidad Privada del Norte, sostuvo que entre los desechos que contienen residuos

de oro se puede mencionar a los finos de carbón, algunos trozos de madera, escorias de fundición, revestimientos de los molinos, tinas de los concentrados gravimétricos y cátodos, entre otros.

Igualmente, se tiene a los relaves de baja ley, siendo posible la recuperación del metal precioso de las pérdidas en general.

En ese marco, afirmó que Goldplat es una empresa que desarrolla sus procesos

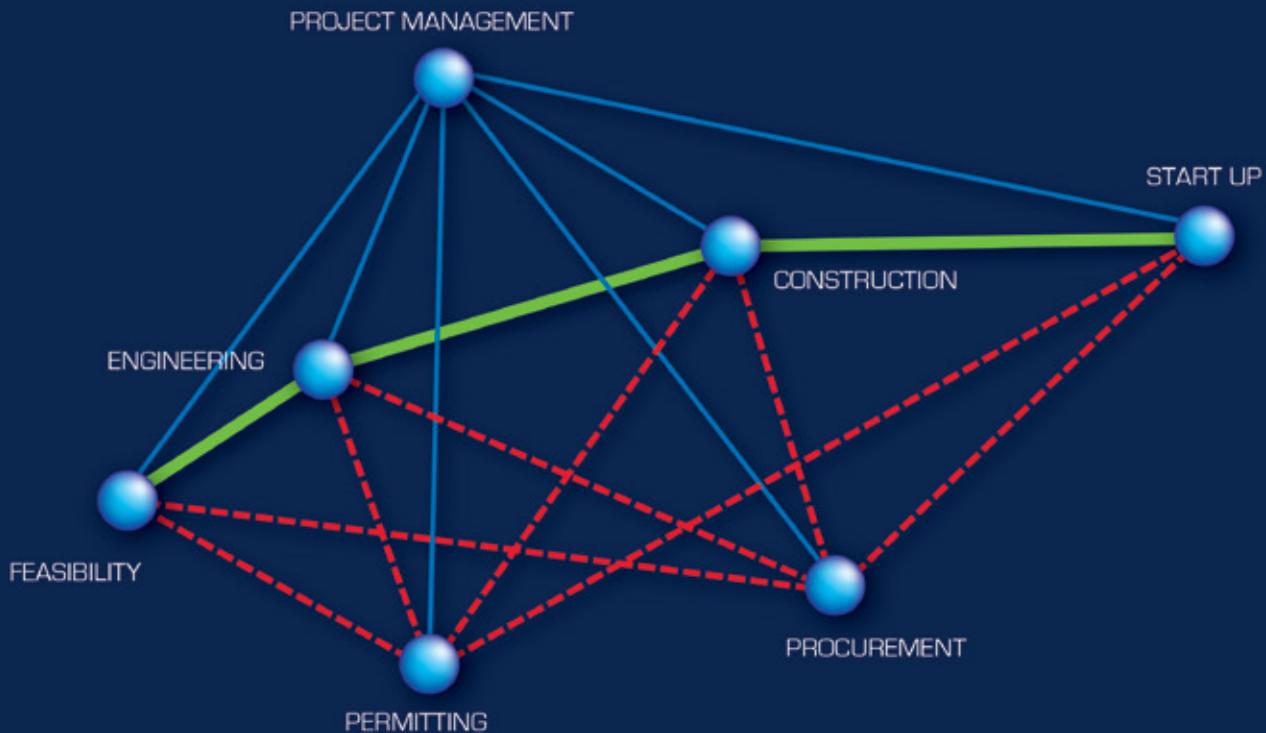


Dr. Robert Smith.

de conformidad con el London Bullion Market Association's Responsible Gold Guidance – LBMA RGG, y es signataria de la Convención de Minamata sobre el uso adecuado del mercurio.

**PROBLEMS WITH THE CAPEX  
AND EXECUTION TIME  
OF YOUR PROJECTS?**

**CONSULT WITH EPCM EXPERTS  
AND REDUCE UP TO 20% OF YOUR  
CAPEX AND EXECUTION TIME**



**"EXPERTS AT CONNECTING PROJECT DOTS"**



Lima:  
Av. Manuel Olguín 211 Ofic. 1004.  
Edificio Omega  
Surco, Lima.  
Telf: (+51) 1 681-8406 / Cel: 958 532 432

Arequipa:  
Calle San Agustín Mz. A Lote 4,  
Asoc. Santa María, Distrito de Cerro Colorado,  
Arequipa  
Telf: (+54) 344862



Massachusetts:  
One Broadway, 14th Floor,  
Cambridge, MA 02142.  
Telf: (+1) 617417 7806

# Óscar Felipe Silva Campos

## Investigación para el desarrollo de la minería con valor agregado

Entre los ingenieros metalurgistas que con sus investigaciones aportan al desarrollo de la minería peruana con valor agregado, destaca don Óscar Felipe Silva Campos, Minero Notable que sobre la base de una sólida formación en el ámbito nacional e internacional, ha realizado una serie de estudios de aplicación práctica y ha ganado el Premio Nacional de Minería de 2009 que otorga el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP) en el marco de PERUMIN – Convención Minera.

**N**acido el 19 de septiembre en la Provincia Constitucional del Callao, realizó sus estudios de primaria y secundaria en el prestigioso colegio La Salle, centro educativo particular fundado en 1926 por la congregación de los hermanos de las Escuelas Cristianas.

Motivado por su predisposición hacia la investigación, ingresó a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), donde cursó estudios de metalurgia en el programa académico de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, de donde egresó en 1974 con el grado de bachiller con la tesis "Proyección de ánodos de plomo para la electrodeposición de zinc".

Durante sus años de estudiante universitario llevó a cabo prácticas pre-profesio-

nales en la planta de hidrometalurgia de cobre de la minera Mauricio Hochschild & Cía. y, posteriormente, en las empresas estatales Siderperú y Centromin Perú. En la primera laboró en el departamento de Control de Calidad en Chimbote y, en la segunda, en el departamento de Investigación en La Oroya.

También ha realizado estudios de posgrado en el Institute National Polytechnique de Grenoble en Francia, donde obtuvo un máster con mención en Metalurgia en 1977. Un año después, la Université Paris Sud le otorgó un diploma por su preparación en Ciencias y Técnicas de Materiales, y efectuó cursos de especialización en el International Centre for Theoretical Physics de Trieste (Italia). En 1988, esta preparación de nivel internacional fue reconocida como equivalente al Magíster en Ingeniería Metalúrgica de la UNI.

En la actualidad, este ilustre profesional es candidato al doctorado de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Entre sus más destacadas investigaciones tenemos a la "Contribución al estudio del diagrama ternario de fases: Fe - Co - Cr", "El problema del conformado del titanio no aleado, estudio de estructuras consolidadas y recristalizadas" e "Influencia de un ligero conformado sobre las características mecánicas de chapas de aluminio".

Del mismo modo, "Solid State Phase Equilibrium in the Temary Fe - Co - Cr System: Experimental Determination of Isothermal Section in the Temperature Range 800 - 1300 °C", publicado en la revista indexada Journal of Less Common Metals, y "Aplicación de los modelos cinéticos a la lixiviación de minerales oxidados de cobre en columnas", en la revista Minas de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (FIGMM) de la UNI.

En Francia se desempeñó en el Laboratoire de Thermodynamique et Physico-Chemie Metallurgique como investigador en la sección de Elaboración Grenoble; igualmente en Ugine Aciers, donde integró el grupo de Ti-Zr, y en la empresa Aluminium Pechiney, en la que conformó el grupo de investigaciones estructurales en aluminio y sus aleaciones.

A su retorno al Perú, ingresó como ingeniero asistente y jefe del proyecto II del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), asimismo dirigió el proyecto andino de desarrollo tecnológico de cobre de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

Igualmente, en la refinería de zinc de Minero Perú fue jefe del departamento de Control de Calidad de la Planta de Tostación - Ácido, donde realizó entre otros, estudios de la corrosión de cátodos de zinc, recuperación de cobalto y sobre el consumo unitario de corriente en plantas de electrólisis.

Tiempo después, en Newmont Peru Ltd. fue consultor metalúrgico, responsable del montaje y preoperación de la planta piloto de cianuración de una pila de lixiviación de 10,000 TM en Carrachugo (Cajamarca), desde octubre de 1990 a abril de 1991.

En 1994, realizó el estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de cianuración en Mollehuaca (Arequipa), para la Compañía Minera Mollehuaca.

Posteriormente, fue consultor metalúrgico de S.G.S., a cargo de la fiscalización de los estudios de impacto ambiental (EIA) y los programas de adecuación y manejo ambiental (PAMA) de las minas Arcata, Caylloma, y los proyectos Ares, Raúl y Huarón.

Para la Corporación Financiera de Desarrollo (Cofide), realizó el análisis técnico-económico de las inversiones en Siderperú, incluidos los estudios para la protección del medio ambiente, y para el Ministerio de Energía y Minas realizó un inventario de unidades mineras inactivas del departamento de Apurímac.

En 2000, fue coautor del libro *El carbón en el Perú*, editado para el Ingemmet.

Como parte de su vasta trayectoria, también elaboró un informe técnico sobre el yacimiento de fosfatos de Bayóvar, y ofreció el curso: Termodinámica y cinética en la hidrometalurgia del oro, dictado a ingenieros y supervisores del Consorcio Minero Horizonte y Compañía Minera Barrick Misquichilca (mina Pierina).

Desde 1985 se desempeña como profesor principal de ante y posgrado en la UNI, donde fue decano de la FIGMM, coordinador académico de Metalurgia Extractiva y director del Instituto de Investigación de la referida facultad. Actualmente, está encargado de la Oficina Central de Cooperación Internacional y Convenios.

Además, es profesor visitante en la sección de posgrado de Metalurgia en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa teniendo a su cargo el dictado del curso Cinética metalúrgica, y profesor contratado del departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), en el diplomado de Geometalurgia.

## Premiaciones

Entre sus más destacados logros profesionales, figura haber ocupado el primer puesto del Congreso Nacional de Minería, con el trabajo: "Isotermas de sorción y modelo cinético aplicado a la recuperación de oro con carbón activado", en el marco del séptimo Conamin, organizado en agosto de 2008 por el Capítulo de Ingeniería de Minas del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, en Trujillo.

Igualmente, en septiembre de 2009, en PERUMIN - 29 Convención Minera, este ilustre ingeniero obtuvo el Premio Nacional de Minería que cada dos años otorga el IIMP, con el trabajo de investigación titulado "Aplicación de la geoquímica ambiental

al estudio de eliminación del selenio en efluentes de mina", que realizó de manera conjunta con el Ing. Atilio Mendoza, director en ese entonces del Instituto de Minería y Medio Ambiente de la FIGMM.

En esa oportunidad, don Óscar señaló que la UNI, con el referido estudio, aporta a las empresas mineras soluciones a problemas ambientales no convencionales, como es el caso de los drenajes neutros a básicos con presencia de contaminantes en forma de oxianiones, habiéndose detectado en el Perú oxianiones de arsénico, selenio y molibdeno.

Sus últimos trabajos de investigación son: "El drenaje de metales pesados de residuos de minería como un indicador de sostenibilidad de un proyecto minero", presentado en el World Forum of Universities of Resources on Sustainability (WFURS), realizado en Trondheim (Noruega) los días 12 y 13 noviembre de 2013, en la Universidad Noruega de Ciencias y Tecnología.

"Precipitación del cobre a partir de soluciones ácidas con distintos contenidos de oro. Proceso SART", expuesto en PERUMIN - 32 Convención Minera, desarrollada del 21 al 25 septiembre de 2015, en Arequipa.

"Minería y sostenibilidad: el caso del Perú", presentado ante el World Forum of Universities of Resources on Sustainability (WFURS), realizado en San Petersburgo (Rusia) del 28 de septiembre al 1 de octubre de 2016, en la Universidad de Minas de San Petersburgo de la Federación Rusa.

En la actualidad, este Minero Notable continúa con su inagotable contribución para el desarrollo de la minería peruana con valor agregado, siendo muestra tangible que pese a las dificultades y escaso financiamiento se puede hacer investigación aplicada e innovación como base del avance de la principal actividad productiva y el país en su conjunto.



Constituye el relanzamiento de la minería en Cajamarca.

## A favor de Southern Peru

# Exitosa adjudicación de Michiquillay marca un hito para la minería peruana

El 20 de febrero con la adjudicación del proyecto Michiquillay a favor Southern Peru por US\$ 400 millones y 3% de regalías, se marcó un hito para la minería peruana que podría ser el inicio del relanzamiento del sector y la oportunidad para la región Cajamarca de mejorar sus índices de crecimiento económico y desarrollo humano.

**A**l respecto la exministra de Energía y Minas, Angela Grossheim Barrientos, afirmó que este exitoso proceso vuelve a fortalecer la inversión minera en el país.

Destacó que esta adjudicación se enmarca en un conjunto de objetivos y tareas planteados por el gobierno al 2021. "Uno de los cuales es lograr más inversión en todas las etapas de la actividad minera y simplificar y agilizar los procedimientos", puntualizó.

Michiquillay, agregó, es uno de los muchos proyectos de la cartera actual con planes de activar mayores inversiones este

año y que nos permitirá continuar por la senda del desarrollo.

Tras felicitar a Southern Peru, indicó que la empresa, el Estado y las comunidades comparten una misma visión: el sacar adelante esta importante iniciativa. "Siempre en el marco de una minería moderna, con los más altos estándares ambientales y sociales, y en beneficio de todos los peruanos", remarcó.

En otro momento, Grossheim recordó que las políticas del gobierno apuntan a cerrar las brechas de desigualdad en el Perú, desarrollando una minería moderna, para lo que es fundamental continuar impulsando proyectos como Michiquillay,

"que traigan beneficios económicos y sociales al país".

## Potencial

Por su parte, el presidente del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP), Ing. Víctor Gobitz, señaló que Cajamarca tiene potencial para aportar un millón de toneladas más de cobre al año, a la producción actual del país.

"La región en conjunto incluyendo Michiquillay tiene la capacidad de producir no menos de un millón de toneladas de cobre anuales, lo cual es importante para un país como el nuestro que ya está en 2.5 millones de toneladas", declaró a la Agencia Andina.

Asimismo, indicó que en Cajamarca hay por lo menos cuatro proyectos de gran dimensión de cobre. "Está Michiquillay, Galeno, La Granja y Conga. Entonces esta adjudicación es un punto de inflexión, una inversión importante que permitiría desarrollar la industria de cobre en esta zona, con lo cual no solo traería más empleo, sino más impuesto a la Renta y canon minero", dijo.

Del mismo modo, destacó que la adjudicación de Michiquillay también representa una "señal de optimismo en la industria minera", la cual se caracteriza por tener una mirada de largo plazo en la inversión, que impactará en el desarrollo no solo de esa región sino del norte del país.

"La industria minera del cobre requiere una infraestructura importante en energía, y también necesita de una logística y buenas carreteras y puertos; entonces el resultado de la inversión minera es que tendrá un impacto positivo en toda la región norte, no solo en Cajamarca", enfatizó.

## El proceso

Southern Peru, controlada por el Grupo México, obtuvo la subasta con una oferta por precio de transferencia de unos US\$ 400 millones, y una regalía de 3% por el valor de los minerales extraídos, según información de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (Proinversión).

En la fase de precalificación de proyectos, 10 empresas hicieron llegar sus propuestas. Entre las participantes se encontraban la china Wanbao Mining Limited, y las sucursales de las mineras Rio Tinto y las peruanas Compañía de Minas

Buenaventura y Hudbay Perú. Sin embargo, finalmente estas no presentaron ofertas en la subasta.

La que estuvo en la pugna con Southern fue Nexa Resources –antes Compañía Minera Milpo– que ofreció US\$ 250 millones y 1.875% de regalías.

Tras la adjudicación del proyecto, las acciones de Southern Copper, subieron en la bolsa de Lima un 0.59%, alcanzando un precio de US\$ 50.9.

Durante 2014, Michiquillay fue devuelto al Estado peruano, por parte de la minera británica Anglo American. Esto se debió a ajustes que realizó la empresa respecto de sus inversiones. De acuerdo a cálculos preliminares, el yacimiento podría producir unas 250 mil toneladas de cobre por año.

La licitación es parte de una cartera de proyectos que maneja el gobierno peruano, equivalentes a US\$ 50 mil millones, que buscan compensar la caída en las inversiones tras el escándalo de corrupción vinculado a Odebrecht.

Para el presidente de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (Snmpe), Luis Marchese, la exitosa licitación de este proyecto cuprífero es una señal inequívoca de confianza de parte de los inversionistas en el Perú.

## Oportunidad

La comunidad de Michiquillay, ubicada en el distrito cajamarquino de La En-

cañada, recibió con gran satisfacción la reciente adjudicación del proyecto minero a Southern Peru, porque representa una gran esperanza laboral para los jóvenes de la comunidad.

Así lo afirmó Jesús Díaz Casahuanán, presidente de la comunidad, quien declaró a la Agencia Andina que unos 800 jóvenes de Michiquillay esperan una oportunidad laboral en el proyecto, principalmente para aquellos beneficiados con estudios superiores a través del Fondo Social Michiquillay (FSM).

"Muchos estudiantes recibieron apoyo del fondo social para continuar estudios profesionales en diversas universidades, y próximamente se distribuirán paquetes escolares", aseveró.

Sostuvo que está convencido que la educación es pilar fundamental para el desarrollo de los pueblos, por ello es importante orientar los recursos del fondo social a este sector, "pero también se dará prioridad al tema de salud porque queremos mejor calidad de vida para nuestros niños, para nuestros ancianos", indicó.

Díaz manifestó que si bien el proyecto minero representa una esperanza de desarrollo para las comunidades, con la ejecución de obras sostenibles y de impacto para Cajamarca, de ninguna manera abandonarán sus actividades en el campo con la agricultura y ganadería.

Respecto a la oposición del ex gobernador Gregorio Santos y algunos dirigen-

tes ronderos, el presidente de Michiquillay aseguró que no permitirán la intrusión de políticos y falsos ambientalistas que pretenden frenar el proyecto minero y el desarrollo de Cajamarca.

Recordó que apoyó la campaña de Santos, pero que en su gestión nunca hizo nada por mejorar la agricultura y ganadería. "Estamos cansados de que venga a mentir a la gente, antes venía con el cuento de la defensa del agua, ahora quiere cambiar la constitución, quiere revivir políticamente oponiéndose a Michiquillay, y eso no lo vamos a permitir", acotó.

No obstante, aclaró que la comunidad será vigilante del tema social y ambiental. "Vamos a pedir a la empresa minera que cumpla los compromisos del contrato firmado con el Estado, seguro se presentarán inconvenientes, pero de nuestra parte habrá disponibilidad al diálogo para solucionar los problemas", puntualizó.

Finalmente, mostró su anhelo en que el proyecto minero Michiquillay sea un modelo de desarrollo para Cajamarca y el país, y cuando se active la mina haya una buena convivencia con la agricultura y ganadería.

## Más proyectos

Luego de este exitoso proceso, el director ejecutivo de ProlInversión, Alberto Ñecco anunció el concurso público internacional de los proyectos mineros Colca y Jalaoca (Apurímac).

Explicó que estas iniciativas –de áreas de no admisión de petitorios mineros–, son depósitos polimetálicos con preponderancia de cobre, formaron parte en su momento de zonas reservadas por el Estado a lo largo del territorio peruano para búsqueda de potencial geológico.

"El Estado tiene un buen número de estas zonas reservadas a lo largo del país, con lo que a medida que se avance y se encuentran lugares interesantes se pasa a la promoción", detalló.

Además, sostuvo la adjudicación de Michiquillay, y el lanzamiento de Colca y Jalaoca, son muy importantes porque luego vendrán más proyectos, a través de la considerable cartera que se tiene para desarrollar.

*Es una oportunidad de empleo para jóvenes capacitados.*





Ing. Óscar González Rocha.

Tras la exitosa licitación del proyecto Michiquillay, MINERÍA tuvo oportunidad de dialogar con el presidente de Southern Peru, Ing. Óscar González Rocha, quien destacó que con esta adjudicación se han convertido en la empresa con mayor potencial de producción cuprífera del país para los próximos cinco años.

## Con la adjudicación de Michiquillay Southern se ha convertido en la empresa con mayor potencial de producción cuprífera

**A**demás, señaló que tienen proyectado invertir alrededor de US\$ 7,500 millones en el desarrollo de proyectos y mejoras operativas en sus unidades productivas en territorio peruano, y ratificó que están preparados para sacar adelante Michiquillay, Los Chancas y Tía María, que

solo requiere autorización para iniciar la construcción.

### ¿Qué significa para Southern Peru haberse adjudicado el proyecto cuprífero Michiquillay?

Consideramos que es una gran oportunidad tanto para nuestra empresa como para el Perú, Southern está reite-

rando su confianza en el país, mostrando su disposición a invertir un aproximado de 2,500 millones de dólares para el desarrollo de Michiquillay, además de la adquisición del yacimiento que representa otros 400 millones de dólares. En conjunto, las inversiones de la ampliación Toquepala (1,200 millones de dólares), Tía María (1,400 millones de dólares),



Los Chancas (1,800 millones de dólares) y Michiquillay (2,900 millones de dólares), entre otras inversiones en mejoras operativas, totalizan más de 7,500 millones de dólares.

#### ¿Por qué decidieron participar en el proceso con una propuesta

#### económica de US\$ 400 millones y 3% de regalías?

Nuestra participación en la licitación tuvo por objetivo adjudicarnos el yacimiento, lo cual se ha cumplido. A eso responde la oferta de los 400 millones de dólares y el porcentaje de regalías propuesto.

La Regalía Contractual de tres por ciento consiste en el porcentaje ofertado del valor de los Ingresos Netos Anuales, la cual deberá ser pagada semestralmente a Activos Mineros, provenientes de la venta de los metales producto de los recursos minerales extraídos de las concesiones y comercializados bajo cualquier forma. Según lo establecido en las bases del concurso, dicha regalía debía oscilar entre 1.5 y 3.5 por ciento.

Es preciso señalar que para estos efectos, se entenderá por Ingresos Netos Anuales a las ventas facturadas de los metales provenientes de la extracción de los minerales de las concesiones objeto del contrato menos las deducciones por gastos de fundición y refinación (independientemente del método que se use), cualquier impuesto originado en el país imputable a la operación o a las ventas locales o de exportación vigente o que pudiera crearse y que efectivamente se aplique, así como los descuentos por las leyes usualmente deducibles y por las pérdidas por contenido de impurezas, los

Comprometidos con los nuevos desafíos de la Minería, saludamos desde Chile a Southern Perú, deseándole el mayor de los éxitos, en la puesta en marcha del proyecto Michiquillay.



Ingeniería de Excelencia  
desde 1982

Luis Uribe 2343, Ñuñoa.  
Santiago de Chile.  
Fono +562 2361 8200  
jri@jri.cl  
[www.jri.cl](http://www.jri.cl)



gastos de transporte (incluyendo seguros) desde la planta de tratamiento al puerto de embarque y desde el puerto de embarque peruano hasta el lugar de destino de los productos y los gastos de correaje y comisiones de ventas, gastos de seguro de almacén en puerto de destino para los casos de exportación, así como los gastos incurridos en la obtención de muestras.

### **¿Qué compromisos han asumido como parte de la adjudicación y cómo se beneficiará Cajamarca con la puesta en marcha de Michiquillay?**

Cajamarca se va a beneficiar directa e indirectamente, sea por los puestos de trabajo que se generen durante la construcción de la mina y por los empleos permanentes que requiera la operación. Tengamos presente que se estima que por cada puesto de trabajo en minería se generan otros nueve empleos, lo que en conjunto contribuye a dinamizar la economía local y regional de manera muy positiva. Si Cajamarca tiene potencial geológico y empresarios dispuestos a invertir, solo se requiere lograr acuerdos que satisfagan a ambas partes y ponerse a trabajar para mejorar los niveles de vida. Se necesita construir infraestructura productiva y social como canales de irrigación, escuelas y centros de salud, tal como se viene ha-

ciendo en otras regiones del país donde el canon minero y la regalía se han constituido en fuentes importantes de ingresos para financiar obras públicas. Todo ello, impacta favorablemente en el desarrollo económico y social del entorno, obviamente, cuidando el ambiente, que es un argumento que suelen emplear para cuestionar a la minería.

### **¿Cuáles serán las primeras actividades técnicas que desarrollarán?**

En Michiquillay tendremos que realizar algunas exploraciones para confirmar el potencial del depósito y luego estudios de pre y factibilidad para establecer el volumen de producción que se puede alcanzar. Nuestra experiencia nos indica que podría producirse 250 mil toneladas de cobre al año.

### **¿Para cuándo estiman que iniciarán operaciones?**

Michiquillay debería estar en operación el 2025, una vez que se llegue a un consenso social.

### **¿Han calculado cuántos trabajadores se requerirán en la etapa de construcción y operaciones?**

Cuando tengamos la factibilidad terminada tendremos cifras más claras sobre el

particular, así como del tipo de operación que se desarrollará, si se empleará lixiviación o concentración, o una combinación de ambas, o si se extraerá el mineral y se procesará en otro lugar. El número de empleos depende del tipo de operación. Nuestro estimado muy preliminar es que debería bordear los 5 mil puestos de trabajo en general.

### **En el ámbito social, ¿Cómo han encontrado la situación de las zonas aledañas al proyecto?**

Todo indica que hay buenas expectativas de un segmento importante de los pobladores por echar a andar la locomotora de la minería y recuperar la dinámica económica en Cajamarca.

### **¿Qué consideran es lo fundamental en este aspecto para que el proyecto se desarrolle en los plazos previstos?**

Hay varios factores que se concatenan para lograr el desarrollo de un proyecto minero de gran magnitud, como es Michiquillay, autoridades dispuestas a hablar con la población e indicarles de las ventajas que representa el desarrollo minero, dirigentes responsables que sepan poner en una balanza el costo/beneficio de cualquier actividad. Asimismo, disposición para escuchar y consensuar en uno y otro

“

Creo que es el momento que el gobierno tome una decisión que signifique también un respaldo a quienes seguimos confiando en el país.

”





extremo de la mesa. Estamos optimistas y con la mejor disposición posible.

**¿Cómo favorece esta adjudicación a la posición de la empresa en el Perú, en especial, para el desarrollo de otros proyectos como Tía María?**

Con la adquisición de Michiquillay,

nos hemos convertido en la empresa minera con mayor potencial de producción en los próximos cinco años, así como el mayor inversor en Perú. Creo que es el momento que el gobierno tome una decisión que signifique también un respaldo a quienes seguimos confiando en el país. Además, estamos atravesando un periodo de recuperación

de la economía mundial, el Perú tiene que aprovechar ese crecimiento, esos mejores precios para crecer y ser aún más productivo.

**¿Han previsto priorizar alguno de sus proyectos en Perú o esperan desarrollarlos en forma paralela?**

Como Southern estamos preparados para llevar a cabo las inversiones en los tres proyectos que ahora tenemos en el Perú: Tía María –solo requiere autorización para iniciar su construcción–, Los Chancas y Michiquillay. Que no le quiepa la menor duda a las autoridades que en cuanto tengamos la factibilidad concluida el directorio de Southern Copper los pondrá en marcha.

**¿Algo más que quisiera agregar?**

Agradecer a la revista Minería y al Instituto de Ingenieros de Minas del Perú por su disposición a dar a conocer los avances, desafíos, retos y oportunidades que representa para el Perú el desarrollo de su potencial minero.



*Tu mejor alternativa para ejecutar tu proyecto*



**Desarrollo de estudios e ingeniería**

- Estudios: conceptual, pre-factibilidad y factibilidad
- Ingeniería y gestión de permisos.
- Ingeniería de detalle
- Ingeniería Inversa (Scanner 3D)
- Estudios 43-101.



**Gerencia y supervisión de proyectos**

- Gerencia y supervisión de proyectos (EPC o EPCM)
- Gestión de riesgos (HAZID, HAZOP, FMEA).
- Desarrollo de estrategias de contratación.
- Estimación y auditoría de costos y programa.
- Revisión independiente de proyectos.
- Plan de ejecución (PEP)



**Optimización de proyectos**

- Ingeniería de Valor para optimizar costos del proyecto.
- Aplicación de VIPs (value improvement practices). Análisis de constructibilidad, operatividad, mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad.

**Contacto:** Av. Javier Prado Este No 2922, San Borja  
**Teléfono:** +51 1 746 5178 Cel: 940148551

**Email:** info@ggs.com.pe  
**WEB:** [www.ggs.com.pe](http://www.ggs.com.pe)



Sumaron en total US\$ 826 millones

# Compras de maquinaria pesada del sector minero subieron 21.3% en 2017

De la mano con el crecimiento de las inversiones mineras en 2017, la adquisición de maquinaria pesada en el sector aumentó 21.3%, al pasar de US\$ 681 millones a US\$ 826 millones, lo que es otro indicador de la recuperación del dinamismo de la actividad extractiva, especialmente influenciada por el incremento en el precio de los metales.

Según información de la Gerencia Central de Estudios Económicos del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), el rubro transportes aumentó 0.9%, de US\$ 1,703 millones a US\$ 1,719 millones; las compras de las comercializadoras de bienes de capital se expandieron 2.6%, de US\$ 3,117 millones a US\$ 3,199 millones; manufactura cayó 5.3%, de US\$ 788 millones a US\$ 746 millones y electricidad se redujo en 21.2%, de US\$ 298 millones a US\$ 234 millones.

En ese contexto, las importaciones de maquinaria pesada ascendieron en total a US\$ 10,145 millones, siendo mayores en 1.4% a las reportadas el año previo, en especial por el aporte de los rubros minería, transportes y comercializadoras de bienes de capital.

En lo que corresponde al sector, esto marca una recuperación porcentual con relación a lo registrado en 2015 (-32.1%) y 2016 (-34.8%), pero aún dista de los montos alcanzados en 2011 con US\$ 1,160 millones,



Scooptram ST7 de Epiroc.



2012 con US\$ 1,539 millones, 2013 con US\$ 1,413 millones, 2014 con US\$ 1,536 millones y 2015 con US\$ 1,044 millones.

De acuerdo con el país de procedencia de las importaciones de bienes de capital, destaca China con compras por US\$ 306 millones, Estados Unidos de Norteamérica por US\$ 128 millones, Brasil por US\$ 70 millones y México por US\$ 55 millones.

### Camiones

En cuanto a la venta de vehículos pesados, según información de la Asociación de Representantes Automotrices del Perú (Araper), basada en lo declarado a la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat), las colocaciones durante 2017 alcanzaron las 17,495 unidades, 10.6% más que lo registrado el año anterior.

En el desagregado por tipo de vehículo, resalta la comercialización de camiones con 10,256 unidades, lo que significa el 58.7% del total, seguida por los buses con 4,311 unidades (24.6%) y los tractocamiones con 2,928 unidades (16.7%).

En minería a tajo abierto, debido a su impacto en la productividad, la tendencia al gigantismo continúa marcando la pauta, por ello las compañías solicitan camiones con una capacidad de carga de 400 toneladas como el CAT 797F o el 980E, que en Perú son vendidos por Ferreyros, representante de Caterpillar, y Komatsu-Mitsui.

Según Gonzalo Díaz, gerente general de Ferreyros, este año la firma impulsará la venta de sus camiones mineros y las perforadoras CAT MD6540, incorporará los cargadores 994K y sumará la marca Valley Irrigation.

En lo que concierne a minería subterránea, sostuvo que existe una inclinación por buscar maquinaria con el menor consumo de combustible y mayor productividad, y uno de los equipos más requeridos es el cargador de bajo perfil.

A su turno, César Cruz-Saco, vicepresidente de Komatsu-Mitsui, indica que hoy la demanda del sector está concentrada en excavadoras, tractores sobre orugas, motoniveladoras, rodillos compactadores y cargadores frontales.

Asimismo, adelantó que con el objetivo de cubrir las necesidades del mercado peruano, este año introducirán camiones autónomos para la minería y palas hidráulicas de hasta 48 m<sup>3</sup> de capacidad.

### Autónomos

Precisamente, en días recientes Rio Tinto anunció que uno de sus camiones mineros autónomos alcanzó la impresionante cifra de 1,000 millones de toneladas de mineral y desechos transportados sin reportar accidentes.

El logro se ha alcanzado en una operación de la compañía en Australia, en su unidad de hierro Pilbara, donde el volquete marca Komatsu comenzó sus operaciones en 2008, y desde ese entonces opera sin contratiempos.

A la fecha, los vehículos autónomos representan un cuarto de la flota de la mina, y en promedio, durante 2017 cada uno de estos ha estado en operación alrededor de 700 horas más que los convencionales tripulados. Además, según Rio Tinto los costos asociados al mantenimiento de las máquinas, han sido un 15% menores.

