

Boletín Informativo de la Gerencia de Supervisión Minera

Julio - setiembre 2018



Osinergmin

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Índice

Presentación	3
Gerencia de Supervisión Minera	4
Seminario Internacional de Ventilación	4
XXII Congreso Nacional de Minería (CONAMIN)	4
Expomina 2018	4
Panorama Minero Nacional	5
Anglo American confirma el desarrollo del proyecto cuprífero Quellaveco por US\$ 5000 millones	5
Minsur empezará a producir en Mina Justa a fines del 2020	5
Chinalco inicia expansión de mina Toromocho con inversión de US\