Al respecto, Chris Salisbury, jefe de la división de mineral de hierro de la minera, afirmó que en Pilbara operan 80 camiones autónomos y los planes de la compañía son incrementar su flota a más de 140 a finales de 2019.

En esta misma línea, la empresa también suscribió un convenio con Caterpillar para reacondicionar 19 camiones mineros

CAT 793F, que se utilizarán en operaciones autónomas dentro de la mina de hierro de Marandoo, al oeste de Australia.

Además, Caterpillar instalará el sistema operativo CAT Command para el manejo de la flota. Como resultado del acuerdo, surgirá la primera flota automatizada de camiones CAT desplegada por Rio Tinto.

Los vehículos serán modernizados desde mediados del próximo año y se estima que el proyecto estará completo a fines de 2019. Más allá de la instalación y puesta en marcha, tanto Caterpillar como su distribuidora regional, Wes Trac, tendrán un rol participativo para dar curso, apoyar y gestionar el sistema autónomo de traslado en los camiones.

"Estamos orgullosos por el acuerdo con Caterpillar por 50 años y estamos emocionados por empezar este nuevo capítulo en nuestra historia de automatización. Este proyecto acelera el despliegue del transporte automático con la modernización de nuestras unidades mineras en la provincia de Pilbara y ayuda a consolidar nuestro objetivo de hacer las operaciones más seguras y productivas", puntualizó Salisbury.

Los sistemas de camiones autónomos de CAT contarán con las capacidades del rango completo de tecnologías Cat

MineStar™ (comando, terreno, flota, detección y salud).

### Eléctricos

De acuerdo con el informe "Vehículos eléctricos para la construcción, la agricultura y la minería 2018-2028" de IDTechEx, estos equipos tendrán un mercado de US\$ 87 mil millones hacia 2028. Komatsu, John Deere, Caterpillar y otros fabrican los vehículos grandes, principalmente híbridos, mientras que también existen empresas que ofrecen versiones más pequeñas y de electricidad pura.

"Esta es una tendencia que está a punto de cambiar radicalmente a la industria. Por ejemplo, en la minería, más del 90% de las minas del mundo son de cielo abierto y a menudo se encuentran en lugares remotos a más de 4,000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), donde el envío de diésel puede costar más que comprarlo. En consecuencia, ahora hay un movimiento para tener camiones de acarreo gigantes de 350 kW, que se complementan con palas eléctricas que levantan el mineral", precisa el documento.

Además, indica que con una solución completamente eléctrica, se puede cumplir con las nuevas exigencias ambientales, mejorar la imagen del sector y ahorrar dinero. En ese marco, la electricidad se generaría con aerogeneradores o instalaciones fotovoltaicas en la mina. El intercambio

de baterías y la carga rápida significan una ventaja adicional.

En el caso del Perú, en minería subterránea, ya opera el Scooptram ST7 de la multinacional Epiroc, que es un cargador eléctrico de 6.8 toneladas, que es utilizado con resultados óptimos en una mina a más de 4,600 m.s.n.m., que presenta condiciones geográficas y ambientales difíciles, además de representar todo un reto por la dureza de sus rocas y la inestabilidad de sus suelos.

Entre las principales ventajas del nuevo equipo destaca su condición de ecoamigable (no emite CO<sub>2</sub>), además brinda un ambiente de trabajo más saludable y cómodo para los operarios porque reduce el ruido y, sobre todo, el calor. Asimismo, produce mayor tonelaje en el desplazamiento de rocas debido a su diseño flexible y de alta elevación.

En forma adicional, consume hasta un 90% menos combustible en comparación de las máquinas diésel y además reduce los costos en ventilación hasta un 85%, debido al poco calor que genera a diferencia de los equipos convencionales.

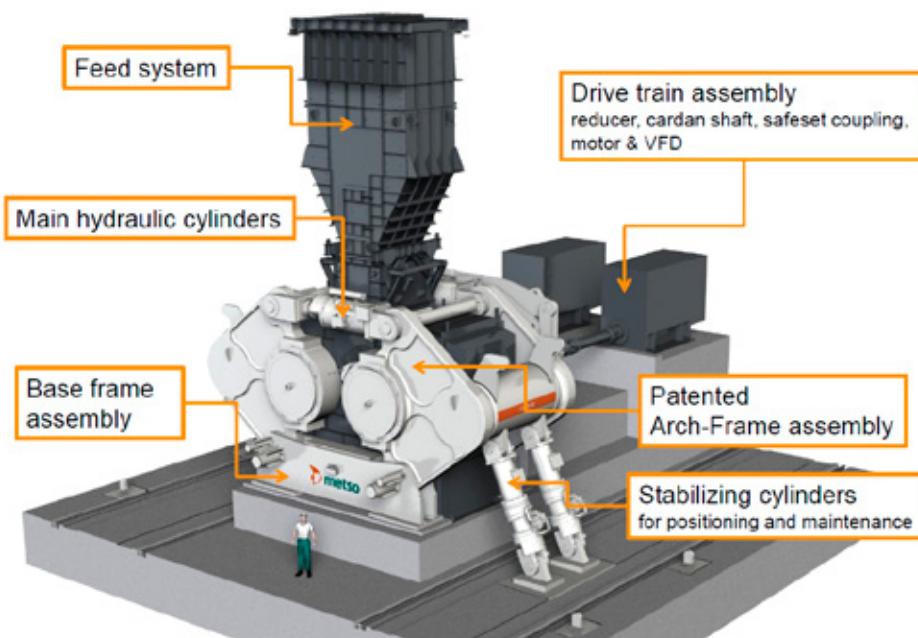
En el caso de Epiroc, el Scooptram eléctrico representa el primer paso para una serie de conversiones de otras tecnologías como palas, camiones y equipos de perforación que también se alimentarán en el futuro de energía eléctrica.

### Chancadoras

Entre la gama de chancadoras que existen en el mercado, resalta la HRC™ 3000 de Metso que lleva la tecnología High Pressure Grinding Rolls (HPGR) al siguiente nivel, entregando un diseño simple pero robusto que maximiza la eficiencia, la disponibilidad y la confiabilidad.

Según Luis Chia, Sales Manager Process Equipment, Andean Countries de la empresa, entre las principales características de esta trituradora cuenta con el marco arqueado anti-distorsiones patentada por Metso, rodillos tachonados con carburo de tungsteno con rebordes, tolva de alimentación con placas de guía para

## Chancadora HRC 3000 de Metso



# PASIÓN POR TU PRODUCTIVIDAD



En Volvo tenemos pasión por nuestros productos y clientes, es por eso que invertimos en tecnología para garantizar mayor capacidad de carga, menor consumo de combustible y ciclos más rápidos. Esto es productividad.

Volvo Construction Equipment



dirigir lo alimentado a la zona de trituración y cilindros hidráulicos que se pueden ajustar para entregar una fuerza óptima.

Igualmente, tiene un tren de propulsión de velocidad variable ideal para correr entre un 110% a un 30% a velocidad completa y un cercado que entrega una barrera contra el polvo y el ruido mientras también ofrece una protección adicional para los cojinetes principales.

"Como beneficio tenemos la eficiencia y capacidad del circuito, dado que rebordea el material directo a la zona de chancado maximizando la cantidad del mineral procesado, lo que permite un aumento de un 20 por ciento aproximadamente en el volumen de trituración y disminuye en 10 por ciento la energía específica necesaria", explicó.

A ello se añade, una mayor disponibilidad y confiabilidad en la medida que el marco arqueado elimina la inactividad asociada con las distorsiones y previene que los rumbos se dañen debido a la desalineación.

"Los costos de operación se reducen por la eficiencia energética, la duración de uso en los componentes que incluyen los neumáticos tachonados y la no utilización de medios de molienda. Asimismo, la velocidad y la presión se pueden ajustar para cambiar de acuerdo a las condiciones del mineral y las exigencias del circuito hacia abajo", comentó.

Las HPGR usan dos neumáticos o rodillos de contra rotación para un triturado efectivo del mineral. Los cilindros hidráulicos aplican una presión muy alta al sistema, lo que causa una conminución entre partículas ya que el alimento viaja entre ambos neumáticos.

En la actualidad, la HRC™ 3000 de Metso opera en la mina Morenci en Arizona (USA), siendo el equipo más grande del mundo en su género.



Serie EC de excavadoras Volvo.

## Excavadoras

Otro de los equipos de gran tonelaje que se utiliza en minería son las excavadoras hidráulicas que pueden cargar desde 1.7 hasta más de 90 toneladas. La empresa Volvo ha puesto en el mercado la serie EC de este tipo de maquinaria que opera en diferentes unidades mineras del país y es reconocida por su versatilidad.

Con un volumen de cuchara que va desde los 0.75 m³ (EC140B) hasta los 5.6 m³ (EC950E), cuentan con una pluma y brazos reforzados de alta capacidad de excavación en las configuraciones: Mass Excavation y Long Reach.

Asimismo, tienen un sistema hidráulico sensible a la carga, diseñado para conseguir la máxima productividad con funciones de prioridad y flotación, y una cuchara diseñada para propósitos generales, roca y servicios extremos.

Su cabina Care Cab es una estructura ROPS para mayor seguridad, excelente visibilidad, ergonómica y con calefacción; cuenta con cinco modos de funcionamiento para elegir el más eficaz según la aplicación; el motor tiene control electrónico, genera menores emisiones, máximo torque a bajas rpm y menor consumo de combustible a lo que se añade el modo Eco que mejora la eficiencia del consumo de diésel en un 5%; son de mantenimiento sencillo ya que cuentan con puntos de engrase centralizados y accesos al nivel del suelo, y tienen un carro inferior robusto, lo

que garantiza la durabilidad y confiabilidad mejoradas en terrenos difíciles.

Los referidos equipos están diseñados con el sistema telemático Volvo Caretrack, que brinda acceso a una amplia gama de información para el monitoreo de máquinas en forma satelital. Operan en unidades como Las Bambas, Antamina, Antapaccay, El Toro y minas de Volcan Compañía Minera y Barrick Misquichilca, entre otras.

## Operadores

El Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (Sineace), a fines de 2017 oficializó las normas de competencia del Operador de Maquinaria Pesada, para cargadores frontales, retroexcavadoras y excavadoras, aplicando las medidas de seguridad y medio ambiente acordadas para el sector, vigentes por un periodo de 5 años.

En la lista de expertos en la elaboración y validación de este estándar figuran profesionales de Tecsup, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (Sencico), Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (Senati), Gildemeister, ISEP Honorio Delgado, IESTP Iberoamericano, Universidad Nacional de San Agustín, IST Pedro P. Díaz y el Cenforp Huaraz de la Dirección Regional de Trabajo y Promoción del Empleo, entre otros.

Las normas de competencia laboral facilitan la creación de un lenguaje común entre los diferentes actores en los procesos de formación y capacitación, además definen un desempeño competente contra el cual es factible comparar el desenvolvimiento observado de un trabajador y detectar las áreas en las que necesita mejorar para ser considerado competente.

En ese sentido, este lineamiento es la base de varios procesos dentro del ciclo de vida de los recursos humanos: selección, formación, evaluación y certificación.



Fuente: Andina

A nivel regional destaca Áncash.

Entre 2016-2017

## Antamina lidera inversión en obras por impuestos con más de S/ 470 millones

**E**n el periodo 2016-2017, Compañía Minera Antamina se ubicó como la empresa con mayor inversión a través del mecanismo de obras por impuestos a nivel nacional, con un monto total de S/ 471.8 millones. Gran parte del dinero (S/ 404.6 millones) corresponde a proyectos desarrollados en la región Áncash.

En estas iniciativas destaca la construcción de la Micro Red de Salud Palmira (Independencia), con un desembolso superior a los S/ 11.2 millones, a lo que se añade que en la actualidad está en ejecución el mejoramiento de la carretera Cápac-Túnel Kahuish-San Marcos, con un presupuesto cercano a los S/ 100 millones.

En ese contexto, según el último reporte de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (Proinversión), Áncash lidera la lista de departamentos donde se ejecuta el mayor número de proyectos bajo esta modalidad, concepto por el que se invirtieron S/ 555.6 millones, desde el 2009 hasta la actualidad.

Los principales sectores favorecidos son transporte, saneamiento, educación, salud, entre otros, lográndose así impulsar el desarrollo local al mejorar las condiciones de vida de los pobladores y brindarles infraes-

tructura de calidad, que permite incrementar su producción agropecuaria.

### Irrigación

En esta línea, con el aporte de Compañía Minera Antamina, recientemente se inauguró el proyecto "Mejoramiento del canal de riego Rinrinpampa", ubicado en el distrito de Pampas Chico, provincia de Recuay, en lo que constituyó en el primer proyecto a nivel nacional que se ejecuta con el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) a través del referido mecanismo de financiamiento.

Esta importante iniciativa de infraestructura de riego, beneficiará a 80 familias productoras de la zona y ampliará la frontera agrícola de diversos sectores en alrededor de 60 hectáreas.

La meta del proyecto fue la construcción de 3.4 kilómetros de canal entubado HDPE, con una bocatoma conformada por muros de encauzamiento, barraje, poza drenadora, canal de limpia y desripiador, así como la edificación de tomas parcelarias, baderas, pasarela, bebederos y otros detalles propios de la obra.

Durante la ceremonia de inauguración, César Rivera Gamarra, presidente de la comunidad campesina de Huambo, agradeció a los representantes del Minagri y Antamina,

por haber hecho realidad la conclusión de la obra que en adelante beneficiará a los productores de su comunidad, que cuentan con más agua para sus parcelas. "El proyecto mejorará nuestra vida, por ello debemos mantenerlo siempre", añadió.

Por su parte, Diana Paúcar Gamarra, alcaldesa distrital de Pampas Chico, también tuvo palabras de elogio hacia ambas organizaciones por haber concluido satisfactoriamente este proyecto que mejorará los niveles de vida de su población y contribuirá con la nutrición de las familias, en especial de los niños.

En representación de la minera, Lucinda Visscher, superintendenta de Relaciones Comunitarias, pidió a los usuarios valorar la obra y que le den la sostenibilidad con un uso racional y que realicen periódicamente el mantenimiento al moderno sistema de riego.

### Agua y salud

Por su parte, en días recientes el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, otorgó a Compañía Minera Antamina la buena pro del proyecto de mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado para el distrito de San Marcos, bajo el mecanismo de obras por impuestos.

Con una inversión superior a los S/ 15 millones, la empresa realizará durante 13 meses la ampliación y mejoramiento del sistema de agua y saneamiento a favor de más de 3,000 pobladores en la provincia de Huari, que en la actualidad solo cuentan con un servicio de dos horas diarias de este vital recurso.

Los trabajos de ampliación y mejoramiento abarcan la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, la habilitación y mantenimiento de tres reservorios, así como la construcción de buzones e instalación de redes de agua y alcantarillado.

De otra parte, el Ministerio de Salud también otorgó la buena pro a esta compañía para la construcción, financiamiento y ejecución del nuevo Hospital de Huarmey, a través de esta modalidad, con una inversión que asciende a más de S/ 94 millones.

Este establecimiento de salud fue uno de los más afectados en Áncash tras el desborde del río Huarmey, durante el fenómeno de El Niño Costero que azotó el norte del país.



Principal institución de capacitación

# ISEM cumplió 20 años de creación al servicio de la seguridad minera

Con más de seis millones de horas-hombre de capacitación acumuladas en el último lustro y la colocación de la primera piedra de su nuevo local institucional, el Instituto de Seguridad Minera (ISEM) celebró 20 años de actividad al servicio de la minería peruana, con una conferencia a cargo de Minera Yanacocha en el marco de los Jueves Mineros que organiza el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP).

**C**ontroles críticos en los riesgos de fatalidad", fue el tema que ofreció el Ing. Jorge Guerrero, gerente de Salud y Seguridad de Minera Yanacocha, en el que destacó que el objetivo de la administración de los peligros mortales, es gestionar sistemáticamente los riesgos con más probabilidad de generar una fatalidad y crear conciencia en los diferentes niveles de la organización para verificar los controles críticos de los riesgos de este tipo.

"Esta es una metodología basada en identificar eventos con mayor probabili-

dad de generar una fatalidad, para lo cual se determina los controles críticos y se verifica la efectividad a través de criterios de desempeño, con el fin de evitar su ocurrencia", agregó.

Asimismo, dijo que para establecer los riesgos de fatalidad se identifican diferentes escenarios, y se evalúan cuantitativamente tomando en cuenta controles pre y post evento.

"De esta forma, en Minera Yanacocha se determinaron 21 riesgos de fatalidad y se formularon los controles para evitarlos, pre y post evento. Esto en una labor con-

junta con todo el equipo multidisciplinario de Newmont, que realizó una evaluación detallada de cada riesgo, para establecer causas, consecuencias y los controles correspondientes con el uso de la metodología Bow Tie", explicó.

Posteriormente, comentó que los controles fueron analizados para determinar cuáles eran críticos, no solo en los documentos sino en la práctica. En ese contexto, los identificados deben ser medibles en el campo, con la participación de los trabajadores y expertos en la materia.

Para verificar la efectividad de los

controles críticos, cada uno fue evaluado para determinar las preguntas necesarias que permitan establecer su idoneidad. Si alguna pregunta tenía una respuesta negativa, el control no era efectivo y, por tanto, no se laboraría en esa área.

"Cada riesgo de fatalidad tiene su control crítico, por ejemplo, prueba y monitoreo del aire en un espacio confinado, el cual debe mostrarse objetivamente, de lo contrario no debería trabajarse en esa zona", precisó.

Igualmente, afirmó que hay un sponsor para cada equipo (21) que cuenta con un experto en el tema materia del control, también un representante con experiencia de los trabajadores y otro del departamento de Seguridad. Todos liderados por el superintendente del área correspondiente.

"Para el seguimiento a la verificación de los controles críticos, los jefes, superintendentes, gerentes y directores tienen tareas mensuales que realizar para asegurar la efectividad de estos", detalló.

En ese sentido, manifestó que el referido seguimiento se realiza en una plataforma virtual y se hace en forma semanal. Su cumplimiento afecta al KPI de cada área.

"En Minera Yanacocha, entre los eventos de nivel 3, 4 y 5 por riesgo de fatalidad, los de mayor incidencia son las agresiones por terceros, golpeados por caída de objetos, ocurrencias vehiculares fuera de mina y liberación descontrolada de energía", recalcó.

Como ejemplo de aplicación de la gestión de riesgos de fatalidad en campo, indicó que existe la implementación de simbologías para una mejor identificación por parte de los trabajadores, con el uso de cartillas personales y gigantografías.

Igualmente, para socializar esta información, también se ha incluido en el IPERC y en documentos como el mapa de riesgos.

"Producto de esta implementación, en Minera Yanacocha el último accidente mortal ocurrió en 2009. Sin embargo, nos preocupa la existencia de 20 eventos

de alta potencialidad fatal reportados en 2017", destacó.

De otra parte, afirmó que para contrarrestar las agresiones por terceros, que en esencia son asaltos a la unidad y las personas, Minera Yanacocha está en proceso de adquisición e instalación de sensores y drones para zonas específicas, lo que se suma a los 400 agentes de seguridad con los que cuentan, y coordina con la Policía Nacional del Perú para perseguir a estas bandas especializadas.

En la alineación de las empresas contratistas a la metodología de controles críticos en los riesgos, comentó que un factor importante, es que pese a la gran rotación, se trata de trabajadores que provienen de las diferentes unidades existentes en la zona y cuentan con experiencia minera.

Finalmente, manifestó que los superintendentes en su guardia de los fines de semana, verifican como ha calado este sistema en los trabajadores de la mina.

#### **ISEM**

En su intervención, el gerente general del ISEM, Ing. Fernando Borja Añorga, expresó que son una asociación sin fines de lucro, conformada por las empresas mineras, fundada el 25 de febrero de 1998 bajo el patrocinio de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, el Ministerio de Energía y Minas y el IIIMP, entidades a las que posteriormente se uniría el Capítulo de Ingeniería de Minas del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú.

Tienen como misión promover y apoyar la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la minería peruana mediante la capacitación continua, difusión de las mejores prácticas e involucrar a todos los actores interesados.

Su visión es lograr una minería peruana sin accidentes ni enfermedades profesionales y nace frente a la alta accidentabilidad que se registró en 1996 con 120 fallecidos de 50 mil trabajadores mineros. Para el año 2000, entre otras acciones, gracias al impulso dado por el ISEM, se logra reducir los accidentes fatales a 54.

Con su creación de 1998 al 2003, se ofreció capacitación a profesionales de seguridad, y de 2004 a 2018, capacitación y certificación a trabajadores y profesionales de todas las áreas, con un total de 200 mil inscritos por año.

"En 2017, se reportó 41 fatalidades, 20 por ciento más que en 2016, cuando se registró 34 fatalidades, situación que contrasta con la tendencia de los últimos 20 años hasta 2015, en que hubo una mejora en los índices, por ello se considera que ese resultado debería revertirse este año", estimó Borja.

Además, dijo que si se toma en cuenta el ratio utilizado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que compara la cantidad de muertes por cada 10,000 trabajadores, en el caso de Perú este índice desde 2007 bajó en más de 90%.



Jorge Guerrero, Félix Guerra, Marcelo Santillana y Fernando Borja.

"Por tipo de trabajador, se tiene que de acuerdo a este indicador, en el caso de los que pertenecen al titular minero subió de 1.1 a 1.5 en 2017 con relación a 2016; de empresas contratistas aumentó de 3.4 a 3.9, y los conexos pasaron de 1.5 a 1", explicó.

En 2017, de los 196,193 trabajadores, el 33.2% correspondió a los del titular minero y 66.8% a las empresas contratistas, que se dividen entre el personal de las contratas que laboran en las unidades mineras propiamente dichas (31.2%) y las conexas, que desarrollan sus actividades en los proyectos (35.6%).

En cuanto a accidentes mortales, el año anterior las fatalidades en los trabajadores del titular aumentaron de 21% a 24%, respecto de 2016; las de contratistas se incrementaron de 53% a 59%, y de empresas conexas bajaron de 26% a 17%.

Según tipo de incidente, el 29% de accidentes mortales correspondió a desprendimientos, 12% a caída de personas, 10% a exposición o contacto con corriente eléctrica y 7% a personas atrapadas por un objeto, caída por desnivel y a contacto por inhalación, por ingestión o por absorción con sustancias nocivas, respectivamente.

"Esas cifras revelan que los accidentes de tránsito han bajado drásticamente, ya que en años anteriores representaban una de las principales causas de muerte en el sector", comentó.

Además, sostuvo que durante los 20 años del ISEM, esta organización ha aportado en la disminución de los accidentes fatales en minería, sin embargo, los grandes protagonistas son los trabajadores, funcionarios, empresas mineras y el Estado, gracias a la actualización normativa realizada.

Hacia 2017, han suscrito convenios de capacitación con Compañía de Minas Buenaventura, Compañía Minera Antamina, Compañía Minera Milpo, Shougang Hierro Perú, Minsur, Funsur, Minera Yanacocha, La Arena, Sociedad Minera El Brocal, Hudbay Perú, Minera La Zanja, Compañía Minera Coimolache, Volcan Compañía Minera, Southern Peru y Compañía Minera Raura, además de 700 empresas contratistas.



## ISEM en cifras

Entre las principales actividades desarrolladas por el ISEM en sus 20 años de vida están:

- Más de 6 millones de horas-hombre de capacitación en los cursos de la matriz del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería en el último lustro.
- Más de 40 mil trabajadores certificados en los cursos de inducción en seguridad.
- Más de 3 mil profesionales capacitados en el curso Entrenando al Entrenador.
- Veintidós ediciones del Seminario Internacional de Seguridad Minera.
- Veinte ediciones del Concurso Nacional de Seguridad Minera.
- Cinco ediciones del Seminario internacional de Salud Ocupacional.
- Tres ediciones del Taller de Prevención de Accidentes por Caída de Rocas.
- Tres diplomados en Seguridad y Salud Ocupacional en Minería con la PUCP y tres con la Universidad Nacional del Altiplano.
- Dos Seminarios Internacionales de Geomecánica Aplicada a Seguridad.
- 141 ediciones de la revista Seguridad Minera.
- Dieciséis títulos de manuales de seguridad.
- Seis cursos en el extranjero.

### Nueva sede

Como parte de las celebraciones por el vigésimo aniversario del ISEM, el 23 de febrero se colocó la primera piedra de su local institucional propio en la ciudad de Lima.

Con una inversión aproximada de US\$ 5 millones, la nueva sede se levanta sobre un área de 450 m<sup>2</sup>, para albergar 10 salas de capacitación, cuatro de reuniones y cinco pisos de oficinas. En total, serán 5,000 m<sup>2</sup> de edificación, distribuidos en nueve pisos y cuatro sótanos. A cargo de la constructora Poseidón, las obras se iniciarán este mes y concluirán en octubre de 2019.

"Actualmente, ya no somos una institución que brinda solo cursos, sino que manejamos la gestión de capacitación en seguridad y salud ocupacional de las empresas mineras", sostuvo Borja.

ORGANIZA



INSTITUTO DE SEGURIDAD MINERA

# XXII SEMINARIO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD MINERA

18, 19 y 20 de Abril 2018

**Objetivo:**

El XXII Seminario Internacional de Seguridad Minera tiene como principal objetivo, difundir los últimos avances de Seguridad Minera a nivel mundial así como ofrecer a los participantes, expositores del más alto nivel.

**Lugar:**

Sheraton Lima Hotel (Av. Paseo De La República N° 170 Lima)

**Contacto:**

Rosanita Witting  
Telf.: 437-1300 Anexo: 106

E-mail: [rwitter@isem.org.pe](mailto:rwitter@isem.org.pe)  
[eventosisem@gmail.com](mailto:eventosisem@gmail.com)

AUSPICIA:



**INSTITUTO DE SEGURIDAD MINERA**

Av. Javier Prado Este N° 5908 Oficina N° 302 La Molina Lima 12 - Perú. Central Telefónica: (511) 437-1300, anexo: 106  
e-mail: [rwitter@isem.org.pe](mailto:rwitter@isem.org.pe), [eventosisem@gmail.com](mailto:eventosisem@gmail.com)

Encuentranos en:



[https://twitter.com/instituto\\_isem](https://twitter.com/instituto_isem)



Seguridad Minera



Instituto de Seguridad Minera  
Revista Seguridad Minera

**Website:** [www.isem.org.pe](http://www.isem.org.pe)

Publicación Oficial: Revista Seguridad Minera



Walter Casquino, Oliverio Muñoz, Lucio Ríos, Valentín Choquenaira e Isaac Ríos.

Afirman en seminario organizado con el apoyo del CIP

# Debemos contar con un sector minero ético, sostenible y competitivo

**E**n el entendido que actualmente la gestión social para las operaciones mineras y el desarrollo de nuevos proyectos es compleja por las situaciones de conflictividad social que se presentan, el reto es contar con un sector minero ambientalmente correcto, económicamente viable y socialmente justo.

Esa fue una de las principales conclusiones del seminario "Desarrollo minero con gestión social", organizado con el apoyo del Consejo Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), en el que participaron como ponentes los ingenieros Walter Casquino Rey, expresidente del Ingemmet; Valentín Choquenaira Bombilla, exgerente general del proyecto Las Bambas; Lucio Ríos Quinteros, exvicepresidente en BHP Billiton Tintaya, y Oliverio Muñoz Cabrera, gerente de Seguridad y Salud de Jinzhao Mining Peru.

En la reunión que tuvo como moderador al Ing. Isaac Ríos, se indicó que los desafíos del Estado en la gestión de conflictos sociales son la falta de capacidad de articulación intersectorial, dado que existen más de 20 instancias gubernamentales con áreas de gestión social; potenciar al despacho del viceministerio de Gobernabilidad Territorial como ente rector; priorizar la intervención social preventiva; fortalecer las

capacidades de diálogo y negociación en todos los sectores; lograr acuerdos cumplibles, hacer seguimiento y monitoreo; establecer una estrategia integrada de gestión social y conflictos, y alcanzar la gobernanza social sostenible.

Por su parte, las empresas mineras deben incorporar la gestión social como parte de su estrategia de negocios; establecer un alineamiento en gestión social, desde la casa matriz, vía un compromiso visible; desarrollar capacidades desde la alta dirección sobre procesos de diálogo multiactor y negociación social; propiciar acuerdo sólidos, sostenibles y predecibles en costo y tiempo; construir un entendimiento y buena relación para lograr la viabilidad y legitimidad de la operación; crear una visión de desarrollo conjunta a largo plazo, y comunicar y difundir de manera permanente los impactos positivos de desarrollo social y no solo en coyunturas.

En lo que corresponde a las comunidades y ONG, se precisó que han desarrollado capacidades y estrategias para afrontar y negociar con las empresas y el Estado; tienen excesivas expectativas de obtener beneficios económicos de la minería; hay grupos con intereses ideológicos y particulares; tienen un buen soporte técnico y organizativo de las ONG; cuentan con habilidades y destrezas en crear conflictos

sociales y políticos con mensajes emocionales, y deberían interiorizar la gran oportunidad que significa la minería como aliada estratégica para su desarrollo.

En otro momento, se precisó que según los principios básicos para el Siglo XXI del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), en el punto noveno sobre la necesidad de contribuir al desarrollo social, económico e institucional de las comunidades situadas en las áreas de operación, se recomienda involucrarse desde la etapa más temprana posible, con las partes probablemente afectadas para discutir y dar respuesta a los temas y conflictos relacionados con el manejo de los impactos sociales.

Igualmente, la entidad global, sugiere que es preciso garantizar la instauración de sistemas adecuados para la interacción continua con las partes afectadas, asegurándose que las minorías y otros grupos marginados dispongan de medios equitativos y culturalmente justos para involucrarse en el proceso.

Además, remarca que es fundamental contribuir al desarrollo comunitario desde el inicio hasta el fin del proyecto, en colaboración con las comunidades anfitrionas y sus representantes.

"Es fundamental contribuir al desarrollo social y económico mediante la búsqueda de oportunidades para enfrentar la pobreza", resalta.

Como ejemplo a seguir en esta materia, se citó la política de desarrollo sostenible de BHP Billiton, que indica que su objetivo es, además de generar valor sostenible para sus accionistas, empleados, contratistas, proveedores, clientes y socios comerciales, ser los preferidos por las comunidades vecinas por su contribución al bienestar y progreso.

Del mismo modo, a la empresa Xstrata Copper, cuyo propósito es contribuir al desarrollo social y económico de las comunidades relacionadas con sus operaciones; identificar poblaciones y grupos relacionados y comprometerse mutuamente con ellos, de un modo transparente, durante todo el ciclo de su presencia en el territorio; respetar la cultura, costumbres, patrones de conducta, los intereses y derechos de las diversas comunidades, y trabajar con los gobiernos locales, autoridades comunales, organizaciones públicas y privadas, con el fin de desarrollar y apoyar proyectos sostenibles.

Para reducir brechas sociales

# Determinan criterios de priorización de las zonas de intervención del FAS



El Fondo de Adelanto Social cuenta con S/ 50 millones.

Mediante Decreto Supremo N° 048-2018-EF, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), promulgó el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1334, que crea el Fondo de Adelanto Social (FAS) y determinó los criterios de priorización de las zonas de intervención.

Este fondo se implementó este año con la finalidad de financiar programas, proyectos, iniciativas y/o actividades orientadas a cerrar o reducir brechas sociales en espacios geográficos donde se desarrollarán diversas actividades económicas, y cuenta con un financiamiento de S/ 50 millones.

Según la norma, los criterios de priorización de las zonas de intervención o atención social del fondo son: la magnitud de la brecha social del espacio geográfico, considerando la calidad y nivel de prestación de los servicios públicos, con especial énfasis en mejorar la calidad de los servicios energéticos, de agua y saneamiento, transporte, entre otros. También se considera si existe un grado de promoción de la eficiencia energética en los diversos sectores.

Igualmente se toma en cuenta el impacto y relevancia de la actividad económica en el Producto Bruto Interno (PBI) regional y nacional, y el grado de avance de la unidad económica: exploración avanzada o pre inversión, construcción y desarrollo, producción o extracción, demanda energética, transferencias de recursos por canon y regalías, entre otros.

Asimismo, es importante el grado de inclusión económica de la población, y la evidencia de la disposición al diálogo y coordinación multisectorial de parte de los representantes de la población del espacio geográfico, la que se acredita sobre

la base de información remitida por las autoridades competentes.

Durante el proceso de identificación de los estudios de preinversión, fichas técnicas, proyectos de inversión, inversiones de optimización, de ampliación marginal, de reposición y de rehabilitación y/o actividades priorizados a ser financiados por el FAS, la Secretaría Técnica elabora una matriz de evaluación, con el correspondiente análisis de contribución de cada criterio, al que se le asigna un factor que es ponderado en la fórmula que se aprueba en el Manual de Operaciones del fondo.

De acuerdo con el decreto, en el Plan de Cierre de Brechas Sociales la priorización se realizará a través de estudios de preinversión, fichas técnicas, proyectos de inversión, inversiones de optimización, de ampliación marginal, de reposición y de rehabilitación y/o actividades que ofrezcan la más alta probabilidad de generar un efecto multiplicador y de mejora de los indicadores sociales.

voestalpine High Performance Metals del Perú S. A.

**BÖHLER**

**VENTAS:**  
ACEROS  
T (01) 619-3232  
[ventas@bohlerperu.com](mailto:ventas@bohlerperu.com)

**SOLDADURAS**  
T (01) 619-3248  
[soldaduras@bohlerperu.com](mailto:soldaduras@bohlerperu.com)

**TRATAMIENTOS TÉRMICOS**  
T (01) 619-3240  
[traterm@bohlerperu.com](mailto:traterm@bohlerperu.com)

**CONTROL DE MATERIALES**  
T (01) 619-3252  
[control\\_mat@bohlerperu.com](mailto:control_mat@bohlerperu.com)

**SUCURSALES:**  
ATE: (01) 619-3247  
AREQUIPA: (054) 282-884  
LOS OLIVOS: (01) 619-3231

ASESORÍA TÉCNICA: (01) 619-3254  
CRÉDITOS: (01) 619-3243  
ADMINISTRACIÓN: (01) 619-3250

**REPRESENTANTES:**  
PIURA: (073) 332-074  
HUANCAYO: (064) 246-143



[www.bohlerperu.com](http://www.bohlerperu.com)  
[www.voestalpine.com](http://www.voestalpine.com)

**voestalpine**  
ONE STEP AHEAD.



El XI Encuentro de Contratistas Mineros se realizará en Arequipa.

## En el ámbito nacional

# Las contratistas mineras generan un movimiento comercial del S/ 18,000 millones

La Asociación de Contratistas Mineros del Perú (Acomipe), realizará del 11 al 13 de abril en el Centro de Convenciones de Cerro Juli de Arequipa, el XI Encuentro de Contratistas Mineros, que reúne anualmente a empresarios, profesionales, funcionarios, ejecutivos, autoridades, técnicos y operarios, de las firmas contratistas, compañías mineras, proveedores, entes rectores, fiscalizadores, académicos y representaciones internacionales.

**P**ara conocer más detalles sobre los 20 años de Acomipe y el encuentro que desarrollarán este año, dialogamos con su gerente general, Carlos Bernal, quien precisó que en la actualidad cuentan con cerca de 400 asociados a nivel nacional, y que el conjunto de empresas especializadas genera un movimiento cercano a los S/ 18,000 millones.

### ¿En qué contexto surge esta organización de empresarios?

Acomipe surge en el contexto de la

normatividad referida a la tercerización laboral en la década de los noventa. Recién con la Ley General de la Minería de 1991 se facultó a las compañías mineras a contratar firmas especializadas para la ejecución de las operaciones en la producción minera en todas sus fases. Eso dio pie al éxito económico de la industria.

Anteriormente, además del terrorismo, las mineras tenían el problema de la contratación directa de los trabajadores, pues lamentablemente hasta hoy, los sindicatos en el Perú no se han modernizado y por

cualquier motivo paralizaban una operación. Es ahí cuando entra a tallar la figura del empresario contratista con una nueva modalidad de operación.

### ¿A cuántas empresas del país agrupa Acomipe?

Contamos con cerca de 400 firmas afiliadas a nivel nacional. Nuestra institución es la única que agrupa a contratistas mineros. De todo el grupo de inscritos en el ministerio, un promedio de 70 a 75 por ciento se encuentran activos y actualmente se registran aproximadamente 100 empresas nuevas por año.

### ¿Qué especialidades tienen las empresas agrupadas dentro de Acomipe?

Las contratistas abarcan todas las fases de la producción minera, pero donde más han incidido es en la exploración, desarrollo y explotación. Uno de nuestros fundamentos es la especialización constante, es por ello que hemos asesorado y capacitado a personal de estas firmas de forma transversal: desde la gerencia hasta el último colaborador.

### ¿Cómo es el relacionamiento de las contratistas con las empresas proveedoras del sector?

Hoy en día, los contratistas son el principal cliente en el sector. Las compañías mineras ya no compran tanto, salvo cosas de gran envergadura. Por ello, los contratistas deben adquirir desde la tuerca más chica hasta la máquina más grande para ejecutar operaciones. Esa es la exigencia actual. Los contratistas tienen su propio recurso humano, equipos y maquinaria y, si no los tienen, deben ser alquilados para prestar sus servicios.

Hoy en día, en el parque de equipos y maquinarias del sector, más del 70 por ciento es de contratistas. Hay también otro grupo más pequeño de firmas de actividades conexas y complementarias, vale decir, topografía, catering, seguridad de instalaciones, etc.

El Ing. Víctor Gobitz, presidente del IIMP, señala que existe una tarea pendiente en recursos humanos y mejores condiciones de los contratistas para ser más competitivos.

### ¿Qué opina al respecto?

Lo que dice es muy cierto. Es un mensaje de reflexión que cala y refleja la preocupación de las compañías mineras por

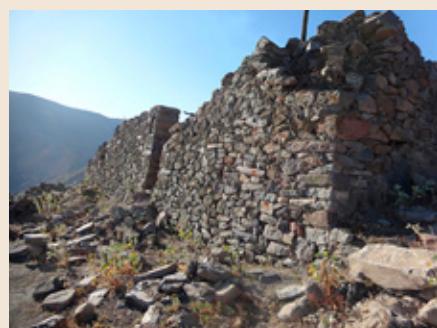
# Corredores productivos y eco-turísticos

Uno de los principales temas que se abordarán en el XI Encuentro de Contratistas Mineros, es el relacionado con las propuesta de reinversión minera para impulsar nuevos corredores productivos y eco-turísticos en la región Arequipa, estudio desarrollado por los ingenieros Juan Álvarez Torres y Pedro Cárdenas Medina.

El objetivo de este trabajo, es dar a conocer, presentar y promocionar nuevas potencialidades naturales y culturales que en el territorio de la región Arequipa existen, para potenciar el crecimiento económico, multiplicar el empleo y mejorar la calidad de vida.

De acuerdo con lo adelantado por Cárdenas Medina, las principales iniciativas de este tipo son:

- Mega proyecto de investigación y ecoturismo Sumbay: "Parque de investigación, educación, conservación productiva y ecoturismo".
- Mega proyecto majestuoso Ampato: "Círculo Ampato-Sabancaya-Hualca Hualca, Pichirigma, Mucurca, Cañón Colca".
- Mega proyecto Coropuna: "Corredor Cañón Tectónico-Volcánico-Glacial-Hídrico-Energético Transversal Andino-Costero-Marítimo".
- Mega proyecto Caraveli Costero: "Corredor costero desértico litoral balneario-pesquero pacífico norte".
- Mega proyecto La Joya: "Territorio costero-litoral nueva ciudad industrial-balneario Arequipa".
- Mega proyecto Tambo: "Corredor valle Tambo – pampas agroindustriales costeras alto Punta de Bombón".



elevan la calidad de la producción, seguridad y medio ambiente en las operaciones a través de los contratistas a niveles internacionales. Es importante analizar integralmente la situación de las firmas especializadas en el Perú para conocer la situación de sus trabajadores y si tienen las condiciones adecuadas en operaciones para brindar un buen servicio.

Aquí es trascendental resaltar que las relaciones entre compañías mineras y contratistas deben ser más horizontales, equitativas y equilibradas. A las empresas no les conviene sacar contratistas permanentemente, por no prestar buen servicio u otras razones. Para eso, se deben resolver varios temas, como mejores tarifas de operación, remuneraciones, una justa distribución de utilidades y adecuadas condiciones de trabajo, para que se presten servicios de mejor calidad.

## ¿Cuál es el nivel de los contratistas peruanos en comparación con los competidores extranjeros?

Operativamente, el contratista peruano está mejor con las exigencias que se han implementado a lo largo del tiempo, por eso es que ya está siendo más requerido en el exterior. Pero su situación como empresario no va a la par porque se maneja bajo tarifas de operación y estas, por la mal entendida competencia, se vuelven muy marginales y complican su desarrollo.

Al ser así, cualquier error puede afectar la utilidad. Los precios se han ido más abajo porque solo se mira en función de estos, lo que no debería pasar. En ese sentido, se espera un entendimiento por ambas partes para evitar bajar la calidad. La sociedad estratégica se debe aplicar en la realidad. La alianza entre mineras y contratistas se tiene que dar en la práctica, y no quedar como un bonito lema.

## ¿A cuánto asciende el movimiento comercial que tiene los contratistas mineros?

El conjunto de empresas contratistas a nivel nacional genera alrededor de 18,000 millones de soles, de los cuales 3,000 millones son tributo a favor del Estado.



Carlos Bernal.

## ¿Cuéntenos sobre el encuentro que realizarán próximamente en la Ciudad Blanca?

Es la undécima edición del Encuentro de Contratistas Mineros y se realizará del 11 al 13 de abril en el Centro de Convenciones del Cerro Juli en Arequipa. Lo hacemos ahí porque toda la Macro Región Sur está albergando la mayor cantidad de proyectos mineros, a diferencia de la zona centro y norte, donde las labores aún siguen deprimidas y lentas.

Vamos a contar con conferencias magistrales y técnicas, exposición de equipos, maquinaria y ruedas de negocios. El objetivo de esta nueva edición es actualizar los conocimientos, emitir propuestas e integrar a toda la familia minera.

Para obtener más información, los interesados pueden ingresar al sitio web [www.encuentrodecontratistasmieros.com](http://www.encuentrodecontratistasmieros.com) o escribir al correo electrónico [ventas@acomipe.com](mailto:ventas@acomipe.com).

## ¿Qué temas se van a tocar y qué mensaje desean transmitir?

Todos los temas son transversales a la gestión del empresario contratista, tales como, costos, logística, técnicas operativas, seguridad, medio ambiente, tributación, certificaciones, etc. También, estamos incluyendo un foro sobre formalización minera para atender las necesidades de la pequeña y la minería artesanal, que son los sectores que necesitan más apoyo.

El mensaje principal que deseamos transmitir e invocar es el de la integración, procurando una comunión de esfuerzos de todos los actores: compañías, contratistas, trabajadores y proveedores. Creemos que ya es tiempo de cohesionarnos para corregir, mejorar y hacer sostenible nuestra industria minera.



Esperan reunir a 1,500 participantes.

Entre el 7 y 11 de mayo

## IV Congreso Internacional Sur Minero se realizará en Moquegua

La Universidad Nacional de Moquegua y Southern Peru realizarán del 7 al 11 de mayo próximo el IV Congreso Internacional Sur Minero – Comasurmin, la segunda feria de exposición minera Moqueguamin y la primera rueda de negocios, en las instalaciones de la referida casa de estudios superiores.

**A**l respecto, el presidente de este encuentro y gerente de Mina Cuajone, Javier Salazar Muñoz, comentó que el objetivo es congregar a los representantes de la minería nacional e internacional para compartir los avances tecnológicos, académicos, políticos, económicos, sociales y medioambientales a través de conferencias magistrales y ponencias, con el propósito de contribuir a la investigación, la tecnología y la difusión del potencial geológico minero del país y, en especial, de la región Moquegua.

Además, dijo que en la feria Moqueguamin se exhibirán equipos mineros y se mostrarán las diferentes actividades que realizan las empresas del sector. En este marco, agregó que como una contribución a la economía de la región, también se realizará la primera rueda de negocios.

Salazar, sostuvo que la reunión está dirigida a estudiantes y profesionales, siendo un encuentro de carácter técnico de la minería pero que, a su vez, es una oportunidad de hablar sobre el agua, relaciones comunitarias, medioambiente, entre otros. "Y acercarnos a la sociedad no minera", destacó.

De otra lado, detalló que se dictarán cerca de 70 ponencias y se contará con 80 stands en la feria, que es auspiciada por Anglo American Quellaveco, y en la que participarán, entre otras, empresas como Ferreyros, Comatsu y Southern Peru.

Como parte de las conferencias, catorce serán ofrecidas por especialistas de Southern, que cubren todo el proceso minero: exploración, cálculo de reservas, recursos, planeamiento, explotación, y cierra.

Entre estos tenemos al director general de Operaciones de Southern Peru, Jorge Meza, encargado de Toquepala, Cuajone e Ilo. Igualmente, al gerente de Recursos Hídricos, Nicolás de Piérola, quien abordará el tema de las cabeceras de cuenca.

Igualmente, participará el vicepresidente de Finanzas, Raúl Jacob, quien abordará lo relacionado con las inversiones sociales realizadas en torno al proyecto Tía María.

"Esperamos que vayan 1,500 personas no solo de Moquegua, sino también de Arequipa, Cusco, Apurímac y Tacna, a las exposiciones que se dictarán en tres aulas en simultáneo: dos para ponencias técnicas y una para proveedores", manifestó.

Con relación a las presentaciones de otros profesionales del sector, mencionó que se ha invitado al vicepresidente de Operaciones de Compañía Minera Antamina, Jorge Ghersi; al exciceministro de Minas del Ministerio de Energía y Minas, Rómulo Mucho, y al gerente general de Aruntani y del proyecto San Gabriel de Compañía de Minas Buenaventura.

Del mismo modo, al gerente de Mina y al superintendente de Planeamiento de Minera Las Bambas, asimismo a los representantes del proyecto Los Calatos, que recientemente han presentado su estudio de impacto ambiental (EIA).

En otro momento, Salazar Muñoz comentó que a la feria esperan la concurrencia de entre 5,000 y 6,000 personas. "Esta exhibición tecnológica es abierta. El plan es ir a los colegios para invitar a los estudiantes de 4º y 5º de secundaria para que nos visiten en forma gratuita", explicó.

Además, mencionó que como parte del congreso, los días 10 y 11 de mayo, se han programado visitas técnicas al proyecto Quellaveco, y las unidades Cuajone, Toquepala, e Ilo, a las que podrían sumarse el proyecto Los Calatos y la mina Pucamarca.

"Aprovecho esta oportunidad para invitarlos a que participen en este encuentro con la finalidad de difundir las actividades mineras y con el espíritu de reunir a la empresa con la academia, como efectivamente se logró en el último PERUMIN", concluyó.



Minería moderna.

## En presentación de VI informe EITI Destacan trabajo tripartito en la transparencia de las industrias extractivas en el país

**L**a exministra de Energía y Minas, Angela Grossheim destacó el trabajo tripartito del gobierno, las empresas extractivas y grupos de la sociedad civil, para promover y desarrollar transparencia mediante la publicación de los pagos que hacen las compañías y los ingresos que el Estado recibe de estas, con el fin de contribuir a una gobernanza efectiva.

Así lo señaló durante la presentación del VI Informe Nacional de Transparencia de las Industrias Extractivas, EITI Perú 2015 – 2016, realizado por la Consultora EY.

"El Ministerio de Energía y Minas –Minem– encargado de promover la minería y la energía, tanto social como ambientalmente amigables, representan el 68 por ciento de las exportaciones de nuestro país. Un orgullo que implica un reto importante como Estado y una responsabilidad enorme respecto de las transferencias que hacemos y, sobre todo, el uso responsable de estos recursos", precisó.

En ese sentido, agregó que esta iniciativa ayuda justamente a generar confianza en toda la población, en la sociedad civil y, a su vez, legitima la labor del sector.

Además, agradeció el apoyo de la cooperación internacional, de las embajadas de Canadá, Alemania, Estados Unidos de Norteamérica y Suiza, y los invitó a difundir este informe y continuar en este proceso para el desarrollo de las comunidades más alejadas de nuestro país.

Por su parte, Fernando Castillo, secretario técnico de la EITI Perú y titular de la dirección general de Gestión Social del Minem, sostuvo que para la elaboración del VI Informe Nacional de

Transparencia han participado 61 empresas extractivas (19 de hidrocarburos y 42 mineras).

"El periodo estudiado son los años fiscales 2015 y 2016 y la participación para el caso de la minería es mayor al 85 por ciento de la producción nacional, y para hidrocarburos superior a 90 por ciento. Este informe contiene información sobre los pagos (tributarios y no tributarios) de empresas al Estado", explicó.

Asimismo, indicó que se ha elaborado los "Estudios Regionales de Transparencia EITI de Moquegua, Piura y Arequipa 2014-2016". En esta versión han participado 17 instituciones públicas de forma voluntaria (GORE's, universidades, y gobiernos locales), y se expone información sobre las transferencias por canon, sobre canon y regalías a gobiernos sub-nacionales. "También se transparenta el uso de estos recursos", resaltó.

A su turno, Santiago Dondo, director regional para América Latina y el Caribe de EITI, afirmó que esta iniciativa se "ofrece como una herramienta para lograr mayor transparencia, combatir la corrupción y lograr que los recursos públicos ayuden a una mayor gobernabilidad en nuestros países y coadyuven a que el desarrollo llegue a la gente que más lo necesite".

Actualmente, existen 52 países que han implementado este mecanismo, incluido el Perú, que en 2012 obtuvo la categoría de "País Cumplidor", convirtiéndose en la primera nación a nivel de todo el continente americano en recibir esta calificación.

**IPSERGEN**  
INGENIERÍA - PRODUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

**SISTEMA ELECTROHIDRAULICO PARA ACCIONAMIENTO DE TOLVAS (RAMPAS, GALERIAS Y PIQUES)**

**EN GALERIAS.** **EN RAMPAS.**

1.- Seguridad en el accionamiento de sus compuertas de descarga.  
2.- Reduzca Costos en energía, operación y reparaciones.  
3.- Mejore calidad de aire comprimido en sus instalaciones de mina.

**PEDIDOS: IPSERGEN S.A.C. - Ing. Francisco Contreras Carbajal**  
Tel.064 - 242885 964230999 964914410  
E-mail: ipsergen@yahoo.es - fcontreras@imp.pe / Web: www.ipsergen.com

Jr. Alejandro O Deustua Nº 1086 - Huancayo - Perú

En América Latina

# Perú se ubicó en segundo lugar como destino atractivo para invertir en minería



Pese a ello avanzó del puesto 28° al 19° en el ranking Fraser.

De acuerdo con el último informe del Fraser Institute de Canadá, Perú retrocedió una ubicación y se situó en el segundo lugar, detrás de Chile, entre las jurisdicciones de América Latina más atractivas para invertir en minería.

**P**ese a ello, en un universo que incluye a 104 distritos, nuestro país avanzó desde el lugar 28° registrado en 2016 al 19° en la edición 2017 del ranking, pero fue superado por el vecino del sur que pasó del puesto 39° al 8°, lo que representa su mejor resultado desde 2013.

Con esta nueva ubicación, Perú se consolida como el segundo país más atractivo dentro de la región para invertir en minería, ratificando su supremacía frente a México (44), Colombia (64), Brasil (65), Ecuador (70), Venezuela (85) y Bolivia (86).

Además, nuestro país es el único de los cinco principales productores de co-

bre que aumentó su nivel de extracción en 2017.

El estudio realizado por los expertos del Fraser Institute conjuga factores geológicos, pero también considera variables de ambiente político y de regulación propicia para el desarrollo de la actividad minera. En ese sentido, el Perú se situó en el puesto 14, en potencial minero, y 43, en percepción política.

Las nuevas posiciones representan una diferencia positiva de 3 y 11 peldaños, respectivamente, en comparación con las ubicaciones número 17 y 54 de 2016.

En el caso de Chile, uno de los elementos en los que se registró el mayor

avance en el ranking fue el de buenas prácticas mineras, que analiza el entorno regulatorio: impuestos, riesgos y régimen minero. En dicha categoría, pasó de tener el puesto 49° en 2016 al 7°. El país también avanzó en la percepción política, donde pasó desde el puesto 35° al 25°.

El informe también destacó que los encuestados aseguraron que disminuyó la incertidumbre con respecto a la administración, interpretación y aplicación de las reglamentaciones existentes en la industria local. En el mismo sentido, también se habrían detectado menos inconsistencias regulatorias. "Los requisitos de administración se han simplificado para los procesos de permisos, creando certeza para los inversores", indicó uno de los entrevistados, según recogió el Fraser Institute.

## Finlandia

El país que obtuvo el primer lugar en el ranking fue Finlandia, desplazando al segundo lugar a la provincia de Saskatchewan (Canadá), mientras que el tercer lugar lo obtuvo Nevada, en Estados Unidos de Norteamérica. En la otra vereda, dos jurisdicciones de América Latina y una africana obtuvieron los peores índices, estos son Mendoza (Argentina), Guatemala y Kenia.

Pese al puntaje registrado por Mendoza, la totalidad de los distritos mineros en el país del Río de la Plata mejoraron su posición en relación con el año anterior. La más atractiva fue San Juan, que avanzó desde el puesto 58° al 42°. En ese marco, Argentina experimentó la mejora más grande, con un aumento del 65% en su puntaje. Pese a dicho avance, la región de Latinoamérica y el Caribe en general, se ubicó como el continente que menos atrajo capitales para la minería, detrás de África y Asia.

El índice del Fraser Institute, clasifica a las jurisdicciones según su atractivo geológico, percepción política, políticas públicas y la recepción en lo que respecta a la inversión en exploración. Se elaboró a través de una encuesta, enviada entre fines de octubre y principios de noviembre del año anterior, a unos 360 ejecutivos mineros y consultores.

2018 LIMA, PERÚ  
29, 30 Y 31 MAYO / MAY

SEDE / VENUE: THE WESTIN LIMA HOTEL & CONVENTION CENTER

Chimú, 1100 - 1450 d.c.  
Cuenco bimetálico de oro y plata.  
Museo - Larco  
Lima - Perú



13

SIMPOSIUM INTERNACIONAL  
DEL ORO Y DE LA PLATA  
INTERNATIONAL GOLD & SILVER  
SYMPOSIUM

ORGANIZADO POR / ORGANIZED BY:



SOCIOS PRINCIPALES / MAIN PARTNERS:



SOCIOS / PARTNERS:



COLABORADORES / COLLABORATORS:



PROMUEVE / PROMOTED BY:



Bullion Bulletin™

Caretas

Chile

desde adentro

E&MJ

GBR

Horizonte Minero

LATINOmineria

Miner&Mining

MINERIA & ENERGIA

mineria

MINERIA

MiningPress

mining

nme

ProActivo

CEOPOLD BUSINESS GROUP

RUMBO MINERO

Redes Mineras MINERA

SEMANA ECONOMICA

SEGURIDAD MINERA

TODO MINERA

AGRADECIMIENTO / ACKNOWLEDGEMENT:

Compañía Minera Poderosa S.A.



Espacios ecoamigables.

## Famesa Explosivos con nueva sede central

Como parte de su estrategia de crecimiento y con el fin de reforzar su presencia en el mercado peruano, Famesa Explosivos, empresa nacional con más de 65 años liderando procesos de investigación y desarrollo de emulsiones, recientemente inauguró sus nuevas oficinas en el Centro Empresarial Los Inkas en el distrito de Santiago de Surco.

Para Eduardo Yrigoyen, gerente general de la empresa, el objetivo principal del

cambio es obtener un ambiente de trabajo que promueva la innovación, la integración y la comunicación.

"El mercado evoluciona rápidamente y nos estamos adaptando para ser capaces de asegurar el crecimiento sostenido de nuestro negocio. Estas nuevas oficinas nos permitirán mostrar todo nuestro potencial, solidez y experiencia en el mercado, con un espacio vanguardista, moderno e innovador que refleja la cultura de Famesa y

nos posibilita acercarnos más a nuestros clientes" destacó.

La actual sede central tiene una extensión de 1,357 m<sup>2</sup>, donde alrededor de 100 colaboradores podrán desempeñarse en un espacio único, con un diseño ortogonal, sobrio y moderno que, con cierto grado de flexibilidad, articula y facilita el trabajo entre las distintas áreas, ofreciendo también balance para el confort de los usuarios.

Este proyecto está alineado con el plan de crecimiento de Famesa para este 2018, el cual también incluye la modernización y adquisición de nuevas tecnologías para sus cuatro plantas en el Perú y la apertura de nuevas operaciones en el extranjero.

El panorama es bastante alentador, este año esperamos alcanzar un crecimiento del 10 por ciento y continuar con la constante satisfacción de las necesidades que nos demanda el mercado" indicó el ejecutivo.

Finalmente, es de destacar el compromiso de Famesa Explosivos con el medio ambiente, para sus nuevas oficinas se minimizó el uso de materiales, se optimizó el ingreso de luz natural y la iluminación, consiguiendo un ahorro en el consumo de energía de hasta 60%.

## Metso presentó lo último de la tecnología aplicada a la minería

En una reunión dirigida a la prensa especializada, Metso Perú hizo la presentación de lo último del desarrollo tecnológico aplicado a la minería, así como de sus modernos servicios integrales posventa.

La bienvenida estuvo a cargo de Eduardo Nilo, vicepresidente Senior Pacific Rim, y Joe Pezo, vicepresidente de Ventas de Servicios Andean Area, quienes destacaron que la empresa cumple este año 150 años a nivel global, basados en la innovación permanente.

El gerente de Ventas Senior de Capital Equipment, Luis Chía, expuso respecto al HPGR/HRC más grande del mundo; el

gerente Regional de Ventas Flow Control, Manuel Vera, sobre el transporte y control de fluidos en plantas concentradoras, y el gerente de Ventas de Crusher & Screening, Maykol Valdez, abordó el tema: Ayer, hoy y el mañana del proceso de chancado de minerales.

Del mismo modo, el sub gerente de Ventas ETO, Elwin Huamaní, trató lo referente a la ingeniería al servicio del cliente; el gerente de Ventas Mill Lining, Victor Ruiz, sobre las nuevas tecnologías en revestimientos de molinos y aplicaciones de materiales antiabrasivos para medios secos y húmedos en operaciones mineras, y el representante de la Línea Crusher Wears Solutions,



Joe Pezo.

José Absi: Metso Perú, líder en el mercado de Crusher Wears Solutions.

Finalmente, el gerente de Servicios Técnicos, Alex Salvador, disertó respecto a los servicios de alta confiabilidad para la operación minera. Todos ellos, mostraron que Metso es una empresa que trabaja en base a la mejora continua con el fin de lograr el éxito de sus clientes en los diferentes campos donde operan.



Los padrinos fueron la Sra. Isabel Arias y el Ing. Miguel Carrizales.

## Tumi inauguró oficinas administrativas en Lurín

Con ocasión de su vigésimo aniversario de fundación, la empresa Tumi Contratistas Mineros inauguró las oficinas administrativas de su moderna planta ubicada en Lurín (Lima), contando como padrinos con la Sra. Isabel Arias, presidenta del directorio de Compañía Minera San Ignacio de Morococha y el Ing. Miguel Carrizales, expresidente del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIIMP).

En la ceremonia, el gerente general de la compañía, Marc Blattner detalló que las nuevas instalaciones abarcan 3,000 m<sup>2</sup> de un total de 38,000 m<sup>2</sup> disponibles para continuar con el crecimiento integrado de la planta en el futuro.

"Recuerdo hace cinco años cuando adquirimos estos terrenos que no tenían ningún tipo de edificación, hoy con orgullo inauguramos estas modernas oficinas,

lo que no hubiera sido posible sin el liderazgo de nuestro mentor: Stu Blattner, mi padre", resaltó con orgullo.

De otra parte, informó que la empresa tiene presencia en diversas minas del país, tales como Casapalca, Raura y San Rafael, entre otras, donde gracias al óptimo desempeño de la máquina 400 SR consiguen buenos resultados.

Así, con la tecnología *raise boring*, Tumi gana terreno en el mercado peruano, además de abrirse paso en Chile y Brasil, donde recientemente inauguraron oficinas.

En ese marco, Blattner destacó que la 400 SR permite un menor tiempo en su instalación. "El plazo estimado para colocar una máquina tradicional, que incluye una base de concreto y anclaje, es de siete días, sin embargo, con el sistema Tumi lo realizamos en 45 minutos", explicó.

Desde su fundación la empresa tiene como objetivo dedicarse a la fabricación y comercialización de máquinas y a la prestación de servicios en la actividad minera en general, incluyendo la perforación de chimeneas para ventilación y/o producción en minas subterráneas, explotación y desarrollo, preparación, explotación y perforación diamantina, entre otros.



## AESA: Los Guerreros de la Seguridad

AESA, empresa líder en servicios de minería subterránea, en su comprometida búsqueda constante de operaciones libres de accidentes ha lanzado su Plan de Seguridad 2018 llamado:

### "Los Guerreros de la Seguridad"

Los objetivos principales de este lanzamiento son:

- Identificar como reforzar los resultados en Seguridad a todo nivel en las Unidades Mineras.
- Fortalecer el Sistema de Gestión de SSMA y sus 5 pilares.
- Saber que es un Guerrero de la Seguridad en AESA y como liderar iniciativas preventivas.

Con la finalidad de comunicar este plan, visitaron junto al equipo de "GUERREROS DE LA SEGURIDAD", las distintas Unidades Mineras de todo el Perú.

Los colaboradores de AESA a través de divertidas dinámicas, reforzaron la Cultura de Seguridad y finalizaron coreando con emoción el HIMNO AESA 2018.

Para mayor información acerca de "Los Guerreros de la Seguridad", visita el **Facebook de AESA**.



# Cargadores LHD a batería: características, diseño y funcionamiento

Por: Ing. Túlio Antezano,  
profesor de la Universidad de Ingeniería  
y Tecnología (UTEC).

Con gran expectativa las empresas que operan minas subterráneas en nuestro país esperan introducir paulatinamente cargadores accionados a batería por las importantes ventajas que estas unidades ofrecerían en nuestra realidad operacional.

La iniciativa de fabricar equipos accionados por batería ha surgido como consecuencia de los nuevos desarrollos en la tecnología de los dispositivos de almacenamiento de energía. Al igual que en la industria automotriz, hoy es una realidad la fabricación de maquinaria pesada subterránea accionada por baterías con cero emisiones.

El lanzamiento al mercado global por diversos fabricantes de los primeros cargadores LHD a batería en la feria MINEXPO 2016, confirma el extraordinario interés que ha despertado en todo el mundo esta innovación alternativa al uso del diésel. En el futuro próximo no será sorpresa contar con una variedad amplia de equipos pesados a batería para trabajos en minas subterráneas.

Lo anterior ha incentivado a las empresas productoras de litio, cobre y otros minerales de alta tecnología a invertir en exploraciones para ubicar nuevos yacimientos. Estos minerales vienen experimentando una gran demanda por parte de los fabricantes de baterías industriales de última generación.

Veamos cuáles son las ventajas que ofrecen los cargadores a batería respecto a las versiones diésel y eléctricas.

## Ventajas de los LHD a batería

- No generan las emisiones típicas de los motores diésel.

- El nivel de ruido cae notablemente (entre 60 a 80 Db).
- La batería permanece fría al tacto y no presentará ningún peligro.
- La descarga de la batería varía entre el 14% y el 20% por hora, dependiendo de las características de uso del equipo.

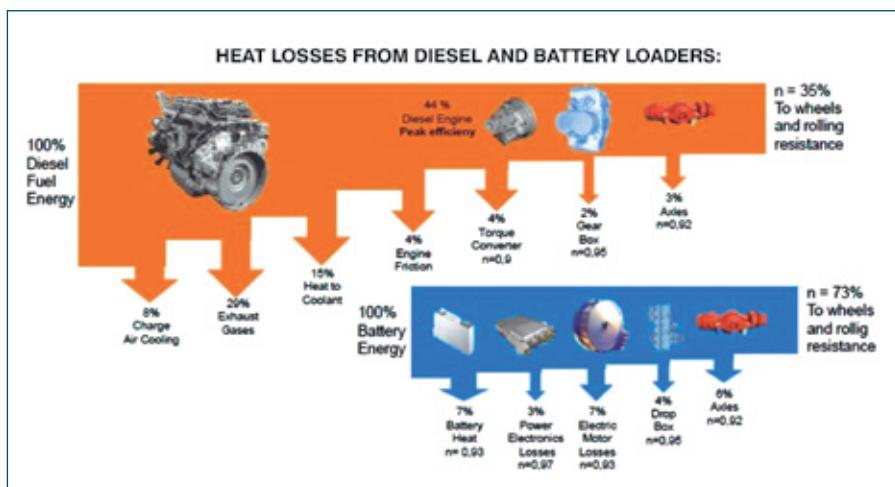


Figura 1. Pérdidas de calor de los cargadores de diésel y de batería.

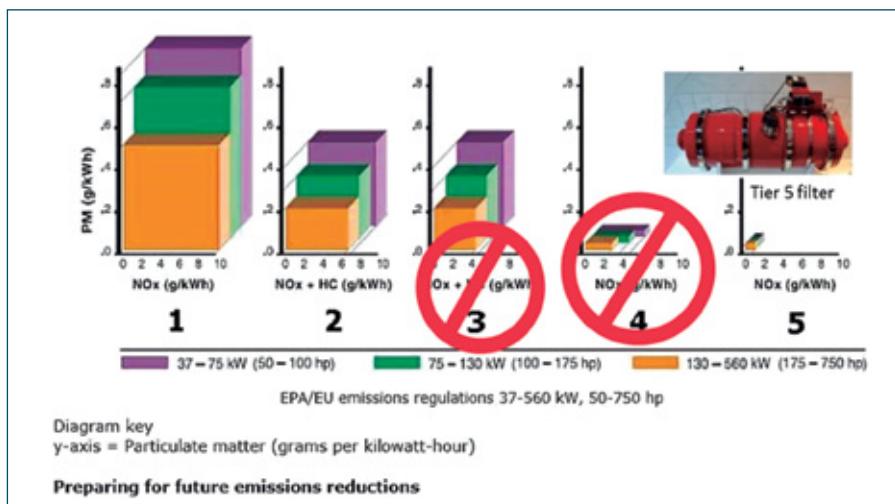


Figura 2. Avance en la reducción de emisiones.

Actualmente, se están desarrollando sistemas de carga rápida (Quick charge) que en solo 15 minutos pueden recargar la batería. Esto evitaría reemplazar la batería descargada por otra con carga que viene a ser un inconveniente en las actuales unidades en uso. Un factor fundamental es el tipo de batería a incorporar a un cargador LHD, cuya demanda de energía varía durante una jornada debido a las características de la aplicación (pendientes de rampas, fragmentación de la roca, distancias, curvas etc.).

- Potencia instantánea.
- No hay problema de DPM (partículas diésel).
- Menor temperatura de funcionamiento.
- Se requiere menos de 50% de ventilación que una unidad a diésel.
- Menor demanda de mantenimiento de la máquina.
- No hay manipuleo ni almacenamiento de combustible diésel.
- Velocidad de tracción e hidráulica totalmente proporcionales.

- Operación de la bomba con menos ruido y con menos demanda de potencia.
- Frenado regenerativo (recarga la batería).

### Desventajas de los LHD a diésel

- Mantenimiento del motor, requiere tiempo y es costoso.
- Motores producen emisiones y partículas diésel y su ingesta afecta la salud de los trabajadores.
- Los requerimientos de ventilación comparados con los de batería son 50% mayores. Se ahorra energía con los similares a batería.
- Produce mayor calor.
- Genera mayor nivel de ruido (nivel promedio típico es de 105 dB, por tanto, requiere doble protección auditiva).

### Desventajas del LHD eléctrico

- Falta de flexibilidad. El cargador permanece cautivo en zonas de producción.
- La continua tensión en el cable causa cortes, desgaste y accidentes de este

accesorio. También el carrete enrollador se ve afectado por la tensión extrema del cable por descuido en la operación, ocasionando paralizaciones inesperadas.

### Las emisiones del motor diésel y las partículas

En este tema surge una interrogante: ¿Estamos preparados para cumplir con la reducción de emisiones a Nivel Tier 5?

Considerando que toda operación subterránea debe cumplir con la reglamentación de seguridad y salud ocupacional, alineada con la obligación de los fabricantes de motores a diésel que deben cumplir con los estándares de control de emisiones, como es de público conocimiento existe un plan para introducir motores que generen menores emisiones, lo que está regulado por agencias de control de emisiones conocidas por sus siglas EPA y EU.

En la Figura 2, podemos observar que actualmente la incorporación de motores que reúnen los requisitos de la regulación Tier III es escasa, y a futuro será más complicado cumplir con el estándar Tier IV por las condiciones propias de una operación subterránea, caracterizada por la variabilidad de la demanda de ventilación, que en muchos casos es insuficiente. También con niveles de temperatura ambiente y humedad desfavorables para una buena combustión del motor.

El problema se magnifica en operaciones a gran altitud por la menor cantidad de oxígeno en el aire y su menor densidad, condiciones que afectan especialmente a los equipos accionados a diésel. Esta realidad está promoviendo a empresas innovadoras a invertir en investigación y desarrollo para diseñar y fabricar nuevos equipos y sistemas para electrificar todas las operaciones en una mina, lo que implica equipos de perforación, transporte y utilitarios accionados a batería en una primera fase y luego con la automatización mediante sistemas continuos de extracción.

### Tren de fuerza para LHDs a batería

- Los diseños actuales requieren motor diésel, convertidor de torque, transmisión de 3 o 4 velocidades, ejes cardanes y ejes frontal y posterior, y el motor también acciona la bomba hidráulica.

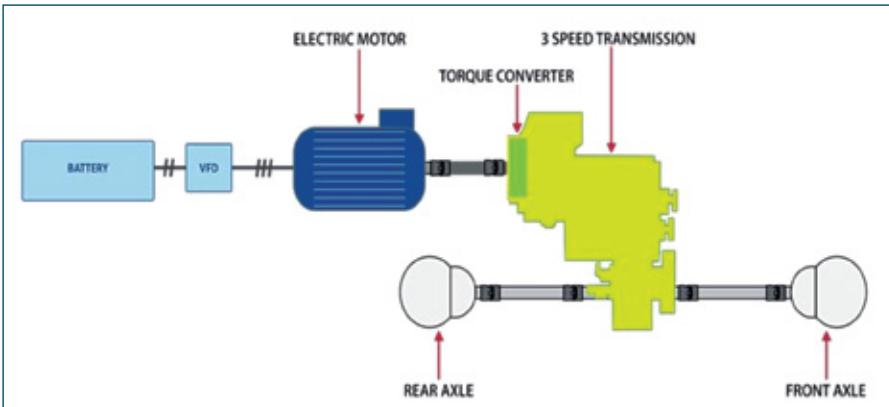


Figura 3. Tren de fuerza mecánico accionado por motor eléctrico DC.

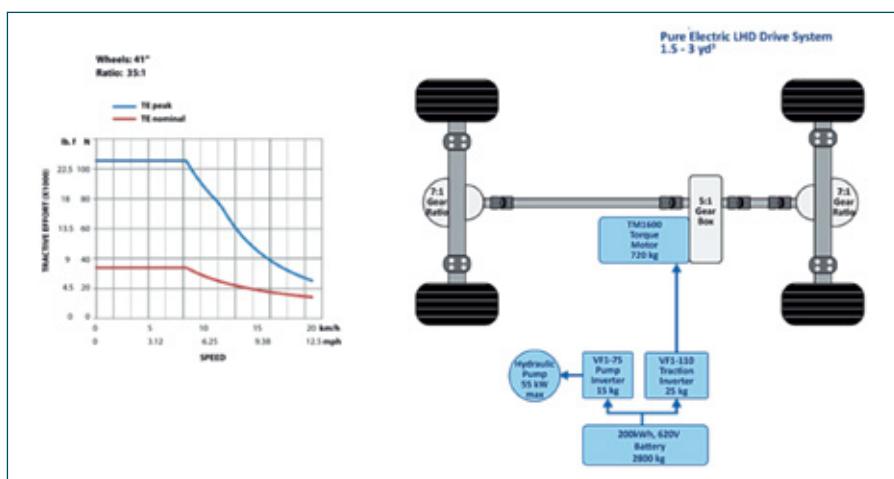


Figura 4. Sistema de transmisión LHD eléctrico puro 1.5 - 3 yd³.

■ Los LHDs a batería de varias empresas sustituyen el motor diésel por uno eléctrico accionado por batería mediante un inversor de corriente, que está acoplado al tren de fuerza mecánico existente, y también accionan la bomba hidráulica.

■ Este tipo de configuración desperdicia energía de la batería durante una marcha en vacío, porque el motor eléctrico debe funcionar como un diésel a una velocidad mínima para mantener el sistema hidráulico disponible.

■ Como sucede en el caso del motor diésel, este debe acelerar para proporcionar suficiente energía hidráulica durante la carga con la cuchara.

■ Otras pérdidas con este diseño están relacionadas con las luces, controles, dispositivos de advertencia, sistemas de refrigeración para motores y baterías.

### Bondades del nuevo diseño del LHD a batería

■ El sistema de traslación de la máquina se ha independizado y evita pérdidas de energía en convertidores de torque existentes.

■ No requiere cambio de velocidades, por tanto, no es necesario una caja de transmisión, lo que reduce el peso y evita pérdidas en la caja de engranajes.

■ Tiene una bomba hidráulica independiente que solo trabaja cuando se le demanda y permite maximizar la presión hidráulica, y minimiza el consumo de energía durante el ralentí.

### Batería para el nuevo diseño de LHD

■ Una investigación sobre el desarrollo actual de la nueva generación de baterías mostró que la confeccionada con sal fundida So-Nick (Sodium Nickel) es la más adecuada para los cargadores LHD, siendo capaz de almacenar suficiente energía para un turno de 8 horas.

■ Las baterías de Ion-Litio fosfatado son también una opción, sin embargo, se busca una que pueda satisfacer la demanda de carga en el periodo más largo posible y también con recarga más rápida.

### Costo por consumo de energía

Cálculos sobre costos promedio por

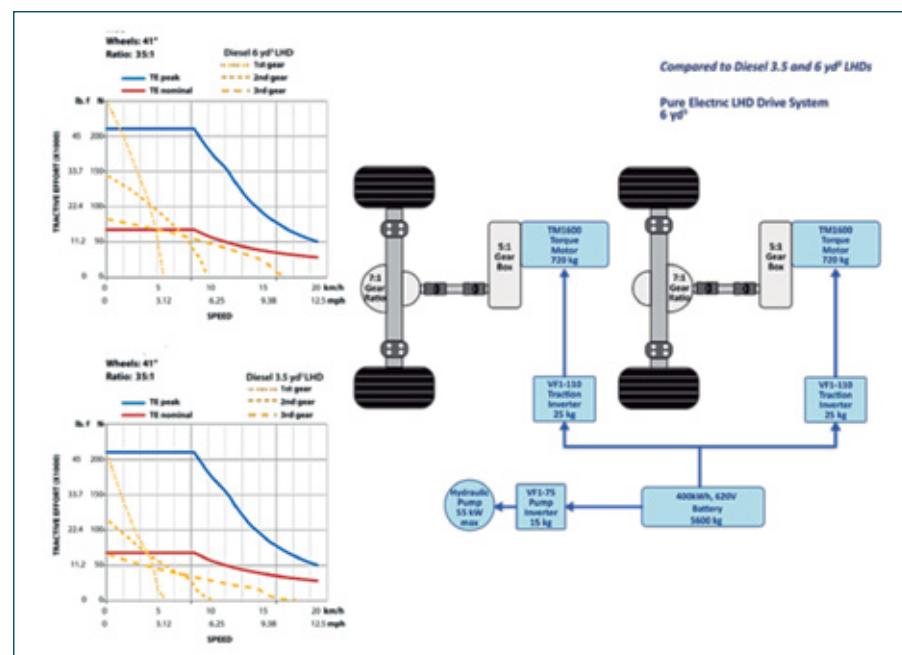


Figura 5. Comparativo tracción-velocidad de LHD a diésel vs a batería de 3.5 a 6 yd<sup>3</sup>.



Figura 6. Vista de la batería So-Nick. Desmontado y montado en un LHD.

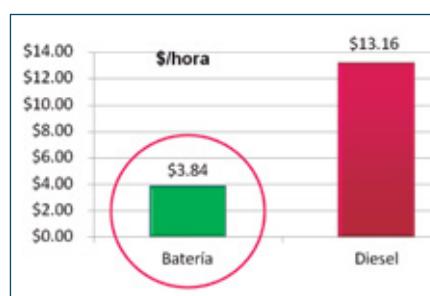


Figura 7. Comparativo de costo por consumo de energía. Unidad de 1.0 yd<sup>3</sup>.

consumo de energía, se efectuaron para comparar los resultados entre unidades similares diésel y a batería. Los resultados se muestran en la Figura 7.

### Últimos desarrollos en tecnología de baterías

Recientemente un reconocido fabricante de cargadores LHD ha anunciado el suministro de sus equipos utilizando

baterías de Ion-Litio con óxido de titanato, cuya bondad principal es que pueden ser recargadas en una estación en solo 15 minutos. Esto eliminaría la necesidad de reemplazar baterías en los cargadores con el uso de las grúas diseñadas para este propósito.

También se encuentran en desarrollo proyectos de innovación para carga de baterías por inducción, la incorporación de sistema trolley para carga durante traslación y fabricar unidades híbridas a batería y eléctricas con cable, donde se dedica el uso de la batería para la traslación y se conecta el cable a una fuente de energía eléctrica para cargar el cucharón.

Para nuestro país es muy importante la utilización de estos cargadores y toda la gama de equipos para extracción subterránea. La justificación es reducir el impacto de operar a grandes altitudes, especialmente con los actuales equipos a diésel.

# SECCIÓN TÉCNICO CIENTÍFICA



Fe de Erratas: en el artículo “Recolección de información geotécnica a partir de testigos de perforación diamantina ¿caracterización o clasificación geotécnica?”, publicado en la edición N° 485, se consignó como autor al Ing. José Carlos Susanibal, cuando su apellido paterno es en realidad Susanibar.



INSTITUTO  
DE INGENIEROS  
DE MINAS  
DEL PERÚ

MINERÍA

PUBLICACIÓN OFICIAL DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ

# Plan Editorial 2018

[www.mineriaonline.com.pe](http://www.mineriaonline.com.pe)

## CONTACTOS:

### Marlene Molleda:

📞 313 - 4160 anexo 210

📠 961 748 318

✉ marlene.molleda@iimp.org.pe

### Patricia Sáenz:

📞 313 - 4160 anexo 211

📠 980 325 749 / 944 570 038

✉ patricia.saenz@iimp.org.pe

### Manuel Miranda:

📞 313 - 4160 anexo 267

📠 983 489 196

✉ ext\_mmiranda@iimp.org.pe

## MEDIA PARTNER EN:



# Innovación integral de apoyo a la gestión de flota de carguío y acarreo en tajo abierto en Minera Yanacocha

Por:  
Ing. Luis Anderson Orna Berrospi.  
Supply Chain Improvement Lead.  
en Minera Yanacocha.

## Resumen

Actualmente, sabemos que los costos más altos en Yanacocha y en toda la minería de tajo abierto es el relacionado al proceso de transporte o acarreo mediante el uso de camiones, palas y equipos auxiliares. La utilización de camiones gigantes, involucra el consumo de llantas, repuestos, componentes y combustible, por lo tanto es crítico.

En la industria minera es crucial el proceso de mantenimiento adecuado de los equipos gigantes (ejemplo camiones y palas de extracción de mineral), para lo cual se deben planificar y controlar las actividades de este tipo (mediante órdenes de trabajo). El estudio que se ha desarrollado en Minera Yanacocha, conjuntamente con las áreas de Mantenimiento Mina y Operaciones Mina, consiste en una solución integral en línea y

tiempo real de la programación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos pesados en el taller. La idea con esta solución fue que los planeadores (trabajadores de mantenimiento), programen las labores desde su inicio hasta la finalización, de modo que se visualice el avance en diferentes dispositivos (monitores, computadoras, dispositivos móviles, etc.). Los técnicos del taller de mantenimiento, como valor agregado pueden monitorear sus activi-

dades, cerrar las órdenes de trabajo si es necesario, todo esto con información mediante interfaz a ERP.

Como cualquier mina a tajo abierto, Yanacocha ha experimentado varios retos. Uno de ellos, es que el tajo es cada vez más profundo, y las distancias de movimiento de mineral son mayores. Por lo que se requiere realizar eficiencias en los equipos. Una forma de lograr esto es mediante la efectividad del mantenimiento de los

## Abstract

*Today, we know that the higher costs in Yanacocha and across open-pit mining are related to the transportation or hauling process using trucks, backhoes, and auxiliary equipment. The use of giant trucks involves the use of tires, spare parts, components and fuel; therefore, it is critical.*

*In the mining industry, an appropriate maintenance process for giant equipment (such as trucks and backhoes for the extraction of minerals) is crucial. In order to achieve this, like activities shall be monitored and planned (through work orders). The study developed at Minera Yanacocha, together with Mine Maintenance and Mine Operations departments, relates to an online and real-time comprehensive solution for the preventive and corrective maintenance activities schedule of heavy equipment at the repair shop. This solution involves planners (maintenance workers) to schedule their activities from the beginning until completion, so that the progress can be displayed on different devices (monitors, computers, mobile devices, etc.) The repair shop's technicians, as an added value, can monitor their activities and close work orders if needed, all this using interface information to ERP.*

*As any open-pit mine, Yanacocha has faced several challenges. One was that the pit was increasingly deeper, and the distances for mineral transportation were longer. It is therefore required to improve the efficiency of the equipment. One way to achieve this is through equipment maintenance efficiency. This was conducted along with Yanacocha team using Six Sigma methodology through the implementation of an e-Gantt solution, reducing manual processes and improving availability. The implemented solution reduced the manual processes by 16.3 hours a week, and spare parts and tools availability in 5.2 hours a week. Making a total of 1118 hours reduced by implementing a solution in one year. This way, average availability increased from 97% to 99%, also achieving an increase in production of 73 876 ounces of gold per year.*



Fuente: área de Geología - Yanacocha.  
Figura 1. Operaciones de Minera Yanacocha.

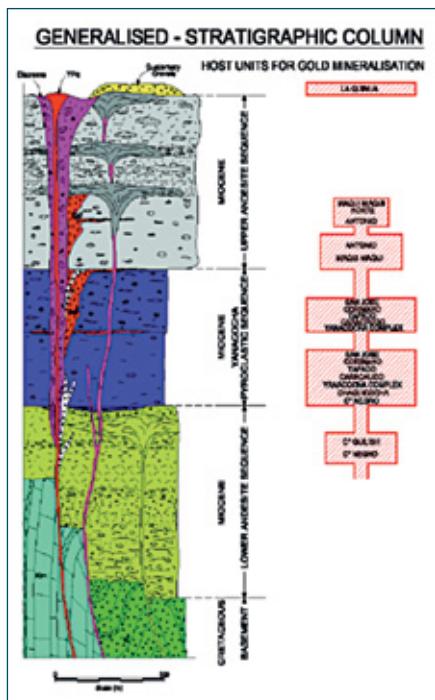
equipos. Esto fue trabajado con el equipo de Yanacocha usando la metodología de Six Sigma, implementando la solución e-Gantt y se consiguió reducir los procesos manuales y mejorar la disponibilidad. La solución implementada logró reducir en 16.3 horas semanales los procesos manuales y 5.2 horas semanales en la disponibilidad de partes y herramientas. Siendo un total de 1,118 horas que se redujeron con la implementación de la solución en un año. De esta forma, la disponibilidad promedio se incrementó de 97% a 99%, y se logró un aumento en la producción de 73,876 onzas de oro anuales.

## Introducción

Minera Yanacocha, una subsidiaria de



Fuente: área de Geología - Yanacocha.  
Figura 2. Geología regional de Minera Yanacocha.



Fuente: área de Geología - Yanacocha.  
Figura 3. Columna estratificada de Yanacocha.

propiedad mayoritaria de Newmont Mining Corporation, se encuentra cerca de la ciudad de Cajamarca, Perú. La mina ha estado en operación desde 1993 como un importante productor de oro y plata procesados a través de cianuro de lixiviación en pilas. Desde el inicio, Yanacocha ha extraído más de 2 mil millones de toneladas de material en tajos a cielo abierto y se transporta el mineral a cuatro pilas de lixiviación separadas y una planta de óxidos. La producción de más de 30 millones de onzas de oro, que hace a Yanacocha como un distrito minero de clase mundial, cuya mayoría de socios (Newmont y Buenaventura) están invirtiendo en su longevidad a través de la exploración de los ejemplares más difíciles de procesar y mineral de acceso.

Las operaciones activas en Minera Yanacocha en la actualidad involucran ocho *pits* diferentes: Chaquecocha, Yanacocha, El Tapado, Tapado Oeste, Carachugo, San José, Maquimaqui y Cerro Negro, como se muestra en la Figura 1.

## Geología de Minera Yanacocha

El distrito Yanacocha se localiza en los Andes volcánicos terciarios del norte

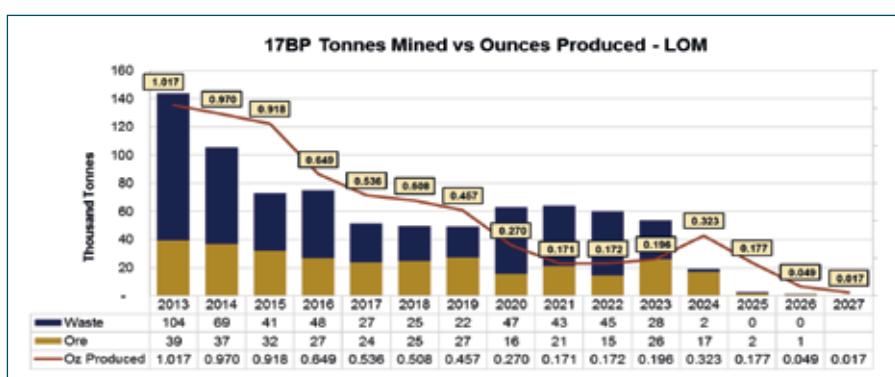
del Perú, aproximadamente a 20 Km de la ciudad de Cajamarca. Un *joint venture* entre Newmont Mining Corporation y Buenaventura Mining Company descubrió la mineralización superficial de oro en Yanacocha en 1984. Los primeros trabajos fueron el muestreo geoquímico usando el método rock-chip, lo que resultó en la identificación de 14 anomalías superficiales de oro separadas. La perforación empezó en 1985 y concluyó en 1992; las reservas iniciales de todo el distrito fueron de 1.28 millones de onzas. La producción comenzó en el yacimiento Carachugo en 1993. A finales del 2005, más de 20 millones de onzas han sido recuperadas y es hasta la actualidad la operación minera de oro más grande de Sudamérica.

## Proceso de minado

El minado se realiza con palas hidráulicas, cargadores frontales y camiones volquetes gigantes en los tajos de Chiquicocha, Yanacocha, El Tapado, Tapado Oeste, Carachugo y Maquimaqui, mientras que en Cerro Negro y San José, el minado se realiza con flota pequeña.

Para los yacimientos el mineral de baja ley (o simplemente llamado mineral de ahora en adelante) es acarreado directamente a los pads de lixiviación sin chancarlo, para los minerales de alta ley (llamados Goldmill) el acarreo es hacia la chancadora primaria si hay capacidad o de lo contrario es stockeado. El desmonte es destinado a botaderos que son divididos según la acidez del material, clasificándose en inertes o argílicos.

Existen cuatro *pads* de lixiviación: Maqui-Maqui, Carachugo, Cerro Yanacocha y La Quinua. Hasta hace unos meses en el *pad* de Maqui Maqui no había des-



Fuente: área de Business Planning – Yanacocha.  
Figura 5. Forecast de toneladas minadas con onzas producidas - Yanacocha.

cargas adicionales, ya que solo se estaba llevando a cabo lixiviación residual, pero actualmente tanto ese *pad* como los tres restantes están atendiendo descargas.

La pila o *pad* de lixiviación es una estructura a manera de pirámide escalonada donde se acumula el mineral extraído. A este material se le aplica, a través de un sistema de goteo, una solución cianurada de 50 miligramos por litro de agua, la cual disuelve el oro. Mediante un sistema de tuberías colocadas en la base del *pad*,

la solución disuelta de oro y cianuro – llamada solución rica – pasa a una poza de lixiviación, desde donde se bombea hacia la planta de procesos.

### Antecedentes y problema

Yanacocha enfrenta una situación de declive de la producción de oro (como se muestra en la Figura 5), pasó de producir en 2013 un millón de onzas a el 2016 0.6 millones y en el 2019 se proyectan a 0.4 millones de onzas.

Adicionalmente, en cuanto a los costos, como podemos ver en la figura 6, el 45% corresponde al minado de superficie (*open pit*), que involucra principalmente los 40 camiones gigantes en operaciones. Por lo tanto, es indispensable cubrir este proceso dentro del presente trabajo, debido a que su optimización en el área de Mantenimiento, asegurando su disponibilidad, va directamente reflejada en el aumento de la producción anual y optimización de los costos.

La situación pre-existente a la implementación de esta innovación en la industria minera (ya que no se ha aplicado en minas nacionales o internacionales) (Marini, 2016), tiene los siguientes procesos:

- La lista del plan de equipos para el mantenimiento era manejada y actualizada de forma manual en hojas A3 para su

visualización, tal como se muestra en la Figura 7.

- El dispatcher (operario del equipo de Mantenimiento), actualizaba los formatos y consolidaba los equipos de carga para el mantenimiento correctivo.

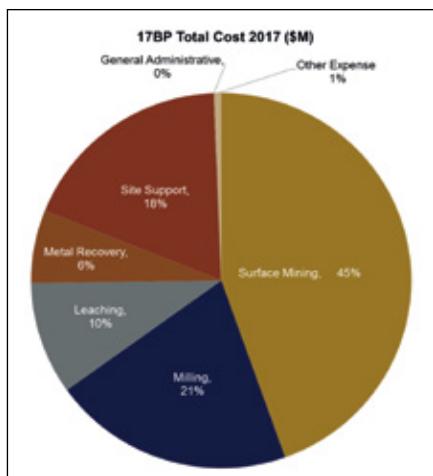
- Adicionalmente, los jefes generales de Mantenimiento, usaban un formato Excel para registrar los tiempos de entradas y salidas de los trabajos de mantenimiento de los equipos en el taller. (Figura 8).

- El área de Operaciones Mina (Dispatch – Centro de Control de Operaciones), esperaba la llamada del jefe general de Mantenimiento para conocer si el equipo se encontraba listo para trabajar.

- El Plan detallado (en las hojas A3), era distribuido y pegado en el área de trabajo de los supervisores de Mantenimiento y mecánicos para ejecutar estas tareas.

- Durante el mantenimiento, los mecánicos registraban manualmente los avances y demoras de los trabajos, tal como se muestra en la Figura 9.

- Al final de la guardia, los mecánicos cerraban las órdenes de trabajo en SAP y devolvían las partes o piezas no utilizadas.



Fuente: área de Business Planning – Yanacocha.  
Figura 6. Forecast costos totales 2017 - Yanacocha.



Fuente: área de Mantenimiento - Yanacocha.  
Figura 7. Plan de camiones manejados manualmente.



Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento - Yanacocha.  
Figura 8. Trabajo de jefes generales en hojas fragmentadas.



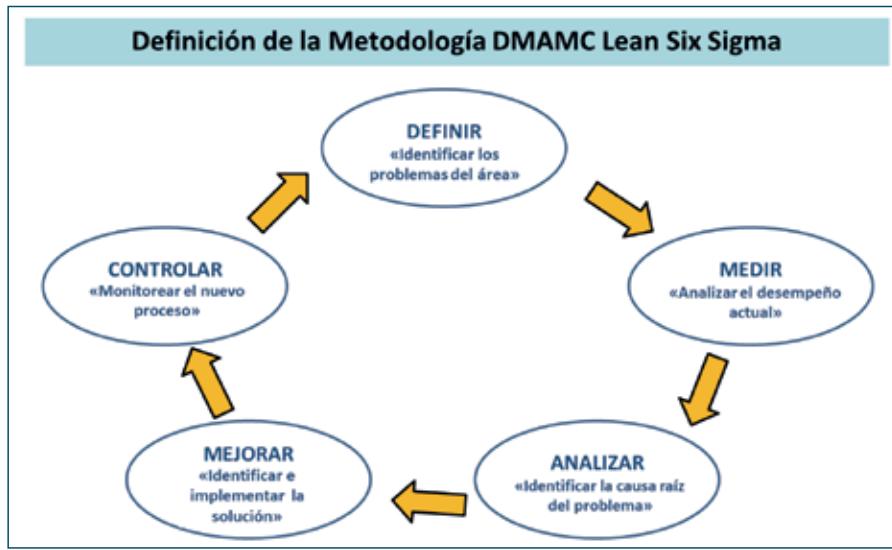
Fuente: área de Mantenimiento - Yanacocha.  
Figura 9. Registro manual de avances y demoras de trabajos de mantenimiento.



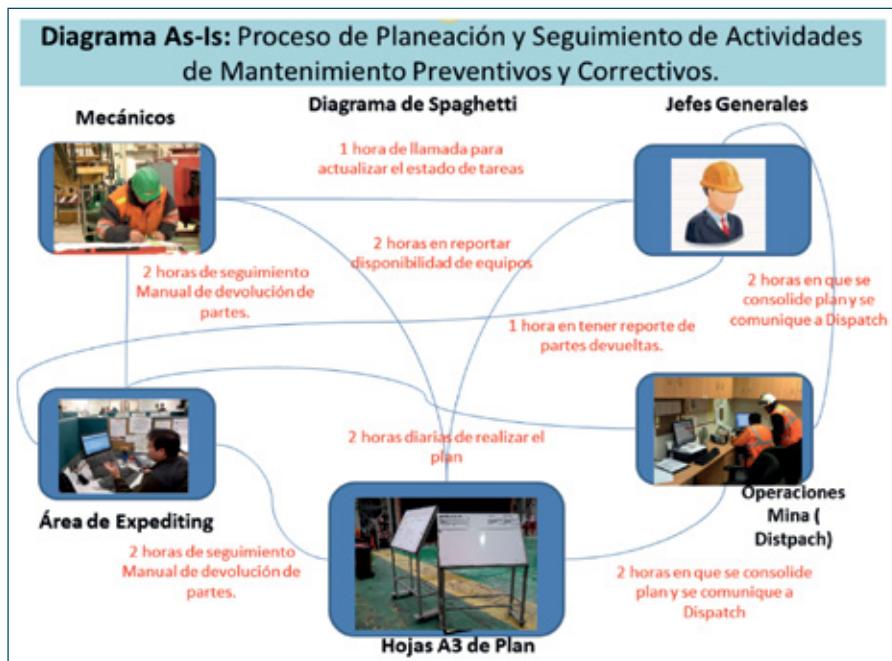
Fuente: área de Mantenimiento - Yanacocha.  
Figura 10. Cierre de las órdenes de trabajo y devolución de partes no utilizadas.



Elaboración: propia. Fuente: área de Mantenimiento - Yanacocha.  
Figura 11. Diagrama de distribución de horas totales de un camión.



Fuente: informes y reportes Newmont , Lean Belt Course.  
Figura 12. Definición de la metodología Lean Six Sigma.



Elaboración propia. Fuente: archivos del área de Mantenimiento – Yanacocha.  
Figura 13. Diagrama As-Is del proceso de planeación y seguimiento de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el taller de Yanacocha (antes de la implementación del e-Gantt).

zadas (o se revisaba que faltaban partes y herramientas, lo que originaba las demoras de solicitar estos materiales) al área de Expediting, mediante un registro manual. (Figura 10).

### Disponibilidad de equipos o Mechanical Availability

Es el porcentaje de tiempo total que los camiones se encuentran disponibles para la operación en mina. Es una medida de eficiencia del área de Mantenimiento, como se muestra en la Fórmula 1, adicionalmente se detalla la distribución de las horas totales de los equipos gigantes en la Figura 11.

Disponibilidad Mecánica =

$$\frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas Fuera de Operación}}{\text{Horas Totales}}$$

(1)

El uso de la disponibilidad (UD), es el porcentaje que el equipo está encendido, en producción o demoras, con respecto al tiempo que está disponible mecánicamente, como se muestra en la Fórmula 2.

Uso de la disponibilidad =

$$\frac{\text{Horas Operativas} + \text{Demoras}}{\text{Horas Totales} - \text{Horas malogrado}}$$

(2)

El Uso del Equipo (USE), está definido como el porcentaje en que el ejemplar se encuentra produciendo, respecto del total del tiempo en que el motor está encendido. (Fórmula 3).

$$\text{Uso} = \frac{\text{Horas Operativas}}{\text{Horas Operativas} + \text{Demoras}}$$

(3)

El Usaje (Usage) es el porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra operativo respecto del tiempo disponible. Es una medida de eficiencia del aprovechamiento de los recursos por parte de Operaciones en Yanacocha (Fórmula 4).

Usage =

$$\frac{\text{Horas operativas}}{\text{Horas operativas} + \text{Demoras} + \text{Horas de stand by}}$$

(4)

### Objetivos

Estrategia de mantenimiento: organizar todo el proceso de mantenimiento

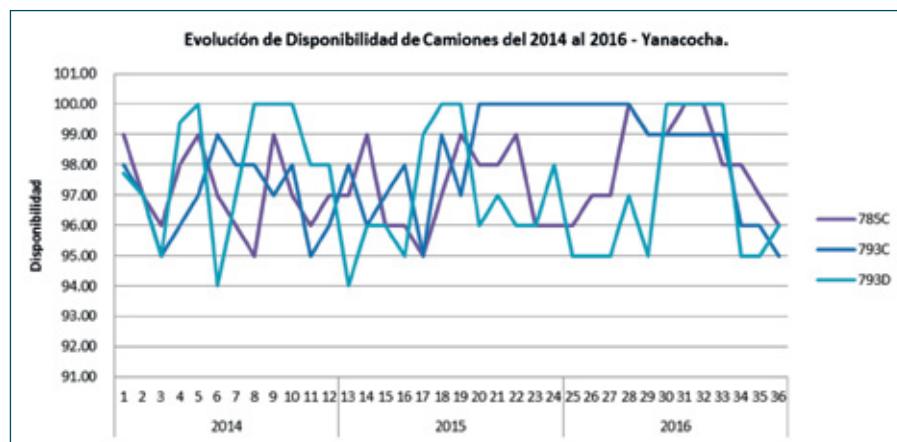
preventivo y correctivo de los equipos gigantes y permita controlar las actividades planeadas de forma que se tenga disponible la información para los jefes generales, mecánicos y el equipo de Operaciones Mina, y no se tenga impacto en la disponibilidad de los equipos mencionados de 97% a 99% y aumentar en aproximadamente en 70K de onzas la producción en las operaciones de Yanacocha, adicionalmente encontrar y eliminar los errores o defectos en los procesos de mantenimiento.

Adicionalmente, controlar las partes y herramientas en el área de Mantenimiento para su disposición cuando sea requerido.

Debido a la necesidad de la empresa de producir más mineral, se decide rea-

lizar el análisis para contar con una solución que gestione todo el proceso de inicio a fin de las actividades de mantenimiento, de forma que se elimine el tiempo adicional que se toma por realizar las actividades de manera manual en el taller, con el propósito de reducir la no disponibilidad de los equipos.

La importancia del trabajo radica en el precedente que se genera con esta solución innovadora y única en minería superficial y subterránea para organizar el área de Mantenimiento, mejorando la disponibilidad de los equipos críticos en operaciones y, por consecuencia, optimizando el costo por onza de producción. Esta solución puede ser estudiada y aplicada en parte o total a otras operaciones nacionales e internacionales.



Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento.

Figura 14. Evolución de disponibilidad de camiones de 2014 a 2016, por tipo de flotas (785C, 793C y 793D).

Elaboración Newmont. Fuente: Business Improvement Area.  
Figura 15. Hoja de trabajo de chequeo DILO, para la recolección de muestra.

## Metodología

Los objetivos del presente trabajo se alcanzaron mediante la metodología Lean Six Sigma.

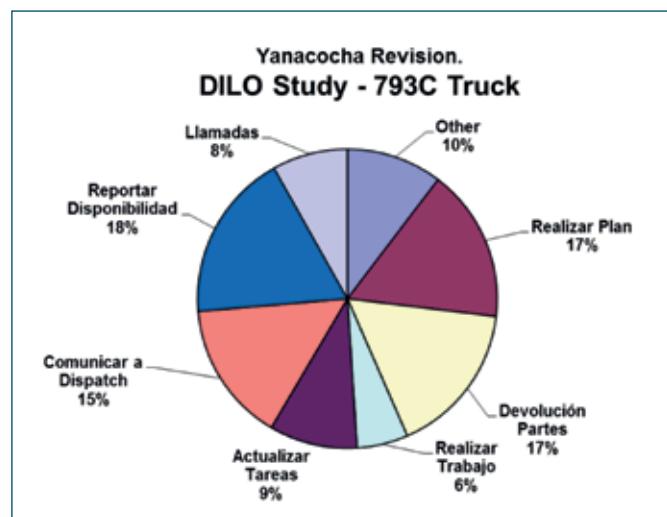
## Lean Six Sigma

Es una estrategia de negocio y de mejora continua que busca encontrar y eliminar los errores o defectos en los procesos y aumentar la capacidad de estos. Es importante destacar la diferencia con el modelo de Six Sigma, ya que el Lean nos permite implementar proyectos de corta duración con menos recursos y de manera ágil.

**Tabla 1. Distribución de Minutos en Promedio de Actividades en el Área de Mantenimiento, por Cantidad de Minutos**

Actividad	Minutos	Porcentaje
Realizar Plan	120	16%
Devolución de Partes	120	16%
Realizar Trabajo	45	6%
Actualizar Tareas	70	10%
Comunicar Dispatch	115	16%
Reportar Disponibilidad	130	18%
Llamadas	60	8%
Otro	75	10%
<b>Total</b>	<b>735</b>	<b>100%</b>

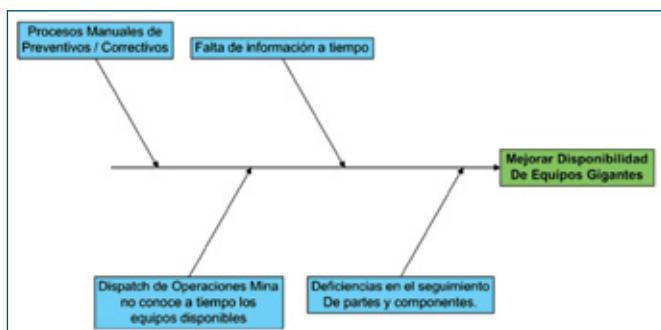
Elaboración propia. Fuente: datos del área de Mantenimiento.



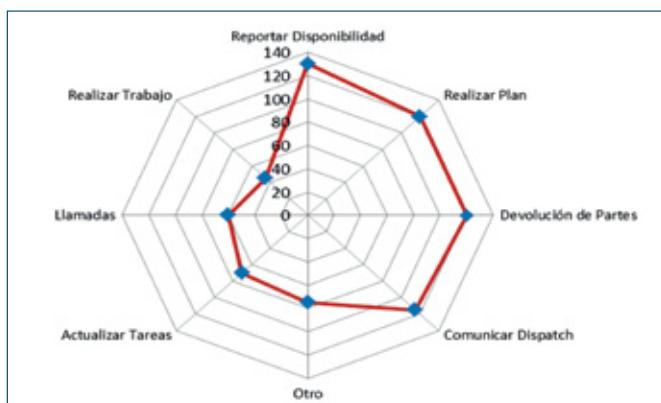
Elaboración propia. Fuente: recolección de datos en el área de Mantenimiento.  
Figura 16. Diagrama de recolección de datos DILO para camión 793C.

Las etapas de esta metodología se muestran en la Figura 12, las mismas que son: Definir, Medir, Analizar y Controlar.

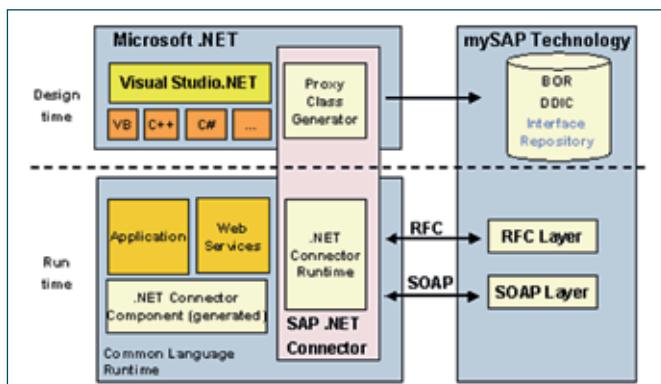
Este modelo lo utilizamos de forma ágil siguiendo el proceso de Definición e Identificación del problema, Análisis del desempeño actual del proceso, y determinación de la causa raíz, para luego implementar la solución del e-Gantt, finalmente realizar el monitoreo y control de los indicadores.



Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento Mina – Yanacocha. Figura 17. Diagrama de pescado para identificar las causas de los problemas presentados en las áreas de Mantenimiento y Operaciones.



Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento Mina – Yanacocha. Figura 19. Diagrama de Pareto para identificar el impacto de las causas (actividades) de los problemas presentados en las áreas de Mantenimiento y Operaciones.



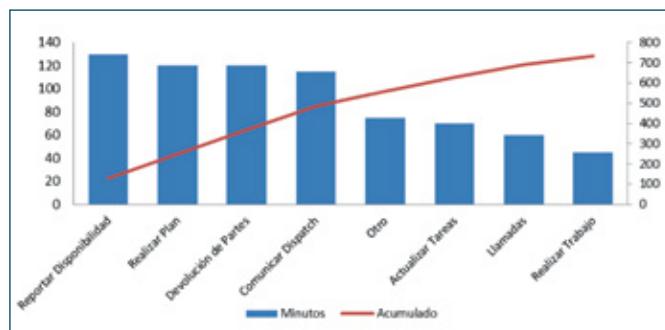
Fuente: plan de soporte de e-Gantt. Figura 21. Arquitectura del diseño de la solución e-Gantt y SAP.

**Definir:** el problema que se identificó dentro de este proyecto, es el que se explica en los antecedentes, y se define la pregunta de cómo se puede organizar todo el proceso de una manera eficiente y teniendo una solución innovadora fácil de implementar.

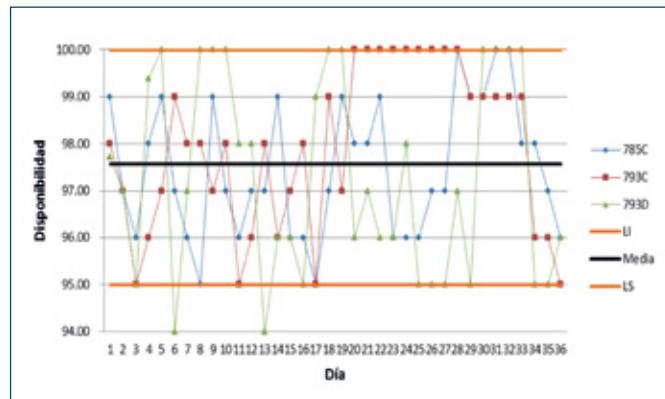
**Medir:** utilizamos la técnica del diagrama de Spaghetti para visualizar las diferentes interacciones que se tenían entre

los diferentes entes del proceso y el tiempo que se toma en operar. En la Figura 13, se puede visualizar las diferentes interacciones de cada una de las partes que participa en el proceso, haciendo un total de 10 horas en realizarse todo el procesamiento.

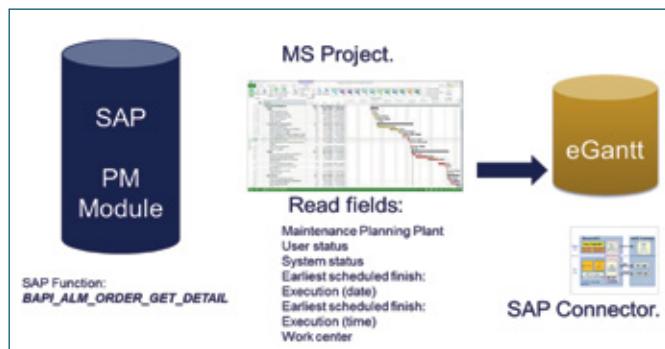
El tipo enfoque de investigación es cuantitativa, ya que se recolectaron una serie de datos para probar la hipótesis con base a medición numérica y análisis



Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento Mina – Yanacocha. Figura 18. Diagrama de Pareto para identificar el impacto de las causas (actividades) de los problemas presentados en las áreas de Mantenimiento y Operaciones.



Elaboración propia. Fuente: datos del área de Mantenimiento. Figura 20. Gráfica de variabilidad de las disponibilidades encontradas por cada tipo de camión.



Fuente: plan de soporte de e-Gantt. Figura 22. Esquema de conexión y lectura de funciones de conexión de la solución e-Gant.

estadístico, a la vez es de tipo de analítico, por el análisis del problema planteado y su descomposición en sus partes.

### Preparación de la muestra

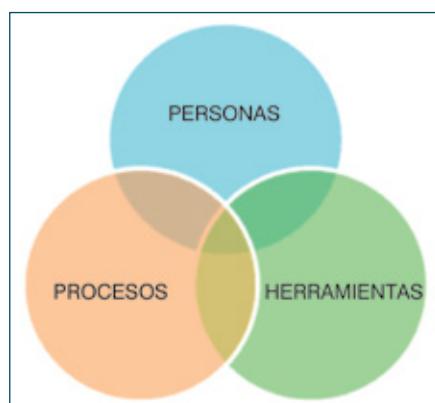
Dentro de la metodología, se incluye la recolección de muestra, donde parte de la población seleccionada conserva las características más importantes de la misma.

Para este caso, con el objetivo de tomar una muestra representativa de la disponibilidad de los camiones y el tiempo fuera de servicio de los equipos de carga, mediante un método estadístico, utilizamos la Fórmula 5, considerando un nivel de confianza del 90% y un margen de error  $\pm 10\%$ :

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}} \quad (5)$$

Donde:

$\sigma p$  = error estándar de la proporción.  
 $p$  = porcentaje de disponibilidad en operación.



Fuente: presentación Gestión del Cambio – Yanacocha.

Figura 23. Pilares principales de implementación de solución de e-Gantt.

q = porcentaje de tiempo fuera de operación.  
n = tamaño de muestra.

Durante la planeación de la muestra, se determinó que al ser el proceso de mantenimiento en los talleres, es un proceso continuo, y se procedió con un muestreo continuo, en el cual la unidad de muestreo fue el turno de trabajo diario (con dos turnos de 12 horas y promediados), como se grafica en la Figura 14, donde el promedio de disponibilidad para los tres tipos de flotas de 2014 a 2016 ( $p$ ), es de 97.57%, siendo el restante 2.43% permanencia fuera de la operación.

Finalmente, se consiguió muestrear los 36 meses de trabajo, detallados cada uno en turnos y días de trabajo. Este trabajo en campo, se realizó con el diseño de una hoja de chequeo (Herramienta DILO – Un Día en la Vida de – Day in the Life Of; que permite realizar observación y visitas de campo, para visualizar actividades en el área de Mantenimiento y sus interacciones con los camiones), que se muestra en la Figura 15.

Como resultado de la recolección de datos en campo, se obtiene la distribución de los trabajos que se realiza en el área de Mantenimiento, por cada uno de los camiones; de esta forma, se determinó el

nivel de participación de cada actividad, los recursos (tiempo, herramientas) totales del camión en mantenimiento, como se puede apreciar en la Figura 16.

### Procedimiento

Para el análisis de la información y el proceso, utilizamos un procedimiento, que sigue los siguientes pasos en la presente investigación:

- Inducción al área de Mantenimiento, para conocer la realidad de los ejemplos estudiados.
- Definición y formulación del problema, considerando todas las dificultades que se presentan al momento de ejecutar las operaciones por los equipos en estudio.
- Recolección de información técnica histórica y de campo con el formato establecido.
- Revisión y análisis de la información.
- Se analizó la disponibilidad de los camiones para encontrar las principales causas de demora.
- Definición e implementación de la solución.
- Simulación del escenario real, incluyendo casos reales.
- Elaboración y revisión de resultados.

**Tabla 2. Seguimiento Diario de la Disponibilidad General (Distribuida por Tipo de Camión)**

Date: 09- April.	MTD					
	Nº Equipos Presupuesto	Nº Equipos Real	Actual Diario	Presupuesto Mes	Actual	<Diff>
<b>785C</b>	8	8	99.01%	96.56%	98.88%	2.32%
<b>793C</b>	17	21	98.56%	97.34%	99.12%	1.78%
<b>793D</b>	23	20	99.23%	97.03%	99.45%	2.42%
<b>HAULING</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>98.93%</b>	<b>96.98%</b>	<b>99.15%</b>	<b>2.17%</b>

Fuente: reporte de seguimiento área de Mantenimiento.



Fuente: Presentación Gestión del Cambio – Yanacocha.  
Figura 24. Proceso de Gestión del Cambio para lograr la adaptación a la nueva solución e-Gant.



Fuente: área de Comunicaciones – Yanacocha.  
Figura 25. Proceso de Gestión de Cambio: entrenamiento y certificación a mecánicos del área de Mantenimiento Mina.

**Analizar:** utilizamos la herramienta de diagrama de causa-raíz para identificar el problema a resolver del proceso, como se puede apreciar en la Figura 17.

En esta Figura, se visualiza las distintas causas del impacto que tiene la disponibilidad de equipos gigantes en el área de Operaciones, causado principalmente porque esta (Dispatch, 15% en la Figura 16) no tiene los mismos camiones cuando se requieren, y no se puede realizar el proceso de carguío y acarreo.

Sin embargo, para el análisis de la información en mayor detalle, en Yanacocha se realizó la priorización de las causas encontradas y cuál es el nivel de proporción en cuanto al impacto a la disponibilidad de los equipos al momento de tenerlos en los

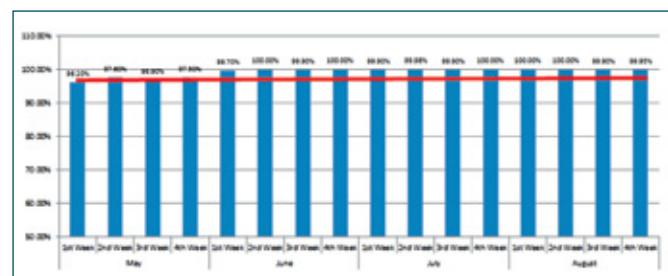
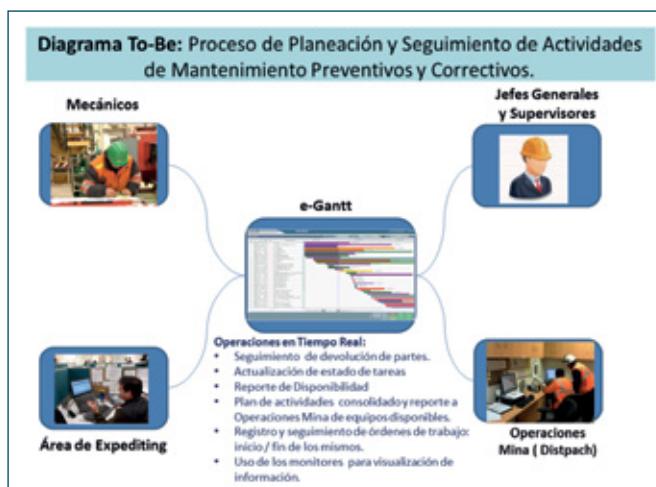
talleres. Para ello, la muestra seleccionada, resulta en promedios de minutos por cada una de las causas (actividades) que ocurren en el área de Mantenimiento cuando un camión se encuentra en el mismo, como se muestra en la Tabla 1.

A continuación, se realiza el análisis de los datos muestreados para determinar cuáles de las actividades (causas) son las que mayor impacto tienen en la disponibilidad, como se puede visualizar en la Figura 18, donde las principales causas que afectan a la disponibilidad de los camiones en minería son: Reportar la disponibilidad, Realizar el plan, Devolución de partes de mantenimiento y la Comunicación hacia el área de Despacho de Operaciones Mina (se visualiza en cantidad de minutos e impacto en la Figura 19, donde

tenemos los mismos resultados obtenidos en el análisis realizado en la Figura 18).

Adicionalmente, para asegurar que el análisis de la información recolectada cumpla con la calidad necesaria, se determina la exactitud en el proceso de muestreo (complementariamente a lo ejecutado en la fase de medición en el proceso de recolección de la muestra). Esta exactitud tiene implicancia en el impacto en la disponibilidad de los camiones, en cantidad de minutos que se trabajan en el área de Mantenimiento y su distribución, lo que analizamos en la Figura 20.

**Mejorar:** una vez realizada la toma de datos en muestreo, y su correspondiente análisis, buscamos la solución adecuada que resuelve las causas encontradas en el punto anterior.



Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento -Yanacocha.  
Figura 27. Promedios de porcentaje de disponibilidad de 49 camiones gigantes con seguimiento en e-Gantt.

Fuente: área de Mantenimiento Mina.

Figura 26. Diagrama To-Be del proceso de planeación y seguimiento de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el taller de Yanacocha (luego de la implementación del e-Gantt).

	Metric	Plant	Type	Unit of measure	93		abr-17		YTD	
					Act	Target	Act	Target	Act	Target
PCR ComplianceShovels	Open Pit	PCR Compliance	Shovels	Actual %	90.00%	60.00%	90.00%	60.00%	90.00%	60.00%
Physical AvailabilityTrucks	Open Pit	Physical Availability	Trucks	Actual %	98.97%	96.83%	99.03%	96.83%	99.03%	96.83%
Use of AvailabilityTrucks	Open Pit	Use of Availability	Trucks	Actual %	99.02%	95.23%	98.46%	95.08%	98.46%	95.08%
UseTrucks	Open Pit	Use	Trucks	Actual %	95.37%	94.56%	95.21%	94.35%	95.21%	94.35%
UsageTrucks	Open Pit	Usage	Trucks	Actual %	96.87%	90.05%	98.45%	95.70%	98.45%	95.70%
UtilizationTrucks	Open Pit	Utilization	Trucks	Actual %	8153%	77.29%	79.31%	76.57%	79.31%	76.57%
MTBFTrucks	Open Pit	MTBF	Trucks	Actual Operating Hours	76.8	60.0	77.3	60.0	77.3	60.0
	Open Pit	MTBS	Trucks	Actual			43.9	40.0	43.9	40.0
MTBSTRucks	Open Pit	MTTR	Trucks	Actual Hours	5.9	6.0	6.2	6.0	6.2	6.0
MTTFSAPMTrucks	Open Pit	MTTFSAPM	Trucks	Actual Operating Hours	60.4	60.0	64.8	60.0	64.8	60.0
PCR ComplianceTrucks	Open Pit	PCR Compliance	Trucks	Actual %	80.00%	60.00%	75.45%	60.00%	75.45%	60.00%
Payload ComplianceTrucks	Open Pit	Payload Compliance	Trucks	Actual %	92.81%	88.00%	92.94%	88.00%	92.94%	88.00%
Average PayloadTrucks	Open Pit	Average Payload	Trucks	Actual tonnes	235	231.00	233.84	231.00	233.84	231.00
Queue TimeTrucks	Open Pit	Queue Time	Trucks	Actual minutes	185	2.10	183	2.10	183	2.10
Hang TimeShovels	Open Pit	Hang Time	Shovels	Actual minutes	0.71	1.00	0.76	1.00	0.76	1.00
Fuel Consumption RateTrucks	Open Pit	Fuel Consumption Rate	Trucks	Actual liters / dry tonne	0.61	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6
Scrap Tire LifeTrucks	Open Pit	Scrap Tire Life	Trucks	Actual Operating Hours	5950.7	6283.0	6152.9	6115.5	6152.9	6115.5
Scrap Tire Life (km)Trucks	Open Pit	Scrap Tire Life (km)	Trucks	Actual Kilometers	80.446	84002.9	83.035	85841.9	83.035	85841.9
Tread Utilization RatioTrucks	Open Pit	Tread Utilization Ratio	Trucks	Actual %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Elaboración propia. Fuente: Global Metrics data Collection -área de Mantenimiento Mina.  
Figura 28. Seguimiento de los indicadores de disponibilidad física.

La solución que se identifica es la implementación de la innovación denominada Gantt Electrónico, mediante la misma metodología de Lean Six Sigma, donde se detalla la forma de aplicación de la solución e-Gantt con resultados en poco tiempo (8 semanas).

### Gestión de proyectos ágiles para la gestión de mantenimiento

Para el desarrollo de la solución, se hizo primero el análisis y planificación del proyecto, mediante la definición de los casos de uso en base a los requerimientos del área de Mantenimiento. De acuerdo a esto, se detallan los requerimientos en resumen:

- Módulo de partes y materiales.
- Importar nuevo formato de MS-Project al e-Gantt.
- Módulo de apertura, reprogramación y cierre de órdenes de trabajo.
- Implementar servicios de sincronización de motivos de reprogramación de trabajos en mantenimiento.
- Implementar servicios para sincronización de daños y partes en mantenimiento.
- Registro de usuarios en la entrada y salida de las órdenes de trabajo e-Gantt.

- Sincronizar Nuevas órdenes de trabajo desde SAP.
- Sincronizar las órdenes de trabajo canceladas desde SAP.

A continuación, se realizó el diseño de la solución, incluyendo las interfaces hacia otros sistemas como se muestra en las Figuras 21 y 22.

### Gestión del cambio en la implementación de e-Gantt

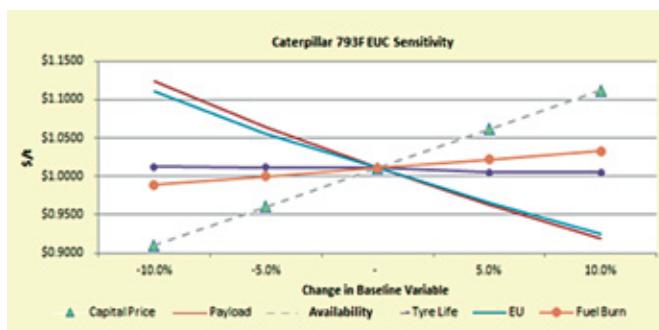
Debido a que todo cambio que se realiza en una organización tiene diferentes componentes, en Yanacocha, consideramos tres aspectos importantes en las implementaciones de mejoras. Estos son: Procesos, Tecnología y Personas (como se muestra en la Figura 23). Hasta el momento, en el presente trabajo, hemos cubierto la parte de procesos y tecnología, pero la parte más importante que hace funcionar los otros dos pilares son las Personas. Es por ello, que en el desarrollo del proyecto, incluimos como factor principal el involucramiento del equipo de las diversas áreas operativas, que participan en el proceso, con el fin último de lograr el objetivo de mejorar la disponibilidad de los camiones en la operación.

Adicionalmente al proceso de implementación de la solución e-Gantt, se hicieron las pruebas y entrenamientos en

campo con los mecánicos y supervisores (*stakeholders*), para comprobar el funcionamiento de la solución. Este proceso fue realizado mediante la Gestión del Cambio, para lograr que todo el equipo adapte la nueva forma de trabajo y la solución sea fácilmente entendida, ya que son los que usarían la solución.

En la Figura 24, se muestra cómo inicia el proceso de cambio, incluyendo el desempeño de la organización o el proceso mejorado a través del tiempo. Mientras se alcancen los objetivos de asegurar que todos los involucrados en la solución la adopten en el menor tiempo posible, mejores serán los resultados obtenidos. Para lograr esto, seguimos los siguientes pasos en la Gestión del Cambio:

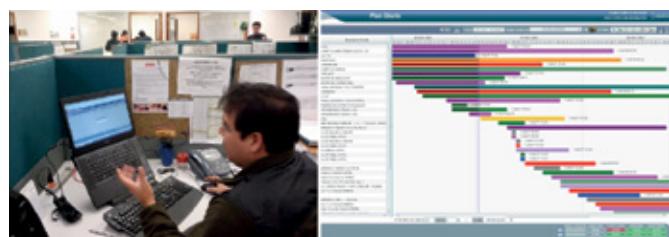
- Involucramiento de *stakeholders*: para que puedan influenciar en determinadas áreas del proceso de diseño de la implementación de la solución.
- Comunicaciones: enfoque continuo para transmitir mensajes importantes a través de del diseño e implementación de e-Gantt.
- Preparación para el cambio: acciones para asegurar que el personal crítico y las actividades claves relacionadas al desempeño del proyecto sean completadas antes de la transición al nuevo modelo de servicio.



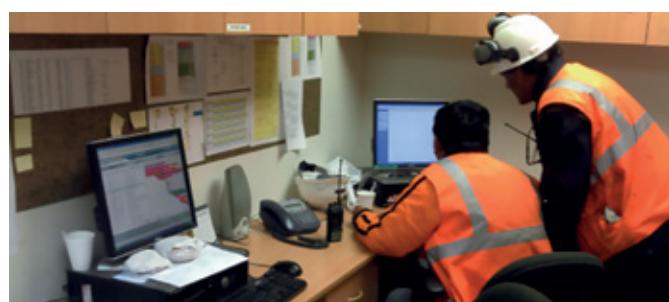
Elaboración propia. Fuente: área de Mantenimiento Mina.  
Figura 29. Análisis de sensibilidad para camión CAT 793.



Fuente: área Operaciones Mina.  
Figura 31. Área de Operaciones de Despacho de Camiones.



Fuente: área de Mantenimiento Mina.  
Figura 30. Equipo de planeamiento realizando el plan integrado en tiempo real para el mantenimiento de camiones.



Fuente: área de Mantenimiento Mina.  
Figura 32. Revisión del plan diario por parte de los supervisores de Mantenimiento Mina.

d) Entrenamiento: aseguramos que el equipo de trabajo (mecánicos, supervisores, jefes generales) tenga el conocimiento y las habilidades necesarias para cumplir sus responsabilidades dentro del nuevo modelo de trabajo.

**Controlar:** el control consiste en efectuar el seguimiento del proceso y plasmar una revisión como se puede visualizar la Figura 26. De esta forma, el proceso es mejorado y centralizado en la solución e-Gantt de manera que todos los interesados realizan sus trabajos en tiempo real y se cuenta con mayor disponibilidad en los equipos gigantes.

Adicionalmente, se desarrolla el monitoreo diario y mensual de la solución implementada, realizando las comparaciones y ajustes necesarios, como se puede ver en la Tabla 2, donde al 9 de abril, se

tenía 2.17% de mejora de forma mensual acumulada.

### Interpretación y validación de resultados

Luego de la implementación de la solución e-Gantt, se hizo un seguimiento de forma semanal del promedio de disponibilidad de los equipos gigantes en el área de Operaciones Mina, consiguiéndose en los primeros cuatro meses de operación de la solución un promedio de 99.21% de disponibilidad de los camiones gigantes, como se puede apreciar en la Figura 27, con lo que se alcanzó el objetivo propuesto con una disponibilidad del 99% en la flota general.

Para asegurar que la disponibilidad tenga impacto en todo el proceso de producción de la mina Yanacocha, se hace el seguimiento de los demás indicadores,

de esta forma se garantiza que el proceso sea integrado y tenga beneficio en la productividad de la mina.

En la Figura 28, se advierte que la disponibilidad, al aumentar (para el mes de abril), de 96.83% (presupuesto) a 98.97% (real), también incrementó el uso de la disponibilidad en operaciones de 95.23% (presupuesto) a 99.02% (real); de la misma forma el uso: de 94.56% (presupuesto) a 95.37% (real) y, finalmente, el usoaje de camiones de 90.05% (presupuesto) a 96.87% (real). Para culminar, se hace el cálculo de la productividad en la operación (multiplicación de disponibilidad, uso y usaje) y, en base a esos porcentajes, se reporta una mejora del 82% al 91%, lo que se refleja en 2,400 horas productivas del total de camiones, con 73,876 onzas de oro adicionales en alrededor de un año de producción.

También sometemos el éxito del proyecto a una evaluación de resultados, utilizando el modelo de costo unitario equivalente por camión, lo que es importante debido al impacto de los cambios realizados en la productividad de los equipos (es decir, si se ha mejorado la disponibilidad de los mismos, cómo interfiere esto en los costos o la productividad en operaciones). Finalmente, encontramos que el caso de un equipo (como se muestra en la Figura 29 para el camión 793), la disponibilidad que se garantiza es mucho más sensible que los demás eventos mostrados (capital price, payload y consumo de combustible).

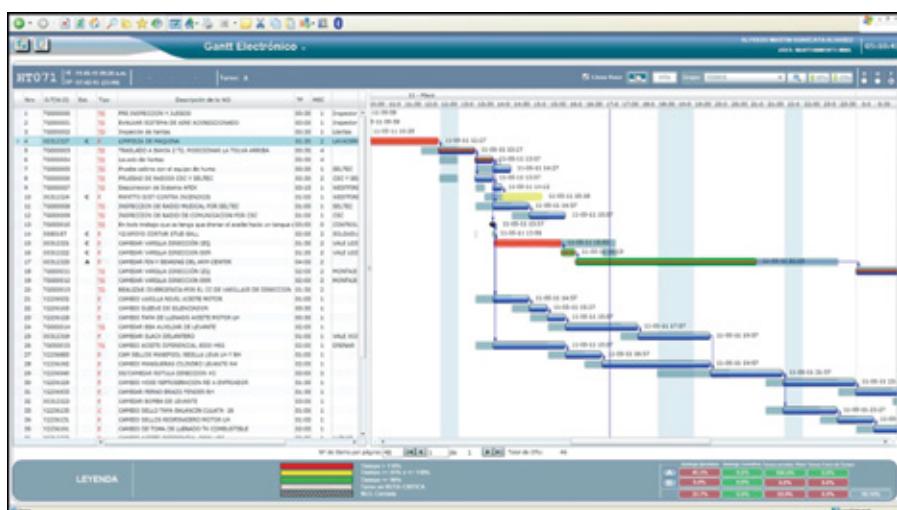
Adicionalmente a los análisis mostrados de la solución, se tienen los siguientes resultados en términos de funcionalidad del proceso integrado:

- Los encargados del planeamiento, pueden cargar, modificar y realizar el balance en tiempo real con toda la información que se ingresó a la solución (tal como se muestra en el plan de la Figura 30).
- El área de Operaciones Mina realiza el envío de los equipos de acuerdo al plan de mantenimiento y cuenta con información en tiempo real de los ejemplares que tienen a disposición, mejorándose la disponibilidad de los mismos (Figura 31).
- Los supervisores de Mantenimiento tienen la opción de estimar el tiempo en el cual los equipos estarán listos de acuerdo al avance de los trabajos en el taller (Figura 32).



Fuente: área de Mantenimiento Mina.

Figura 33. Registro de avance, demoras y cierre de órdenes de trabajo por parte de mecánicos.



Fuente: Sistema Integrado e-Gantt.

Figura 34. Seguimiento en línea de las actividades a realizar en el área de Mantenimiento Mina.

**Tabla 3. Análisis Económico de Costo/Beneficio del Proyecto**

		COK	12%				
<b>PROYECTO eGantt</b>							
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>		60,000	SALVAMENTO	60,000			
<b>DEMANDA AÑO 1 (Onzas Producidas)</b>		100,000	INCREMENTO	2.00%			
<b>PRECIO UNITARIO AÑO 1</b>		30	INCREMENTO	1.50%			
<b>COSTO VAR. UNIT. AÑO 1</b>		3.8	INCREMENTO	2.00%			
<b>COSTO FIJO ANUAL</b>		10,000					
<b>Rubro / Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Inversión inicial	-60,000.00						
Ingresos por ventas		3,000,000.00	3,105,900.00	3,215,538.27	3,329,046.77	3,446,562.12	3,568,225.76
Costo variable total		-380,000.00	-395,352.00	-411,324.22	-427,941.72	-445,230.56	-463,217.88
Costo Fijo		-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00
Valor Salv.						60,000.00	
	<b>-60,000.00</b>	<b>2,510,000.00</b>	<b>2,700,548.00</b>	<b>2,794,214.05</b>	<b>2,891,105.05</b>	<b>2,991,331.56</b>	<b>3,155,007.89</b>
<b>VAN US\$</b>	<b>11,545,220.41</b>						

Elaboración propia. Fuente: análisis de costo/beneficio del proyecto - Mantenimiento Mina.

- Los mecánicos pueden registrar el avance de sus trabajos, demoras y cierre de las órdenes de trabajo de acuerdo a su secuencia. Todo el seguimiento lo pueden hacer en tiempo real, reduciéndose 16.3 horas hombre y evitando procesos manuales (Figura 33).
- Seguimiento en línea de las actividades, de partes y herramientas en la solución en tiempo real, el cual se optimizó reduciendo 5.2 horas semanales (Figura 34).

## Conclusiones

1. Como se puede visualizar en los resultados, se materializan los objetivos propuestos, mejorando la disponibilidad de camiones gigantes para las operaciones mina, con un aumento del 2.21% (a 99.21%) de disponibilidad general (representando aproximadamente 2,400 horas acumuladas de trabajo), estimando un beneficio neto en dinero de aproximadamente US\$ 2.6 millones por año debido a que los camiones pueden transportar más mineral para su tratamiento al área de procesos. Esto comparado con el costo (US\$ 60 mil) que se utilizó para la implementación de la solución e-Gantt en un tiempo general de dos meses (con entregables de la solución desde la segunda semana de inicio del proyecto).

2. Para contar con un reporte de costo/beneficio, se realizó la evaluación económica del proyecto de implementación de e-Gantt, como se muestra en la Tabla 3, donde el primer año se obtuvo beneficios aproximados de US\$ 2.6 millones, teniendo una inversión de US\$ 60 mil y un mantenimiento anual de US\$ 10 mil, con un costo de oportunidad de 12%, y teniendo como incremento de produc-

ción alrededor de 100 mil onzas. Finalmente, con una operación estimada en seis años, se contará con un VAN de US\$ 11 millones.

3. Se tienen pocos estudios de aplicación de la metodología Six Sigma en las operaciones mineras, combinando con modelos ágiles de implementación donde se tienen entregables en pocos días o semanas. Por ello, se recomienda utilizar la combinación de estas metodologías para solucionar los distintos casos en operaciones mineras.

## Glosario de términos

**Argílico:** se aplica al tipo de suelo u horizonte en el cual las arcillas se han acumulado por lluvias en cantidades significativa.

Diagrama de Spaghetti: es una herramienta muy fácil de usar que intenta reproducir visualmente la movilización de personas o equipos en un área determinada. Esto se realiza con el propósito de entender y documentar el desperdicio que ocurre de forma recurrente en un proceso.

**ERP:** Siglas en inglés de Enterprise Resource Planning, Planificación de Recursos Empresariales; son sistemas informáticos destinados a la administración en una organización, como SAP.

**Lixiviación:** la lixiviación o extracción sólido-líquido, es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles.

**Mantenimiento preventivo:** consiste en un grupo de acciones planificadas que se ejecutan periódicamente, con el obje-

tivo de garantizar que los equipos cumplan con las funciones requeridas durante su ciclo de vida útil dentro del contexto operacional donde se ubican, alargar sus ciclos de vida y mejorar la eficiencia de los procesos.

**Mantenimiento correctivo:** es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación con el objetivo de restaurar la función de un equipo una vez producido un paro imprevisto.

**Sistema de despacho (Dispatch):** conjunto de elementos tecnológicos que permiten monitorear en forma satelital y mejorar todo el movimiento de equipos mineros en faenas a tajo abierto. Consta principalmente de antenas y sistemas computacionales ubicados tanto en los equipos como en las oficinas, permitiendo una conexión permanente.

## Bibliografía

Área de Excelencia de Negocios – Yanacocha. 2014. Lean Six Sigma – revisión de material para cinturón negro. Volumen: 8. Páginas: 10-68.

García, Diego. 2006. Planteamiento de mejoras en la gestión de mantenimiento del taller de vehículos de mina (MCC), mantenimiento centrado en confiabilidad, Minera Loma de Níquel. Universidad Central de Venezuela.

Huarcaya, Alfredo y Orna, Luis. 2015. Electronic Gantt – Cero Defects and Availability Report – Yanacocha for Newmont.

James, Michael. 2015. Scrum Reference Card. Web: <http://scrumreferencecard.com/> (visitado: 2 de febrero 2017)

Marini de Montori, Edda. 2016. Minería y mejores prácticas en tajo abierto. Revista Diplomacia y Negocios: publicación científica y de actualidad minera. Volumen: 120. Páginas: 209-212.

# Optimización del proceso en la planta concentradora Bateas

Por:

Ing. Marco Flores, superintendente de Planta de Minera Bateas.

## Resumen

Minera Bateas procesa mineral polimetálico de Ag-Pb/Zn por el método de flotación diferencial, debido a una mejora tecnológica y optimización de los procesos unitarios durante 2016 se logra incrementar el tonelaje de tratamiento en un 15%.

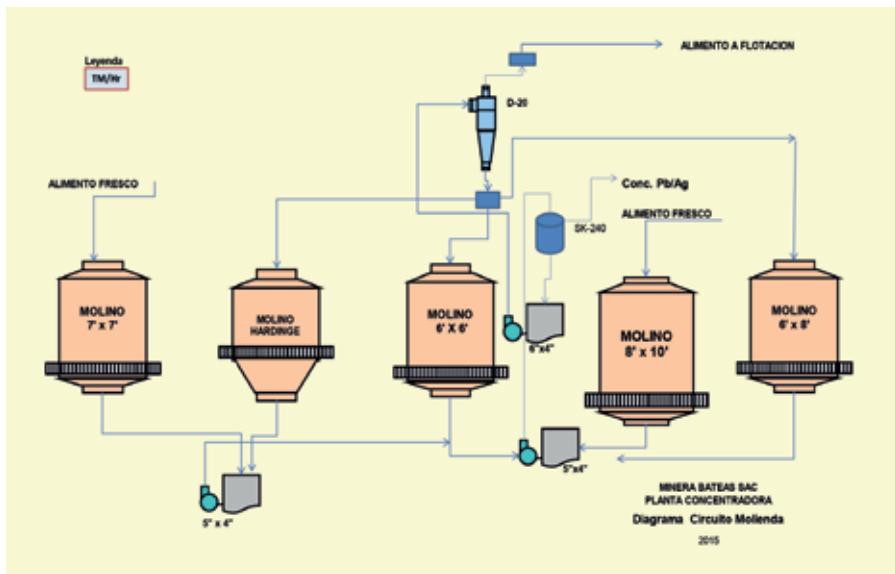
Con la finalidad de optimizar el proceso se integran nuevas alternativas en los circuitos de chancado, molienda y flotación. Para lograr estos objetivos se elabora el proyecto de optimización de planta, el cual se inicia el 2015 y se concluye en marzo de 2016.

El proceso de optimización se inicia des de chancado reduciendo la granulometría de un K80 de 6,500 a 5,200 micrones; en el circuito de molienda se baja la carga circulante en el sistema de clasificación de 305% a 150%, reemplazando los hidrociclones convencionales por zarandas de alta frecuencia; en el circuito de flotación de Pb se optimiza la celda unitaria, se utiliza el dióxido de carbono como modificador de pH y se incrementa el tiempo de flotación de Pb, instalando celdas tanque de 20 m<sup>3</sup> en reemplazo de las celdas Agitair 48.

El proyecto superó las expectativas por lograr un incremento de la capacidad de tratamiento en 15%, mejorando la calidad de concentrados y las recuperaciones de Ag-Pb/Zn.

## Introducción

El presente trabajo describe la innovación tecnológica introducida en el proce-



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Figura 1: Diagrama de flujo del circuito de molienda, 1,300 TPD 2015.

## Abstract

Minera Bateas process Ag-Pb/Zn polymetallic mineral through the differential flotation method, and due to a technological improvement and optimization of unit processes, during 2016, the treatment tonnage increased in 15%.

With the aim to optimize the process, new alternatives in the crushing, grinding and flotation circuits, are incorporated. These objectives are achieved by elaborating the plant optimization project, which started in 2015 and ends in 2016.

The optimization process starts at the crushing, reducing a K80 particle size from 6500 to 5200 microns. In the grinding circuit, the circulating load decreases in the classification system from 305% to 150%, replacing the conventional hydrocyclones with high-frequency screens. In the Pb flotation circuit, unit cell is optimized, carbon dioxide is used as pH modifier, and Pb flotation time is increased, installing tank cells of 20 m<sup>3</sup> to replace Agitair 48 cells.

The project exceeded expectations by achieving an increase in the capacity of treatment by 15%, improving concentrates quality and Ag-Pb/Zn recovery.

samiento de minerales de Minera Bateas, así como las mejoras realizadas en los circuitos de chancado, molienda y flotación.

En marzo de 2016 se arrancó el proyecto de optimización de planta con la nueva configuración, incrementándose el tonelaje de tratamiento de 1,300 TPD a 1,430 TPD de acuerdo a lo programado, a partir de mayo de 2016 el tonelaje de tratamiento se aumentó a 1,500 TPD, lográndose un incremento del tratamiento en un 15% respecto a 2015.

Debido a la puesta en operación del proyecto de la planta, al cierre de diciembre de 2016 se expande el tonelaje de tratamiento en 50,900 TMS, aumentándose la producción del concentrado de Pb

en 2,457 TMS y el concentrado de Zn en 3,817 TMS cuya valorización aporta US\$ 9 millones.

### Objetivos

- Incrementar la capacidad de tratamiento de la planta concentradora.
- Optimizar las recuperaciones metalúrgicas de plata, plomo y zinc.
- Optimizar la calidad de concentrados de Pb y Zn.

### Identificación de oportunidades de mejora

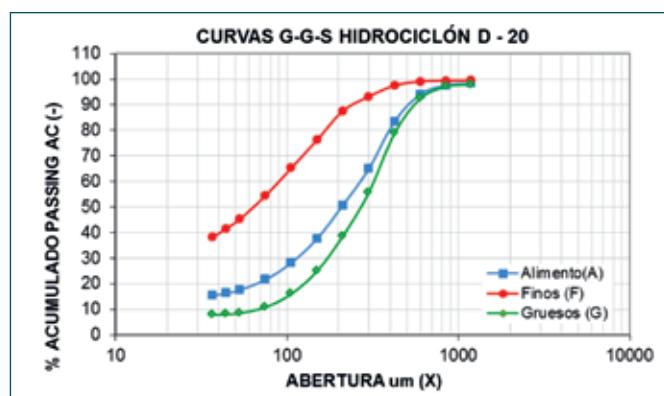
#### Chancado

El circuito de chancado está conformado por tres etapas: un chancado primario en circuito abierto con una chancadora de quijadas de 24"x36", un chancado secun-

dario en circuito abierto conformado por una zaranda de 6'x14' y una chancadora cónica CH-420; el chancado terciario trabaja en circuito cerrado conformado por una zaranda de 5'x14' y una chancadora cónica CH-430, el producto de chancado era de 6,500 micrones.

#### Molienda

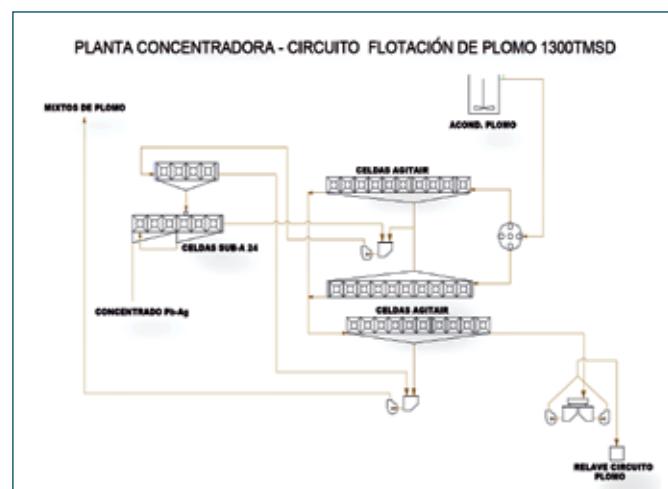
El circuito de molienda se realiza en dos etapas: una molienda primaria que trabaja en circuito abierto con dos molinos de bolas (un molino de 7'x7' y otro de 8'x10'), el producto de descarga de los molinos primarios se envía a una celda Flas SK-240 para separar el Pb grueso, cuyo relave se clasificaba en un hidrociclón D-20, el cual trabajaba con una eficiencia de clasificación de 55% y una car-



Fuente: laboratorio Metalúrgico Bateas.

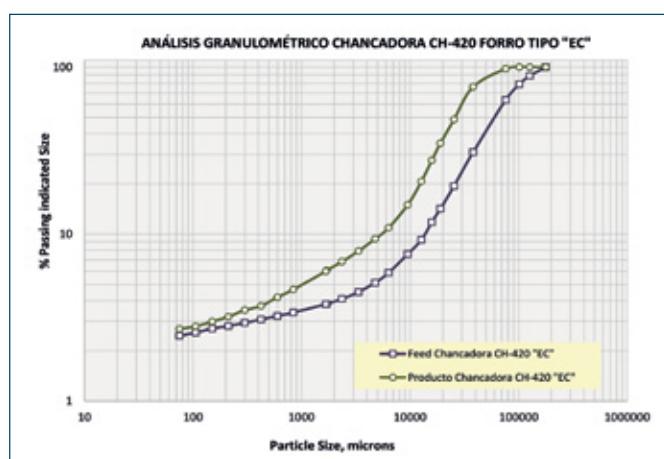
% Eficiencia de clasificación	55.47
% Carga circulante (O/U)	304.8

Figura 2. Clasificación hidrociclón D-20.



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Figura 3. Diagrama de flujo circuito de flotación Pb 1,300 TPD.

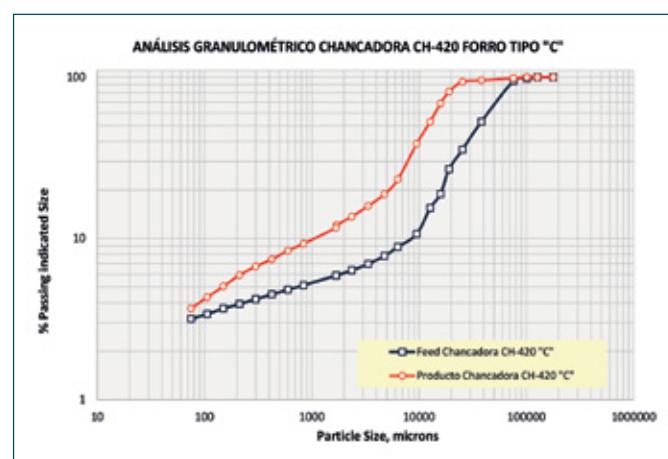


Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

$$F80 = 103986 \mu\text{m} \quad P80 = 43594 \mu\text{m}$$

$$\text{Ratio Reducción tipo "EC"} = 2.4$$

Figura 4. Chancadora CH-420 forro tipo EC.



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

$$F80 = 62205 \mu\text{m} \quad P80 = 18740 \mu\text{m}$$

$$\text{Ratio Reducción tipo "C"} = 3.3$$

Figura 5. Chancadora CH-420 forro tipo C.

ca circulante de 305%, que sobrecargaba los molinos secundarios, aminorando el ratio de reducción y limitando el incremento del tonelaje de tratamiento.

### Flotación

El circuito de flotación de Pb estaba conformado por 20 celdas Agitair, 48 como banco Rougher; 10 celdas Agitair, 48 como banco Scavenger y 10 celdas Sub A 24 como circuito Cleaner, divididas en tres etapas de limpieza con un arreglo de 4:3:3. El tiempo de flotación de Pb fue de 14 minutos.

### Rediseño y cambios en los Procesos

Durante 2016 se realizaron cambios en los procesos de chancado, molienda y flotación con la finalidad de optimizar el proceso de la planta concentradora.

### Chancado

En el circuito de chancado se reem-

plazaron las mallas del piso inferior de las zarandas de 6'x14' y 5'x14' de 9.5 a 8 mm, en la chancadora secundaria CH-420 se cambió el tipo de forro en el cóncavo de tipo extra grueso EC por un cóncavo grueso C.

Debido a esta modificación se logra mejorar el ratio de reducción de la chancadora secundaria de 2.4 a 3.3, aliviando el trabajo en el chancado terciario.

A causa de los trabajos realizados en el circuito de chancado se logra mejorar el producto de un K80 de 6,500 a 5,200 micrones, entregando un material más fino al circuito de molienda.

### Molienda

Debido a la innovación tecnológica de clasificación de partículas con zarandas de alta frecuencia, optamos por modificar nuestro circuito de clasificación.

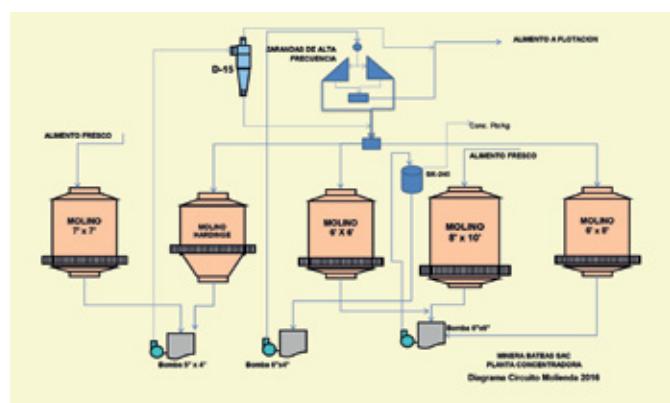
La clasificación en hidrociclos se realiza por diferencia de tamaños y de la gravedad específica mientras que la separación en zarandas es por tamaño de partículas solamente.

En el circuito de molienda se instala un circuito mixto utilizando dos zarandas de alta frecuencia y un hidrociclón D-15.

### Clasificación en molienda

El flujo del circuito Comesa luego de recuperar el Pb libre en la celda Flash envía el flujo hacia las dos zarandas de alta frecuencia, el producto fino pasa al circuito de flotación y el material grueso alimenta a los molinos secundarios, la eficiencia de clasificación de las zarandas es de 73% con una carga circulante de 163%.

El circuito Denver trabaja con el molino Hardinge y la clasificación de un hidrociclón D-15, el producto fino alimenta al circuito de flotación y el material grueso

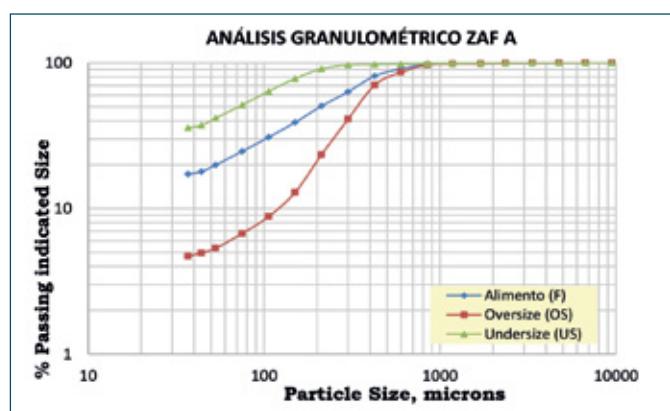


Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Figura 6. Diagrama de flujo del circuito de molienda 1,500 TPD 2016.



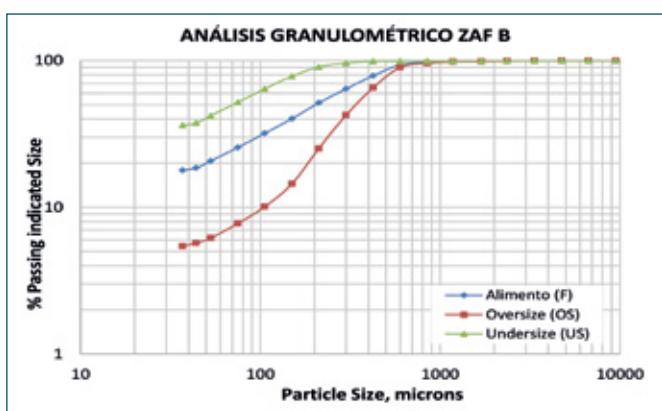
Foto 1. Zaranda de alta frecuencia.



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Eficiencia de total (%)	74.45
% Carga circulante (O/U)	149.24

Figura 7. Clasificación ZAF A.



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Eficiencia de total (%)	74.28
% Carga circulante (O/U)	147.91

Figura 8 Clasificación ZAF B.

se junta con los rechazos de las zarandas para alimentar a los molinos secundarios, la eficiencia de clasificación del hidrociclón es de 55% con una carga circulante de 270%.

Debido a la reducción de la carga circulante en los molinos secundarios se incrementa el tonelaje de tratamiento en todo el circuito en un 15%.

## Flotación

### Flotación de plomo

Con la finalidad de determinar el tiempo necesario de flotación de Pb-Ag se realizaron pruebas de cinética (ver Figuras 10 y 11).

En el circuito de flotación de Pb se reemplazó todo el circuito instalándose seis celdas tanque de 20 m<sup>3</sup> con una configuración de 1: 1: 2: 2 para los circuitos de Rougher y Scavenger, para el Cleaner se instaló nueve celdas OK-3 con una configuración de 5: 3: 2 para las tres etapas de limpieza.

En marzo de 2016 entró en operación el nuevo circuito de flotación de Pb, incrementándose el tiempo de flotación de 14 a 38 minutos.

### Flotación de Zn

El circuito de flotación de Zn estaba conformado por dos acondicionadores de 8'x8', un acondicionador 10'x10', un banco de seis celdas OK-8 como Banco Rougher, dos celdas OK-8 como banco Scavenger y 10 celdas Sub A 30 como circuito Cleaner con una configuración de 5:3:2 (tres etapas de limpieza). Debido al incremento de producción el tiempo de flotación se afecta de 27 a 20 minutos, lo que repercute en la recuperación de 90 a 88%, debido a este inconveniente a partir de septiembre se habilita el circuito parado de las celdas Agitair 48 y celdas Sub A 24 (que anteriormente trabajaban como el circuito de Pb), el cual se configuró para flotar Zn con el 30% del flujo del circuito de Zn lográndose mejorar la recuperación a 90%.

### Costo del proyecto

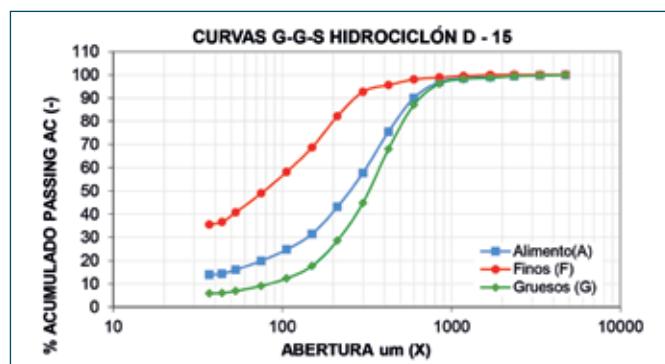
El proyecto de optimización de planta se inició el 2015 concluyéndose en mayo de 2016.

### Resultados obtenidos

Debido al mejor producto de chancado (5,200 micrones), se obtuvo la reducción del porcentaje de carga en el circuito de molienda de 305 a 150%, y por la mejor eficiencia de clasificación de las zarandas de alta frecuencia se logra incrementar el tonelaje de tratamiento en la planta concentradora de 1,300 a 1,500 TPD.

Debido al mayor tiempo de flotación, la recuperación de la Ag mejora sobre el 84% pese a que la ley de cabeza se afecta a 90 g/t a causa de la profundización de la mina, la recuperación del Pb mejora por encima del 94% en 2016 con una ley de concentrado de 60%, las mejoras se atribuyen al mayor tiempo de flotación y al incremento de la ley de cabeza.

El 2016 el contenido fino de Ag se afecta en un 26% respecto a 2015 debido



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

% Eficiencia de clasificación	54.97
% Carga circulante (O/U)	269.70

Figura 9. Clasificación hidrociclón D-15.

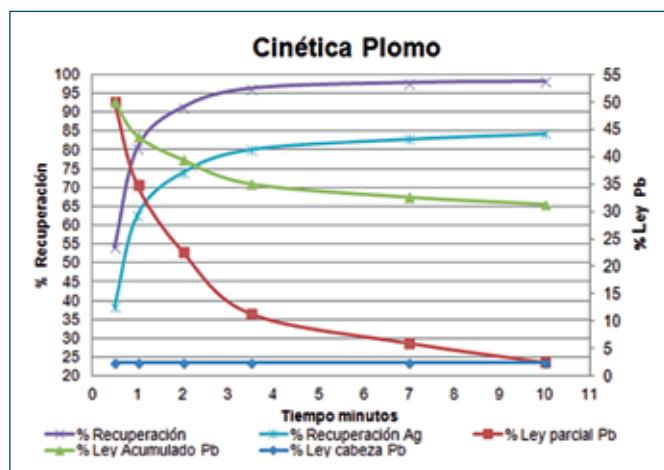
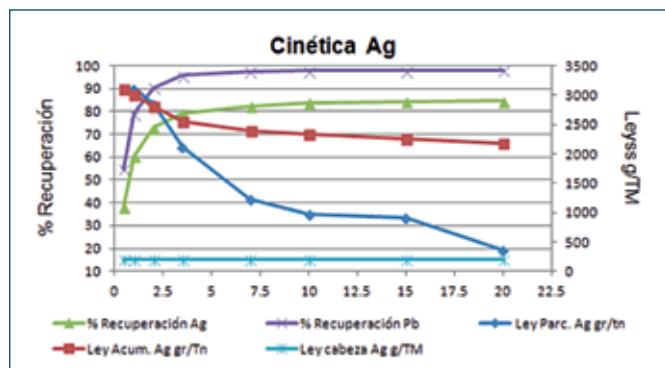
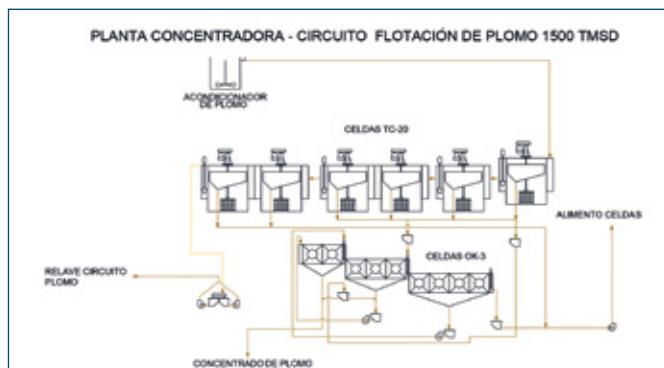


Figura 10. Cinética de flotación del plomo.



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Figura 11. Cinética de flotación de plata.



Fuente: laboratorio Metalúrgico Bateas.

Figura 12. Diagrama de flujo del circuito de flotación de plomo.

a la menor ley de cabeza, y el contenido fino de Pb se incrementa en un 37% a causa del mayor tonelaje de tratamiento y al incremento de la ley de cabeza.

Durante 2016, el contenido fino de Zn se incrementó en un 21% respecto a 2015, como consecuencia del incremento de la producción y la mayor ley de cabeza.

## Resultados económicos

Debido a la optimización del proceso de la planta durante 2016, el tonelaje

**Tabla 1. Resumen de Costo del Proyecto de Optimización de Planta**

Costo del Proyecto	
Descripción de actividades	Monto (US\$)
Administración del proyecto	810,012
Molienda	1,377,999
Flotación	2,335,153
Contingencias	91,533
<b>Costo Total</b>	<b>4,614,697</b>

Fuente: proyectos Minera Bateas.



Foto 2. Celdas de flotación Pb.

de tratamiento se incrementó en 50,900 TMS, obteniéndose un volumen de concentrado de Pb adicional de 2,457 TMS y 3,817 TMS de concentrado de Zn que luego de su valorización se logra un incremento del ingreso US\$ 9 millones.

## Otros trabajos relevantes

Los trabajos realizados en la operación de SK 240 y el uso de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), como modificador de pH, permitieron estabilizar el proceso metalúrgico.

## Operación de celda SK-240

Flotando con la celda SK 240, la ley de Pb obtenido es mayor a 65%, disminuyendo la remolienda.

## Uso del dióxido de carbono como modificadores de pH

Debido al uso de shotchete en el sostenimiento de mina se incrementa el pH del mineral afectándose con ello las recuperaciones de Ag, Pb y Zn. Luego de varios trabajos de investigación se encontró el uso del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para controlar el pH del mineral el cual se adiciona en el acondicionador de Pb.

Se realizó el diseño factorial 2<sup>3</sup>, las variables son los modificadores de pH H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, RA 113 y CO<sub>2</sub>.

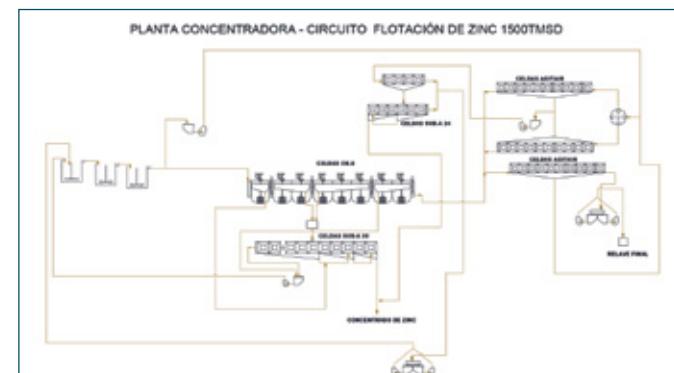
En el diagrama de Pareto se observa el efecto pésimo del CO<sub>2</sub>, sobre la recuperación de plomo.

## Conclusiones

1. En el circuito de chancado, con el cambio de mallas en las zarandas y el tipo de forro en la chancadora CH 420, se baja el K80 de 6,500 um a 5,200 um.

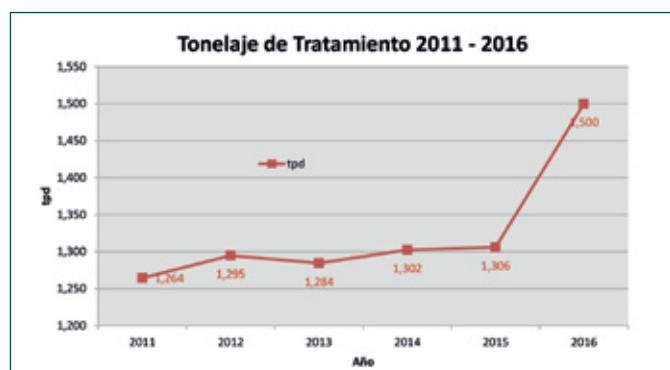
2. En el circuito de molienda con la instalación de una zaranda de alta frecuencia (ZAF), se logra reducir la carga circulante, de 305% a 150%, permitiendo incrementar el tonelaje de tratamiento en un 15%.

3. En el circuito de flotación de Pb se reemplazó el sistema completo instalándose 6 celdas OK-20 y 9 celdas Ok-3, con lo que se incrementa el tiempo de flotación de 14 a 38 minutos y se mejora la recuperación de Ag a 84.39% aún con

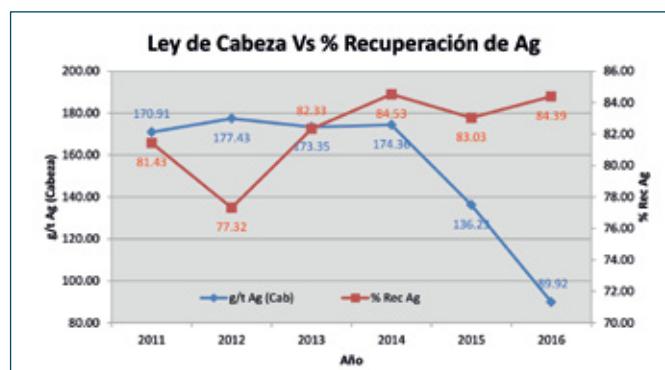


Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

Figura 13. Diagrama de flujo del circuito de flotación de Zn modificado 2016.



Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.  
Figura 14. Toneladas por día.



Fuente: balance metalúrgico Bateas.  
Figura 15. Variación de ley de cabeza y % recuperación de Ag (2011 - 2016).

- una menor ley de cabeza (90 g/t) y la recuperación del Pb llegó a un 94.10%.
- 4.Debido al incremento del volumen de tratamiento se afecta el tiempo de flotación de Zn optándose por habilitar el circuito antiguo de Pb para trabajar como circuito de Zn, lográndose con ello mejorar la recuperación de Zn de 88 a 90%.
- 5.La operación de la celda unitaria SK-240 es fundamental en el proceso debido a que descabeza el circuito para obtener un concentrado de Pb grueso con una ley por encima de 65%.
- 6.Debido al uso de shotchete en el sostenimiento de mina se incrementa el pH del mineral afectándose con ello las recuperaciones de Ag, Pb y Zn. Luego de varios trabajos de investigación se encontró el uso del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para controlar el pH del mineral, el cual se adiciona en el acondicionador de Pb con un consumo promedio de 39 g/t y un costo 0.06 US\$/t.
- 7.El costo del proyecto de optimización fue de US\$ 4.6 millones.
- 8.La optimización realizada en la planta concentradora ayudó a incrementar el tonelaje de tratamiento, mejorar las recuperaciones metalúrgicas y la calidad de los concentrados, incrementándose los ingresos de 2016 en US\$ 9 millones.

## Bibliografía

- Chemsupply. 2010. Hambook Chemicals.
- Derrick Stack Sizer. 2010. Manual de funcionamiento.
- Fernando A. Ayres Hidalgo. 2000. Balances Metalúrgicos, Multiplicador de Lagrange.
- H. W. Smith and N. M. Ichiyem. 1973. Compute Adjustment of Metallurgical Balances.
- Haselhuhn, H. K. Swanson and S.W. Kawatra. 2012. The Effect of  $\text{CO}_2$  Sparging on the Flocculation and Filtration Rate of Concentrated Hematite Slurries, Preprint 12-088, SME Annual Meeting, February 19 - 22, Seattle.
- Informes internos del laboratorio metalúrgico de Minera Bateas.
- OutoKumpu. 2015. Celdas de Flotación OK TC20 y OK 3R.

**Tabla 2. Resumen de Valorización de Concentrados**

Resumen valorización conc. Pb 2016 (Incremento de producción)				
Producto	TMS	Ag g/t	Pb %	Valorización Total (\$)
Conc. Pb Real	2,457	1,575.48	59.60	9,101,061
Resumen valorización conce. Zn 2016 (Incremento de producción)				
Producto	TMS	Ag g/t	Pb %	Valorización Total (\$)
Conc. Zn Real	3,817	41.44	50.65	2,355,015
Valorización de concentrados por incremento de producción				11,456,076
Costo de explotación y tratamiento del incremento de producción				2,443,200
<b>Incremento de ingreso 2016</b>				<b>9,012,876</b>

Fuente: laboratorio metalúrgico Bateas.

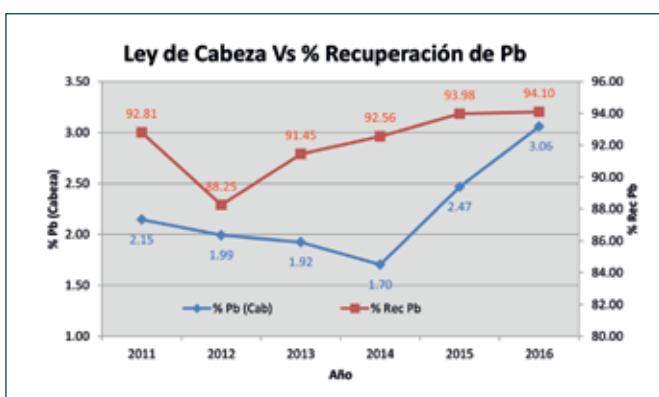


Figura 16. Variación de ley de cabeza y % de recuperación de Pb (2011-2016).

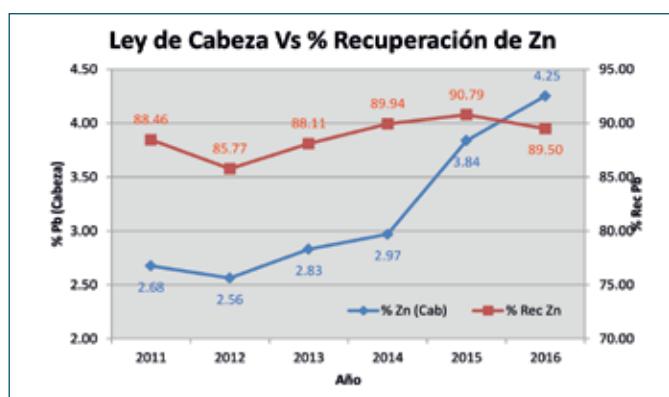


Figura 17. Variación de ley de cabeza y % recuperación de Zn (2011 – 2016).

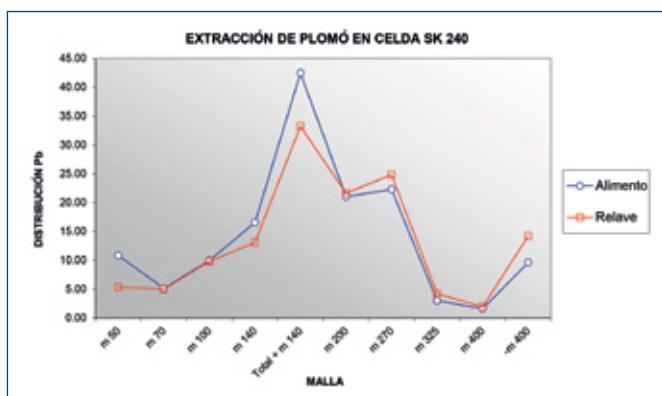


Figura 18. Extracción de plomo en la celda SK 240.

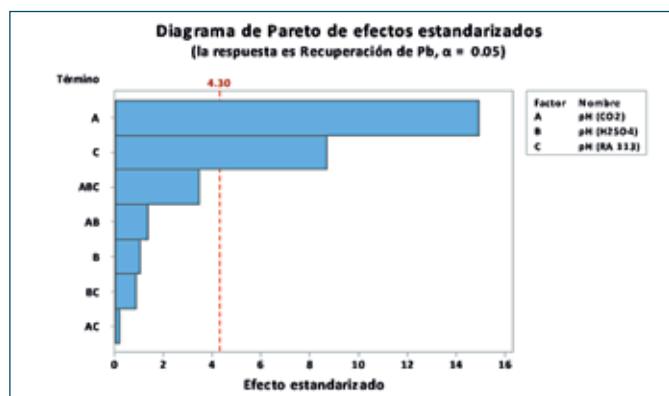


Figura 19. Diagrama de Pareto efecto positivo en la recuperación de plomo.

# Detectar fallas de rodamientos en zarandas vibratorias de planta concentradora Alpamarca

Por: Ing. Óscar Caccya Anca.  
Compañía Minera Chungar –  
Alpamarca.

## Resumen

El presente trabajo describe el monitoreo de condición a las zarandas vibratoria en chancado secundario y terciario, para lo cual se aplica diferentes técnicas de análisis, entre las cuales está el método de vibración que, gracias a una serie de configuraciones y filtros del valor adquirido, muestra el deterioro progresivo para su pronta intervención.

## Zaranda vibratoria

Las zarandas vibratorias, son también conocidas como cribas o harneros, se utilizan para la clasificación de productos sólidos por granulometría y también para separar en algunas ocasiones sólidos de líquidos.

Son construidas abiertas o cerradas y también con un sistema de aspiración para polvos finos. En algunos casos se pueden suministrar con sistema auto-limpiente para trabajos con polvos finos que obstruyen las mallas y así poder maximizar su rendimiento, evitando paradas para dicha limpieza.

Las zarandas juegan un papel muy importante en el sistema de chancado al separar los materiales de acuerdo a su tamaño, es por esto que se tiene que evitar fallas inesperadas.

## Objetivos

Encontrar las principales causas que origina la falla en una zaranda vibratoria para programar su intervención a tiempo, reduciendo paradas inesperadas y aumentando la confiabilidad del equipo.

## Análisis de modos y efectos de fallas

Para poder determinar los problemas que aquejan a una zaranda vibratoria no solamente basta en fijarse en su historial ya que hay otros aspectos negativos en crecimiento que no son notorios.

Se debe analizar todas las posibles fallas que pueden ocurrir en las zarandas

y esto se toma de otros casos históricos o experiencias, para elaborar la tabla Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).

Lista técnica a utilizar para problemas de rodamiento en el eje impulsor:

- Vibración.
- Tribología.
- Termografía.

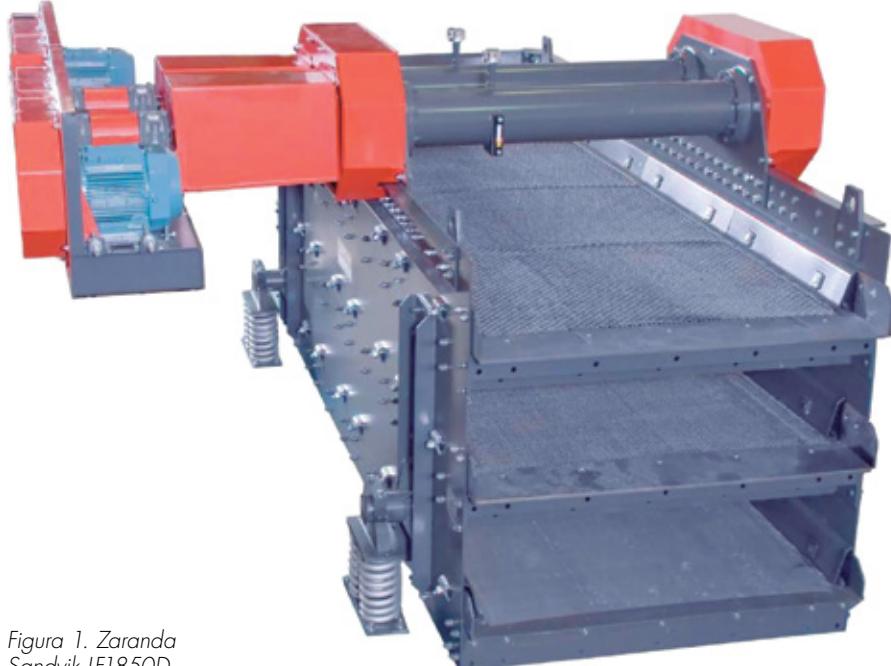


Figura 1. Zaranda Sandvik LF1850D.

## Abstract

*This paper describes the monitoring of vibrating screens conditions in secondary and tertiary crushing. For this, different analysis techniques are applied. One is the vibration method which, thanks to a number of settings and filters of acquired value, shows the progressive wear in order to promptly address it.*

Hay diferentes modos de falla para este tipo de zaranda vibratoria, y se debe filtrar todos los efectos que provocan daño al rodamiento del eje impulsor, y definir las técnicas a utilizar.

### Análisis de la información vibracional

#### Configuración de la vibración

Los ejes impulsores de la Zaranda están girando a 847 RPM (15Hz), estos contienen los rodamientos 22320-E1-T41D, en

ambos lados; para lo cual se procede a configurar:

Frecuencia Máxima para apreciar cuatro armónicos de la falla más alta.

Precálculo de data para Rod. 22320

Falla en la Canastilla:	0.409
Falla en las bolas:	2.644
Falla en la pista externa:	4.086
Falla en la pista interna:	5.914
$F_{max} = 15 \times 5.914 \times 4$	
$F_{max} = 355 \text{ Hz}$	

$$\text{Resolución} = \frac{F_{max}}{(\# \text{Líneas})}$$

La mayoría de analizadores digitales muestran a 2.56 veces la frecuencia máxima de interés, esto se llama frecuencia Nyquist, según la cual la onda debe ser muestreada a una frecuencia mayor que el doble de la señal de entrada.

$$F_{rmuestras} = 2.56 * F_{max}$$

El número de muestra que se necesita es de 2.56 veces el número de líneas.

$$\# \text{muestras} = 2.56 * \# \text{Lineas}$$

$$tr_{muestra} = \frac{\# \text{muestra}}{F_{rmuestra}}$$

Se selecciona 1,600 # de líneas, que nos dan una resolución de 0.2Hz (12cpm) y el tiempo de recolección muestral es de 4.5 segundos, dependiendo del analizador, ya que también se necesitaría realizar algunos promedios.

Los filtros para la aceleración se colocan en el inmediato superior con el fin de tener un espectro más limpio y con fallas notorias. Pero no solo queda allí, ya que funciona como una radio, la cual se tiene que sintonizar encontrando en forma práctica el mejor filtro, quizás inferior o tal vez superior y, en alguna ocasión, los software presentan bandas de frecuencia.

**Tabla 1. Historial de Averías en las Zarandas Vibratorias**

Fecha	a
04/01/2017	Se cambio malla en el deck superior, cuarto paño. Cambio 02 bastidores se encontró rotos por
02/04/2017	Se instaló 08 grampas segundo, tercer paño y aseguró platinas superiores, ajuste general de
14/04/2017	Se realizó 01 injerto en agujero del tercer paño.
05/05/2017	Se realizó 01 parche de malla en el primer deck, se requiere cambio de malla
07/05/2017	Se colocó 6 pernos de 5/8" x 2", cabeza avellanda en la descarga hacia la chancadora 400CROO
08/05/2017	Se inspeccionó la malla se encontró dañado el deck inferior de la malla, se realizó un parche

**Tabla 2. Evaluación AMEF en las Zarandas Vibratorias**

SISTEMA ZARANDA VIBRATORIA		AMEF			
SUBSISTEMA	Subsistema N°	Facilitador Oscar Cacoya	Auditor	Fecha:	Hoja N° 1
FUNCTION	LA FUNCION	Modos de Falla	Efecto de Falla		
		9 Ejes fuera de nivel, cuando un rodamiento tiene sobre nivel el otro.	Rodamiento dañado		
		2 Incorrecta cantidad de aceite en el eje vibrador.	Rodamientos del criba sobre calentados		
		3 Aceite viejo o tipo incorrecto en el eje vibrador.	Rodamientos del criba sobre calentados		
		4 Rodamiento dañado	Rodamientos del criba sobre calentados		
		5 Alta temperatura ambiental o del material.	Rodamientos del criba sobre calentados		
		6 Vida útil del rodamiento excedida	Rodamiento dañado		
		7 Lubricación insuficiente.	Rodamiento dañado		
		8 Aceite inadecuado	Rodamiento dañado		
		4 Materiales extraños (metales, arena, etc.) en el aceite	Rodamiento dañado		

**Tabla 3. Resolución y Número de Líneas**

Número de líneas	f <sub>max</sub> (HZ)	Resolución (HZ)	Frecuencia muestreo (HZ)	Número de muestras	Tiempo de muestra (seg)
100	355.00	3.6	908.80	256	0.3
200	355.00	1.8	908.80	512	0.6
400	355.00	0.9	908.80	1024	1.1
800	355.00	0.4	908.80	2048	2.3
1600	355.00	0.2	908.80	4096	4.5
3200	355.00	0.1	908.80	8192	9.0
6400	355.00	0.1	908.80	16 384	18.0
12800	355.00	0.0	908.80	32 768	36.1

rera y para esto se realizó una serie de pruebas agregando pesas al desbalance del eje impulsor, ocasionando daño en el rodamiento.

## Conclusiones

1. Es posible hallar la falla en los rodamientos de las zarandas a pesar que el equipo en sí presente vibraciones altas por su misma naturaleza.
  2. La configuración no solamente es teórica, sino que se tiene que encontrar los filtros adecuados para el comportamiento del equipo, ya que esto dependerá en gran medida de los componentes que contenga, ejemplo engranajes en el sistema impulsor.

## Bibliografía

John Moubray. 1979. Mantenimiento Centrado en la Confiableidad. Butterworth-Heinemann; Edición: 2.

Peakvue filter settings on paper machine felt rolls. En <http://www.maintenance.org/topic/peakvue-filter-settings-on-paper-machine-felt-rolls> (visitado el 13 de mayo de 2017).

Zarandas Vibratorias. En <http://www.vibrotech.com.ar/productos/electromecanicos/zarandas> (visitado el 13 de mayo de 2017).

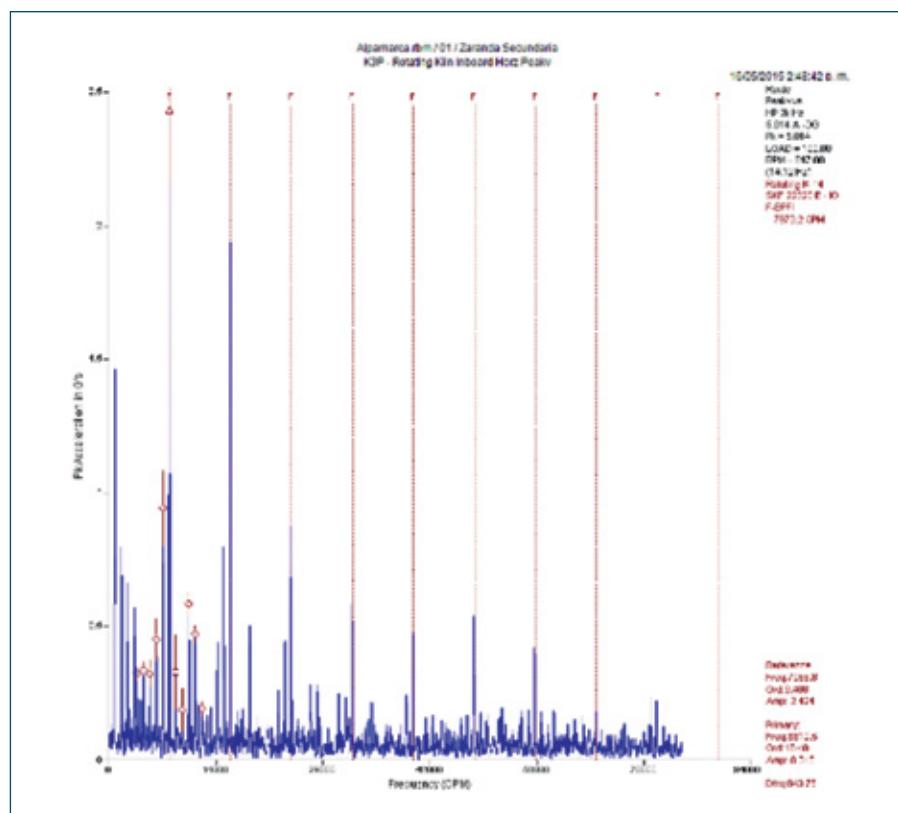


Figura 2. Espectro del eje impulsor.

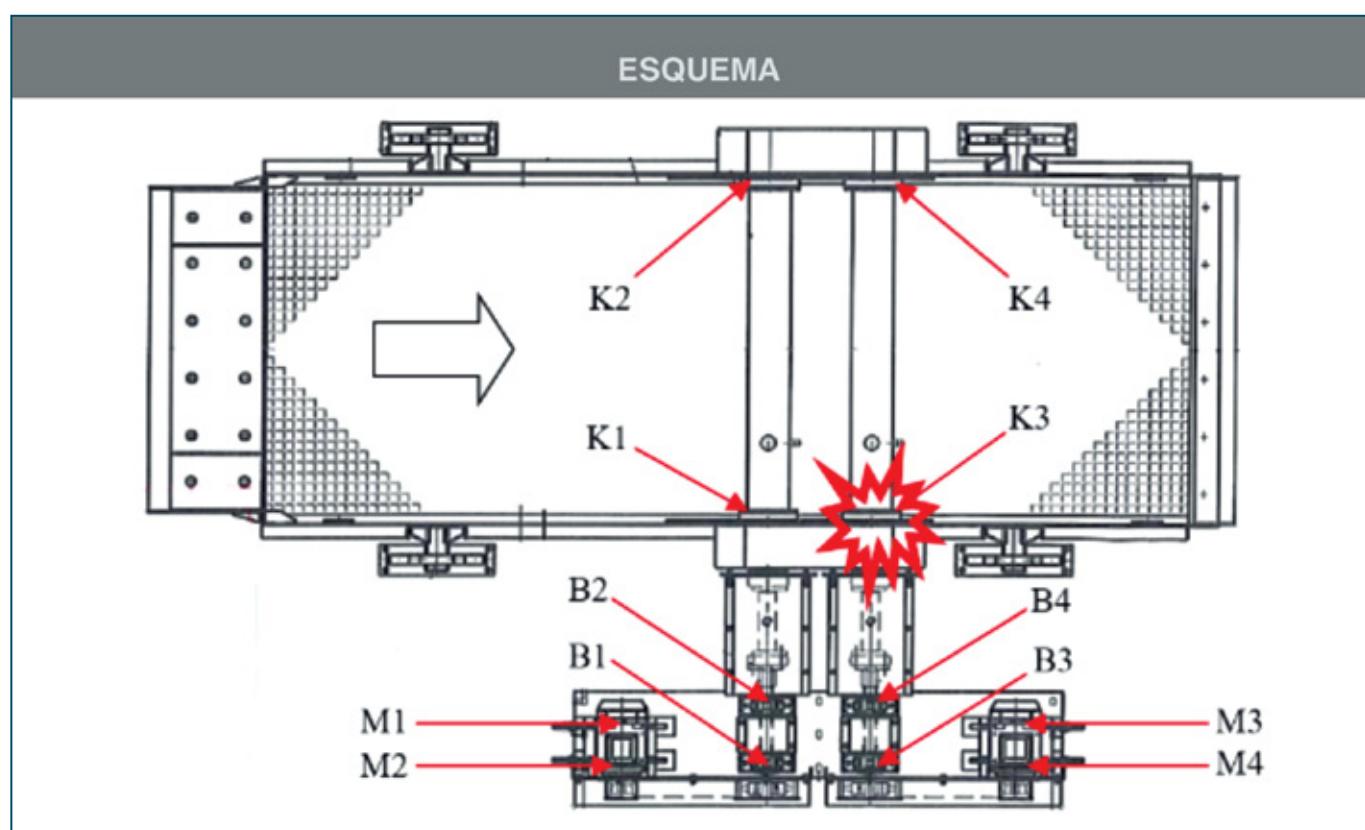


Figura 3. Esquema del problema.

# Evaluación de la composición química, estructura y propiedades de aceros de puntas para equipos de movimiento de tierra

Proyecto de investigación 236-PNICP-PITEI-2015 promovido y financiado por Fundición Ferrosa y el FINCYT.

Por:  
Ing. Francisco Rumiche  
e Ing. Rolando Nuñez.  
CITE Materiales, Pontificia Universidad Católica del Perú.

## Resumen

En este artículo se presentan los resultados de una investigación enfocada en evaluar, de manera comparativa, la composición química, microestructura, dureza y resistencia al desgaste y al impacto, de tres aceros de puntas para equipos de movimiento de tierra disponibles comercialmente en el mercado nacional. Para la evaluación se obtuvieron muestras del acero de cada una de las puntas y se prepararon probetas que fueron sometidas a diversos ensayos bajo procedimientos establecidos en normas internacionales. Los resultados indican que el acero de las tres puntas es de medio carbono y de baja aleación, con un contenido nominal de carbono de 0.3% en peso; para una punta en particular el acero presenta además cierto contenido de boro. En los tres ca-

sos el acero presenta una microestructura constituida por martensita revenida, lo que evidencia un tratamiento térmico de templado y revenido. La dureza del acero es similar para las tres puntas, con valores promedio entre 48 y 53 HRC, para la dureza superficial, y entre 42 y 52 HRC para la dureza en el núcleo. La resistencia al impacto y al desgaste varían en los tres casos, con valores entre 12 y 25 J de energía absorbida en el impacto, y 0.82% a 0.98% de pérdida de peso debido a desgaste abrasivo. El acero de las tres puntas presenta una composición química adecuada para su aplicación en excavación. Sin embargo, la variación en resistencia al impacto y resistencia al desgaste sugiere que para la selección de una punta en particular, deberá tomarse

en cuenta el suelo en el que esta va a operar y las condiciones de carga a las cuales será sometida, además del correspondiente factor económico.

## Introducción

Las puntas para excavación de equipos de movimiento de tierra son componentes sometidos a condiciones muy agresivas de trabajo; en particular se encuentran expuestas al contacto con minerales de naturaleza abrasiva que generan un elevado nivel de desgaste en las mismas, lo cual origina que tengan que ser cambiadas incluso luego de períodos muy cortos de trabajo. Estas puntas, denominadas en el idioma inglés Ground Engaging Tools (GETs), son fabricadas a partir de aceros al carbono, materiales de

## Abstract

*This article shows the results of a research focused on assessing, in a comparative manner, the chemical composition, microstructure, hardness and resistance to wear and impact of three steel toeds for earthmoving equipment available commercially in the national market. For this assessment, steel samples were retrieved from one toed, and the specimens prepared were subjected to various tests under the procedures set by international standards. Results show that the three toeds' steel is of medium carbon and low alloy, with a nominal carbon content of 0.3% in weight; for a toed in particular, steel also has some boron content. In all three cases, steel presents a microstructure formed by tempered martensite, which evidences a hardening and tempering heat treatment. Steel hardness is similar in all three toeds, with average values between 48 and 53 HRC for surface hardness, and between 42 and 52 HRC for core hardness. The resistance to impact and wear vary in all three cases, with values between 12 and 25 J of energy absorbed at impact, and 0.82% to 0.98% weight loss due to abrasive wear. All three toeds' steel has a chemical composition suitable for excavation purposes. However, the variation in resistance to impact and wear resistance suggests that, in order to select a toed in particular, the soil, where the operation will be carried out, and load conditions, should be taken into account, in addition to the corresponding economic factor.*

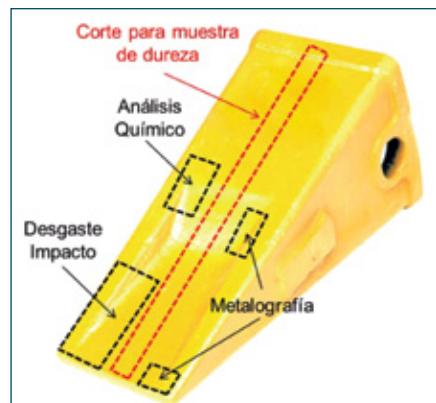


Figura 1. Muestras para los ensayos obtenidas de las puntas. Adaptado de [5].

**Tabla 1. Composición Química del Acero de las Puntas A, B y C**

Elemento	Punta (wt%: porcentaje en peso del elemento)		
	A	B	C
C	0.28	0.33	0.32
Si	1.54	1.56	1.53
Mn	0.80	0.82	0.81
P	0.018	0.022	0.024
S	0.009	0.015	0.020
Cr	1.82	2.20	2.17
Mo	0.52	0.59	0.63
Ni	0.30	0.48	0.20
Nb	0.009	0.009	-
V	0.010	0.010	0.010
B	-	0.0011	-

baja aleación y resistentes a la abrasión [1]. Las puntas requieren mantener una combinación de alta dureza a lo largo de toda su sección, para resistir al desgaste; una elevada tenacidad a la fractura, para evitar roturas durante solicitudes de impacto, y un buen mantenimiento de propiedades a las temperaturas de trabajo (tanto altas como bajas). El acero comúnmente empleado en la fabricación de las mismas es de baja aleación, de bajo o medio carbono, y de alto nivel de endurecimiento (deep hardening steel). El término deep hardening se refiere al potencial del acero para producir componentes completamente endurecidos en toda su sección. La composición química típica de estos aceros se mantiene en los siguientes rangos (en porcentaje en peso del elemento): C: 0.23-0.37, Mn: 0.40-1.20, Si: 0.50-2.00, Cr: 0.25-2.00, Mo: 0.20-0.80, V: 0.05-0.25, Ti: 0.03-0.15, Al: 0.015-0.050, B: 0.0008-0.009 y N: 0.005-0.013, con contenidos de P y S menores a 0.025 [2]. Por lo general, cada fabricante mantiene una composición química de su propiedad y que no responde necesariamente a una determinada especificación.

En nuestro país se pueden adquirir puntas de diferentes fabricantes, tanto nacionales como extranjeros. Una reconocida empresa internacional emplea para la fabricación de sus puntas aceros de patente propia, denominados DH2 y DH3 [3]. El DH2 es un acero al boro con adiciones de Cr y Mo, y que puede llegar a alcanzar

una dureza superficial de 45 a 52 HRC. El DH3, también es un acero al boro pero contiene Ni, además de Cr y Mo; con este se puede alcanzar una dureza superficial de hasta 55 HRC. Otra compañía internacional emplea fundiciones bimetálicas y planchas de acero resistentes al desgaste, para aplicaciones de alta abrasión y solicitudes de bajo/medio y de alto impacto, respectivamente. Asimismo, emplean también un sistema de recubrimiento de carburo de cromo, el cual provee máxima resistencia para el caso de aplicaciones con extrema abrasión y bajo a medio impacto, conjuntamente con una gran resistencia a altas temperaturas [4].

Si bien es cierto que tanto los fabricantes nacionales como los extranjeros, proporcionan cierta información en relación al tipo de acero empleado en las puntas y sus propiedades; no existe, en nuestro conocimiento, un estudio detallado y comparativo de las características de los aceros de las puntas de excavación que se comercializan en nuestro país. En el presente trabajo de investigación se muestran los resultados de la evaluación de la composición química, la microestructura, la dureza, la resistencia al desgaste, y la resistencia al impacto, del acero de tres puntas de excavación, disponibles comercialmente en el mercado peruano.

### Procedimiento experimental

Las puntas empleadas en la investigación fueron denominadas como punta A (fabricante extranjero) y puntas B y C (empresas locales). Para la obtención de las muestras de acero se realizaron cortes longitudinales y transversales mediante electroerosión con hilo, con la finalidad de obtener probetas para los diversos ensayos. La Figura 1 presenta de manera esquemática las zonas de donde se obtuvieron las muestras para los ensayos y el corte a lo largo de la sección de la punta para la prueba de dureza.

El análisis de la composición química se realizó de acuerdo al estándar ASTM E415 [6] empleando un espectrómetro de emisión atómica Bruker modelo Magellan 8. La zona de análisis elegida fue el núcleo de la punta. La evaluación de la du-

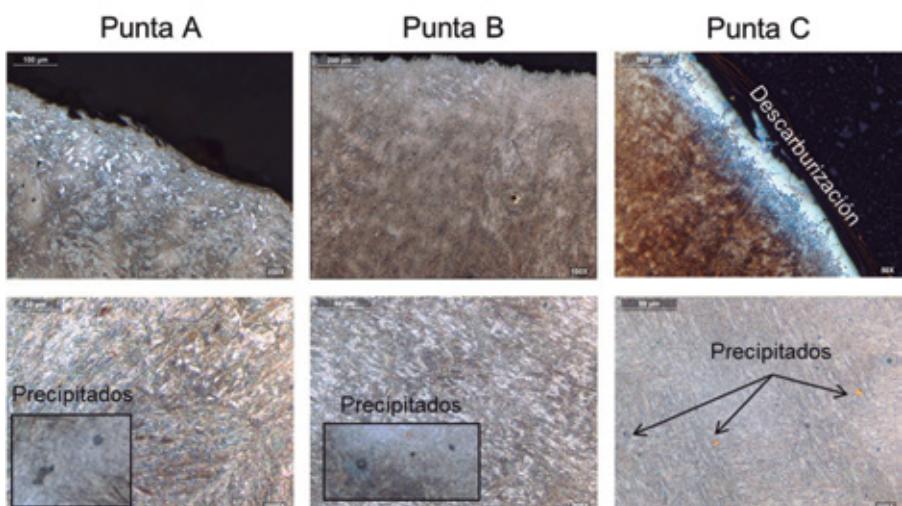


Figura 2. Microestructura del acero de las puntas en la superficie (imágenes en la parte superior de la figura) y en el núcleo (imágenes en la parte inferior).

reza se realizó en un corte longitudinal de la punta, realizando un barrido desde la superficie hasta el núcleo. La medición de la dureza se llevó a cabo de acuerdo al estándar ASTM E18 [7], en escala Rockwell C, empleando un indentador de diamante y una carga total de ensayo de 150 kg; el equipo empleado fue un durómetro Tinius Olsen. Las muestras para el análisis metalográfico fueron obtenidas del borde de ataque (superficie) y del núcleo de las puntas, y fueron preparadas en conformidad con las normas ASTM E3 [8] y ASTM E407 [9], y atacadas químicamente con una solución de Nital al 5% para revelar la microestructura. Las microestructuras fueron observadas en un microscopio óptico Leica modelo DMI 5,000M equipado con una cámara digital Leica DFC 320, se adquirieron imágenes a distintas magnificaciones.

Los ensayos de impacto se realizaron de acuerdo al estándar ASTM E23 [10]. Se obtuvieron muestras del tipo Charpy con entalla en V de dimensiones estándar de una zona cercana al borde de la punta mediante procesos de maquinado. Se ensayaron tres muestras a temperatura ambiente, por cada una de las puntas, obteniéndose como resultado el valor de energía absorbida en el impacto. Los ensayos se realizaron con un equipo Robotest Zwick Roell. Finalmente, los ensayos de desgaste abrasivo se realizaron de acuerdo al estándar ASTM G65 [11], en muestras obtenidas de la zona del borde de ataque de la punta, empleando una máquina home made [12]. Se evaluó la resistencia al desgaste en función del cambio en el peso de las muestras debido a su exposición a un flujo de arena abrasiva bajo carga mecánica. Se ensayaron tres muestras por cada punta, por un periodo de tiempo de 10 minutos (equivalente a un recorrido de 1436 m).

## Resultados y discusión

La Tabla 1 presenta la composición química del acero de las puntas A, B y C. Se puede apreciar que en los tres casos el resultado es compatible con la composición química de un acero de medio carbono de baja aleación, con un contenido nominal de C de 0.3 wt% (porcentaje en peso), adecuado para la aplicación en puntas de excavación. Los porcentajes de Si y Mn son similares para las tres puntas. El contenido de Cr (elemento proveedor de templabilidad en el acero) es ligeramente

**Tabla 2. Resultados del Ensayo de Impacto en el Acero de las Puntas A, B y C**

Punta	Muestra	Energía absorbida (J)	Promedio
A	1	18.3	25.4
	2	30.1	
	3	27.9	
B	1	21.3	20.5
	2	17.8	
	3	22.5	
C	1	11.6	12.3
	2	14.6	
	3	10.8	

mente mayor en el caso del acero de las puntas B y C. En los tres casos los contenidos de P y S se mantienen por debajo de los límites máximos recomendados. Los contenidos de los elementos Nb y V, que promueven el afinamiento de grano, son relativamente similares en los tres casos, aunque menores a los recomendados (0.05 a 0.25 wt%). Es importante indicar que la punta B presenta un contenido de boro, el cual es un elemento de alto efecto endurecedor en los aceros. El boro cumple un rol determinante durante el tratamiento térmico de estos aceros ya que contribuye significativamente en retardar la formación de ferrita y perlita, promoviendo la formación de martensita durante el enfriamiento rápido sin disminuir la temperatura de inicio de transformación martenística [13].

En el caso de la dureza, el acero de la punta A presenta 48 HRC en la superficie y de 42 HRC en el núcleo. Para el acero de la punta B se obtuvo una dureza de 52 HRC en la superficie, y de 50 HRC en el núcleo. En la punta C se obtuvieron valores de 53 HRC y 52 HRC en la superficie y en el núcleo, correspondientemente. Todos estos valores de dureza corresponden a aquellos obtenidos en un acero tratado térmicamente mediante temple y revenido. La mayor dureza y mantenimiento de la misma en el núcleo, para el caso del acero de las puntas B y C, se puede relacionar con el mayor contenido de C y de Cr, respectivamente, en comparación con el que tiene el acero de la punta A. Además de la composición química existen otros factores que influyen en la dureza del acero de las puntas, tales como el tiempo y tem-

peratura de calentamiento para el temple, la velocidad de temple, la temperatura y tiempo de revenido y la atmósfera en la que se realiza el tratamiento.

La Figura 2 presenta la microestructura del acero de las tres puntas; las imágenes de la parte superior muestran la microestructura en la superficie, mientras que las fotos de la parte inferior presentan la microestructura en el núcleo. El acero de todas las puntas presenta una microestructura constituida por martensita revenida, con ciertos precipitados (ver insertos en las figuras), inclusiones y/o compuestos intermetálicos. Esta microestructura es típica para un acero de baja aleación templado y revenido. En particular, en la punta C se puede apreciar una descarbonización en la superficie (ver franja de color claro en la imagen correspondiente), la cual podría estar asociada a un proceso deficiente de tratamiento térmico. La descarbonización involucra la pérdida de carbono en la superficie y la consiguiente disminución en propiedades mecánicas en esta zona, en comparación con el núcleo.

La Tabla 2 presenta los resultados de los ensayos de impacto para cada una de las muestras de los aceros de las puntas A, B y C. El máximo y mínimo valor de energía absorbida para la punta A es 30.1 y 18.3 J, respectivamente. Para el caso de la punta B, el máximo y mínimo valor es 22.5 y 17.8 J, correspondientemente. La punta A presenta una mayor resistencia al impacto (valor promedio 25.4 J) respecto a la punta B (valor promedio 20.5 J). El acero de la punta C presentó los menores valores

de energía absorbida en el impacto, con valores entre 14.6 y 10.8 J, con un valor promedio de 12.3 J. La mayor resistencia al impacto del acero de las puntas A y B se puede relacionar básicamente con dos factores, la composición química y el tratamiento térmico. Tanto el acero de la punta A como de la punta B presentan un mayor contenido de Ni en su composición química (0.30 y 0.48 wt% respectivamente) en comparación con el acero de la punta C (0.20 wt%); el Ni es un elemento que contribuye en mejorar notablemente la tenacidad de un acero. Asimismo, las diferentes condiciones del tratamiento térmico (cuyo estudio no es parte de esta investigación), en particular la temperatura de revenido, contribuyen en la variación de la resistencia al impacto que se tiene en cada una de las puntas.

La Tabla 3 presenta los resultados de los ensayos de desgaste abrasivo para cada una de las puntas. El acero de las puntas A y B presenta un comportamiento similar frente al desgaste abrasivo, con valores promedio de variación en peso de 1.2050 y 1.2077 g para la punta A y B, respectivamente. El acero de la punta C presenta un valor promedio ligeramente mayor de pérdida de peso en comparación con las puntas A y B, de 1.4245 g. Los porcentajes de pérdida de peso para las puntas A, B y C, son respectivamente 0.82%, 0.82% y 0.98%. La relativa mayor pérdida de peso en la punta C podría estar asociado con la descarburización en la superficie, observada en el análisis de la microestructura; a menor contenido de carbono en la superficie, menor dureza (aunque de manera localizada, pues a nivel general no se observa una disminución importante), y menor resistencia al desgaste abrasivo en esa zona.

## Conclusiones

1. Se ha evaluado la composición química, microestructura y propiedades mecánicas de tres aceros de puntas de excavación comercialmente disponibles en el Perú, de un fabricante extranjero (punta A) y dos nacionales (puntas B y C).
2. En los tres casos el acero empleado corresponde a un acero de medio carbono (nominal: 0.3 wt%) y de baja aleación. En el caso particular de la punta B, el acero exhibe un contenido de boro (B).
3. La dureza se mantiene relativamente uniforme desde la superficie hasta el

**Tabla 3. Resultados del Ensayo de Desgaste en el Acero de las Puntas A, B y C**

Punta	Muestra	Variación peso (g)	Variación peso (%)	Promedio (%)
A	1	1.2454	0.85	0.82
	2	1.2210	0.83	
	3	1.1486	0.78	
B	1	1.2175	0.83	0.82
	2	1.2134	0.83	
	3	1.1921	0.81	
C	1	1.3869	0.96	0.98
	2	1.4654	1.01	
	3	1.4212	0.98	

núcleo de la punta para los tres casos, alcanzando los mayores valores en la punta C (53 HRC) y los menores en la punta A (42 HRC).

4. La microestructura de los tres aceros está constituida por martensita revenida con ciertos precipitados e inclusiones. En el caso particular de la punta C se aprecia un fenómeno de descarburización en la superficie, posiblemente asociado a deficiencias en el tratamiento térmico.
5. La resistencia al impacto es la mayor en la punta A (25 J) y la menor en la punta C (12 J).
6. La resistencia a la abrasión del acero de las puntas A y B es igual; mientras que en el caso de la punta C, es ligeramente menor.
7. La composición química de partida y las condiciones de fundición y tratamientos térmicos definen las propiedades finales de las puntas. En los tres casos, el acero mantiene propiedades adecuadas para la aplicación. La selección específica de alguna punta requiere tomar en consideración factores económicos y las condiciones de carga (solo abrasión, o abrasión+impacto) a las que será sometida.

## Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue financiado por el Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCYT) y la empresa Fundición Ferrosa, bajo contrato 236-PNICP-PITEI-2015.

## Referencias

- [1] C. Subramanian: Fatigue failure of a ground engaging tool, Journal of Failure Analysis and Prevention, Vol. 9, 2009.
- [2] US Patent 595614, Jan 21, 1997.
- [3] <http://www.maquinariaspesadas.org>
- [4] <http://escocorp.com>
- [5] HSD ground engaging tools
- [6] ASTM E415-17: Standard Test Method for Analysis of Carbon and Low-Alloy Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry, ASTM International, 2017.
- [7] ASTM E18-17e1: Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials, ASTM International, 2017.
- [8] ASTM E3-11: Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens, ASTM International, 2011.
- [9] ASTM E407-07: Standard Practice for Microetching Metals and Alloys, ASTM International, 2007.
- [10] ASTM E23-16b: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials, ASTM International, 2016.
- [11] ASTM G65-16e1: Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus, ASTM International, 2016.
- [12] L. Taipe: Influencia del contenido de Vanadio en la resistencia al desgaste de recubrimientos duros con 5% de ferrotitanio, Tesis de Titulo, PUCP, 2013.
- [13] M. Opiela: The influence of heat treatment on microstructure and crack resistance of boron microalloyed steel plates, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 43, 2010.

# Rocas decorativas en el antiguo Perú



Pizarra.

Por: Ing. Jorge Olivari Ortega,  
Membre du Club de Minéralogie  
de Montréal.

**D**os rocas: pizarra y esquisto, de similares características físicas: excelente exfoliación, fueron utilizadas como elementos decorativos por dos grandes civilizaciones prehispánicas: Chachapoyas e Inca, como veremos enseguida.

Chachapoyas fue una civilización prehispánica que se desarrolló entre los años 700 y 1500 d.C. aproximadamente; estaba situada en la selva altoandina del norte peruano.

Habían habitado el territorio limitado por los ríos Marañón, Utcubamba y Abiseo, que están ubicados en los actuales departamentos de Amazonas y de San Martín; gran parte del territorio permanece generalmente cubierto por nubes (sayapuyo o monte de nubes).

Opinan que los chachapoyas tuvieron origen andino y que modificaron su

cultura al fusionarla con la de los pobladores amazónicos allí existentes, pero adaptándola al nuevo medio ambiente.

Todavía se pueden observar interesantes manifestaciones culturales de esta civilización, como Kueláp y el Gran Pajatén, entre otras, que son muy diferentes a la de los incas; su característica arquitectónica: edificaciones redondas, incluyen diseños geométricos y otros frisos.

Los chachapoyas utilizaron la pizarra en los frisos, que son los adornos de las partes inferiores de las paredes de sus monumentos.

La pizarra es una roca de origen metamórfico: las rocas originales (arcillas) fueron fuertemente comprimidas –a baja presión y baja temperatura– sufriendo una transformación o metamorfosis y convirtiéndose en una nueva roca (pizarra).

Sus principales constituyentes son: micas, cuarzo, clorita, feldespatos, grafito y la pirita, este último, dependiendo del porcentaje, le proporciona un color oscuro a la roca.

Su color es generalmente negro, pero pueden encontrarse pizarras en

tonos gris oscuro, gris azulado y también verdosos; presenta una textura de grano fino y es una roca fácil de romper.

La principal característica de la pizarra es su exfoliación: se le puede encontrar en estratos, en láminas y en hojas, y también es fácil de cortar o partir en láminas uniformes, de superficie ligera y plana, razón para que fuera utilizada en la antigüedad como material de recubrimiento –techos de viviendas, especialmente–, además, es una roca resistente a la erosión y a las alteraciones químicas.

En el Gran Pajatén (de difícil acceso y en plena selva alta, departamento de San Martín), las construcciones del conjunto arqueológico, situadas en los flancos orientales escarpados de la cordillera de los Andes, se puede observar que son de forma circular, de 4 a 14 metros de diámetro, donde los más grandes tienen amplias escalinatas y también motivos ornamentales (cabezas humanas y alas de cóndores) en sus paredes externas. La decoración exterior está trabajada en lajas o láminas de pizarra.

Kuélap (valle del Utcubamba, departamento de Amazonas), abarca una extensión cercana a los 580 metros de largo por 110 metros de ancho, presentando una muralla circular de piedra caliza, de unos 30 metros de alto y 600 metros de longitud, la cual protegería a la capital de los chachapoyas.

Tres callejones amurallados que tienen la forma de un embudo (tres metros en la parte exterior y 70 centímetros en la parte interior) permitían el ingreso, pero de solo una persona a la vez, esto facilitaba la defensa de la ciudadela.

Existen unos 500 recintos en el interior y casi 200 en el exterior de la fortaleza de Kuélap.

Las casas circulares fueron construidas con bloques de granito rosado, los cuales están solamente superpuestos.

Otra característica de los chachapoyas es la construcción de sus mausoleos, en lugares inaccesibles, preferentemente en acantilados.

En uno de estos se pueden observar a los *pinchudos*, unos personajes esculpidos en madera sólida y pesada,



Gran Pajatén (representaciones antropomorfas en pizarra).

que tienen los brazos y manos reposando en forma cruzada sobre el pecho, y cuyas piernas están un poco recogidas, con una apariencia de garras de felino.

Estos ídolos de madera, de sexo demasiado pronunciado (de allí su nombre) serían los guardianes del cementerio.

Los chachapoyas que fueron de piel clara, serían conquistados por los incas, al mando de Túpac Inca Yupanqui, más o menos en el año 1475 d.C.

*...sus mujeres fueron tan hermosas que por serlo su gentileza muchas de ellas merecieron serlo de los ingas y ser llevadas a los Templos del Sol... (Pedro Cieza de León, pág. 227).*

Choquequirao (*cuna de oro* en quechua, idioma de los incas), es considerado como el lugar de refugio de los últimos incas, quienes abandonaron Cusco, la capital del imperio incaico, resistiendo por casi 40 años (1536 – 1572) a los invasores españoles.

Se encuentra ubicado en las alturas de una zona mon-

tañosa de la actual provincia de La Convención, departamento del Cusco, Perú; era un lugar casi inconquistable, situado en la cordillera Salcantay, en la margen derecha del río Apurímac, a unos 3,000 metros sobre el nivel del mar, en plena ceja de selva, con abundante vegetación y rodeado por los nevados Yanama, Ampay, Choquequirao, Pumasillo y Paita.

El clima cálido del lugar, posee temperaturas que varían de 10 °C a 32 °C en el día y, en la noche de 10 °C a 4 °C.

Al parecer, fue construido en el siglo XV, durante el gobierno del inca Pachacútec, aunque otros sostienen que fue durante la administración de su hijo Túpac Inca Yupanqui.

Choquequirao, es un testimonio inca que los arqueólogos están rescatando; su ubicación en las alturas de una vertiente montañosa, expresa dominio y control; probablemente construido para la vigilancia del acceso a las diversas zonas del valle del Vilcabamba.

Los trabajos arqueológicos realizados hasta la actualidad, han permitido ubicar entre otras construcciones: a. La plaza principal (*aucaypata*), b. Los almacenes para los alimentos (*colcas*), son cinco edificios construidos con piedras y barro, con ductos para la ventilación), c. La plaza superior (*hanan*, en



Esquisto.

la parte alta), d. La plaza inferior (*hurín*, en la parte baja), e. La plataforma ceremonial (*ushno*), f. El sistema de andenería (plataformas de cultivo: más de 200, además de 16 para cultivos de carácter ceremonial), g. Las viviendas de los gobernantes, h. Los talleres para los artesanos e i. Las viviendas para el poblador común.

Es interesante mencionar la decoración existente en las paredes de los andenes construidos en Choquequirao, donde están diseñadas unas llamas (un total de 22), con una orientación hacia el nevado Qori Huarachina; parecen representar una manada, razón por la cual la han denominado "las llamas del sol". Algunos suponen que esto tendría una connotación ceremonial.

Para el diseño de estas llamas (cabeza, cuerpo y extremidades) se utilizó un esquisto de color blanquecino (es decir, que se aproxima al blanco).

El esquisto es una denominación atribuida a un grupo de rocas metamórficas, cuya característica principal es su exfoliación, es decir, que se pueden debilitar en fibras u hojas, en estratos.

Gran parte de los esquistos proceden de la arcilla que se ha transformado (metamorfosis) con el transcurrir del tiempo, por la acción de la temperatura y la presión, en el interior de la corteza terrestre; también proceden de rocas

ígneas de grano fino, como el basalto y las tobas, así como de micas (biotitas o moscovitas), de grafito y de dioritas, entre otros.

Los esquistos son muy abundantes en la naturaleza, generalmente se les nombra por los minerales constituyentes más importantes: esquisto de granate, esquisto de arcilla, esquisto micáceo, etc.

La dureza y la densidad de los esquistos son variables, pero se rompen con cierta facilidad; el color varía de acuerdo al mineral predominante: blanquecino, gris, café, verdoso y amarillento, de igual manera el brillo varía: nacarado a vitreo. No poseen una buena resistencia a la erosión.

La llama (*llama glama*) es un camélido andino, que fue el único domesticado del imperio incaico, apreciado por su carne y lana, además de ser utilizado como animal de carga.

Tienen una talla de 1.6 a 1.8 m. y unos 130 a 150 kg. de peso; el color de su pelaje varía: blanco, marrón o negruzco.

Según una leyenda, un hijo de Manco Cápac (fundador del imperio incaico) se enamoró de una de sus hermanas menores que había sido designada al servicio del Sol –dios creador de los incas– razón por la cual Manco Cápac prohibió la relación; ellos lograron fugar al ser condenados a muerte.



Llama (en esquisto).

La madre de estos –Mama Ocloo– imploró al dios Viracocha por la vida de sus hijos y este a cambio, los convirtió en una pareja de llamas.

Tiempo después, le relataron al gobernante Manco Cápac, la existencia de dos animales, los cuales eran las llamas, que tenían la mirada de seres humanos, él ordenó su pronta captura y que los llevasen al Cusco, la capital del imperio.

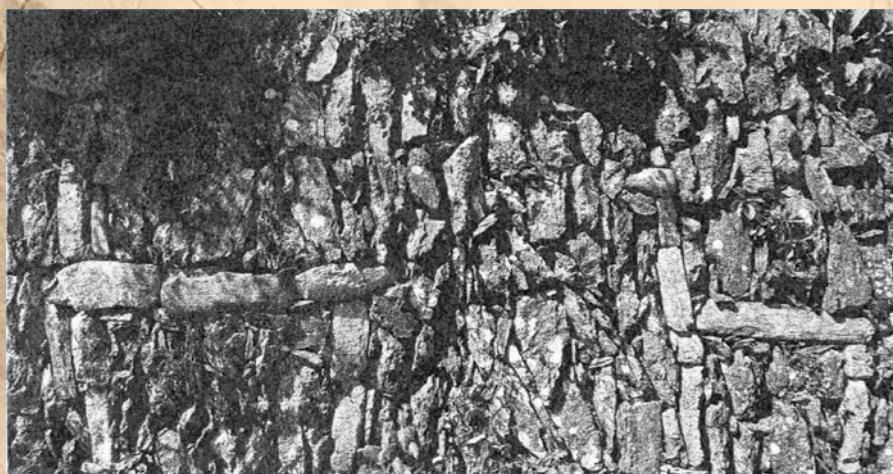
Al observar a las dos llamas, con sorpresa reconoció por la mirada a sus hijos y los mandó sacrificar.

Las almas de estas llamas comenzaron a viajar por la Vía Láctea, con dirección hacia la morada del dios Viracocha; dicen que cuando arriben, recuperarán su forma humana y regresarán nuevamente a la tierra, para un nuevo reinado.

Esta leyenda de los primeros incas instalados en el Cusco, ¿tendría relación con las "llamas del sol" diseñadas con esquisto por los últimos incas en Choquequirao?

## Bibliografía

Cieza de León, Pedro. 1977. El señorío de los incas. Editorial Universo. Lima-Perú.



Choquequirao (terrazas decoradas con llamas en esquisto).

El Instituto de Ingenieros de Minas del Perú da la bienvenida a los profesionales y estudiantes incorporados a la institución



INSTITUTO  
DE INGENIEROS  
DE MINAS  
DEL PERÚ



BRAYAN ANTHONY  
PEREDA SOLORZANO



STHOYKO KLISMAN  
GIL GENOVEZ



EMANUEL AYRTON  
BARRETO AGUILAR



LUIS DAVID  
ESCOBEDO VELÁSQUEZ



BRAD CHRISTOPHER  
SÁNCHEZ TOMÁS



IRENE DEL PILAR  
AVILA LOARTE



CHRISTIAN LEONIDAS  
VILLALOBOS NÚÑEZ



JOHANNES HAROLD  
VALDIVIESO CHAMORRO



LUIS ALBERTO  
SEJAS CAMPOS



JHONATAN ALEXANDER  
ROJAS MARCOS



ERLE NEPTALI  
NOREÑA VASQUEZ



ERICK ELVIS  
HINOSTROZA DE LA CRUZ



JOHN WILLIAM  
WOODSON



PAÚL ANDRÉ  
CORNEJO CHACÓN



ADRIÁN  
VALDIVIEZO ROSAS



NATALIE SOFÍA  
TAM CARRANZA



GILMER ROYFRANK  
LÓPEZ ALVARADO



ÁNGEL ARTURO  
MATEO CHEPE



CHRISTIAN ANDRÉS  
HARO ÁLVAREZ



ÁLVARO  
ALATA RAMÍREZ



ALVARO ALEJANDRO  
ANGULO CAJAVILCA



CÉSAR JHONATAN  
ESTRELLA BAZÁN



BRUNO JUAN DANIEL  
TARAZONA CISNEROS



JOSÉ AURELIO  
ALTAMIRANO HERRERA



JEFFRY IGNACIO  
CALLUPE REATEGUI

# ASOCIADOS ACTIVOS



CARLOS JESÚS  
MADUEÑO CHUMPIТАZ



ANDY BRAYAN  
MENDOCILLA CUSTODIO



BERTOLT CAMILO JESÚS  
QUINTANILLA RODRÍGUEZ



LAURENT JEFFERSON  
FERRER QUITO



JOSÉ DANIEL  
LIMACHE CORONACIÓN



RUBÉN BENEDICTO  
MATTOS PINO



BRAULIO FERNANDO  
CASTILLO ANYOSA



EDWARD ARTURO  
RAMOS RUIZ



PERSI  
LÓPEZ HERRERA



DIEGO  
BARDALES SAWADA



MARIANO ALEXANDER  
BAYLÓN CALDERÓN



JOSEPH  
ONEIL



SÉRGIO ALEJANDRO  
RUPAY YALI



ALEXANDER RAÚL  
RAMOS CHACHICO



MOISÉS  
ESPINOZA BENITES



MIGUEL ARMANDO  
MURGA ÁLVAREZ



CRISTIAN OMAR  
MÁRKQUEZ SARMIENTO



LUIS CARLOS  
OLIVEIRA DOS SANTOS



FILIPE PEDRO  
GOMES DE BARROS



JOSÉ ALBERTO  
LÓPEZ OLIVA



FABRIZIO SAÚL  
GARCÍA MIRANDA



JUNIOR ALEXANDER  
MENDOZA BEDREGAL



BERNARDO GONZALO  
CRUZADO GONZÁLEZ



ROBERTO CARLOS  
BURGOS IBÁÑEZ



DANTE ULISES  
MORALES CABRERA

# IIMP EN FOTOS



INSTITUTO  
DE INGENIEROS  
DE MINAS  
DEL PERÚ

**Premio Nacional de Minería.**- El Jueves Minero del 15 de febrero, el Ing. Pedro Condori, gerente de Procesos Metalúrgicos de la división Minera del Grupo Breca, ofreció la conferencia "Experiencia del Ore Sorting en San Rafael (Sn) y estudios con minerales de cobre y polimetálicos", trabajo con el que obtuvo el Premio Nacional de Minería en PERUMIN 33 Convención Minera. En la foto aparece junto al Ing. Roberto Maldonado, director del IIMP.



**Ciclo Cultural Peruano 2018.**- El 15 de marzo, el Instituto inauguró el Ciclo Cultural Peruano 2018 con la presentación de la obra de teatro "La edad de la ciruela", una de las representaciones escénicas más importantes del exponente argentino Arístides Vargas, escrita en 1996, y adaptada por el director peruano Mateo Chiarella.



**Festival gastronómico.**- En el renovado Restobar, el viernes 16 de marzo, el IIMP realizó la primera edición del Festival Gastronómico con la participación del reconocido chef Ronald Abad, ganador del programa "Ceviche con sentimiento". Los Asociados y colaboradores, amigos y familiares, disfrutaron del delicioso plato bandera en un ambiente de camaradería y unión.

**TURIMIN Chile.**- Del 22 al 28 de abril, el Instituto desarrollará el Programa Técnico Minero - TURIMIN Chile, que incluye una visita técnica a la mina El Teniente de la Corporación Nacional del Cobre (Codelco) y la oportunidad de recorrer la exhibición tecnológica de Expomin Chile. Informes: [turimin@iimp.org.pe](mailto:turimin@iimp.org.pe) / [asociados@iimp.org.pe](mailto:asociados@iimp.org.pe)



1230

1200  
Alameda Aranceta  
EXTEMIN

1201A



INSTITUTO  
DE INGENIEROS  
DE MINAS  
DEL PERÚ

Guía  
proveedores  
IIMP



Estimados señores

Les presentamos el más completo directorio de búsqueda de bienes y servicios dirigidos al sector minero, que estará a disposición en todas las plataformas online del IIMP, que anualmente registran más 250 mil visitas en promedio de compañías mineras, contratistas y proveedores nacionales e internacionales.

Se constituye en la guía oficial de los encuentros internacionales que organiza el IIMP: **PERUMIN – Convención Minera, Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores – proEXPLO, Congreso Internacional de Relaciones Comunitarias y Congreso Internacional de Gestión Minera.**

Cuenta con una versión digital responsive, que le permite ser vista a través de computadoras, móviles y tabletas, y realizar búsquedas de fácil manejo, con funcionalidades ventajosas para el comprador y el anunciante, que puede hacer la actualización de sus datos en línea, a lo que se suma su veracidad, confiabilidad y vigencia.

Los invitamos a ser parte de la **Guía de Proveedores** más completa y de fácil acceso del sector minero.



Con la seguridad de contar con su distinguida participación.  
Cordialmente, Instituto de Ingenieros de Minas del Perú

(\*) Inversión

US\$ 100 +IGV

[www.convencionminera.com/guiaimp](http://www.convencionminera.com/guiaimp)

## CONTACTOS:

### MARLENE MOLLEDA

✉ marlene.molleda@iimp.org.pe  
☎ 961 748 318  
📞 313.4160 anexo 210

### PATRICIA SAENZ

✉ patricia.saenz@iimp.org.pe  
☎ 944 570 038  
📞 313.4160 anexo 211

### MANUEL MIRANDA

✉ ext\_mmiranda@iimp.org.pe  
☎ 983 489 196  
📞 313.4160 anexo 210



## SISTEMA DE ESCANEO Y MAPEO LÁSER 3D PARA MINERÍA SUBTERRÁNEA

*La revolución tecnológica para minería subterránea - Scan3D Clickmox*

### CARACTERÍSTICAS:

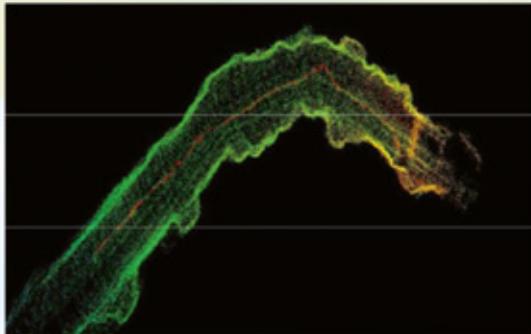
- Crea nube de puntos en 3D y realiza un mapeo durante su desplazamiento con Drone o camioneta.
- Basado en el algoritmo SLAM para posicionamiento y mapeo en tiempo real.

### APLICACIONES:

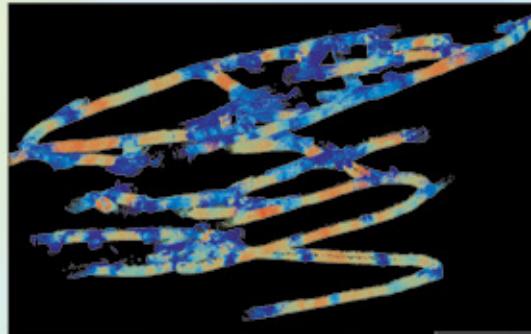
- Perfiles en 3D y mapeo de zonas subterráneas incluyendo galerías, rebajes, chimeneas y cámaras de producción.
- Monitoreo de convergencia, Topografía mina subterránea.

✓ PRODUCTIVIDAD ✓ SEGURIDAD ✓ CONTROL

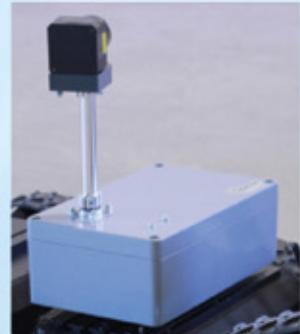
MEDICIONES DE ÍNDICE DE AVANCE



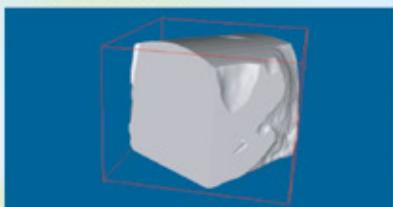
MEDICIONES DE MACIZO DE ROCA EXCAVADA



R-SCAN3D MÓVIL



MEDICIONES DE CORTE SESGADO Y SOBRE CORTE



V-SCAN 3D TILT Ranger DRONE



- 8 motores
- 6 sensores anticollision
- 3 cámaras de video
- Luces de navegación
- 4 ruedas protección hélices



Distribuidor Exclusivo:

**INTERNATIONAL WHEEL S.A.C.**  
*Soluciones Rentables - Valor Duradero*

David Roca (Norte) 187, Surco - Lima 33 / Teléf.: (51+1) 448-7366 / Telf./Fax: (511+1)448-9953  
Cel. 999 095 587 / RPM#999 095 587 / RPC 989 035 495 / E-mail: pgeldres@internationalwheel.com.pe / www.internationalwheel.com.pe

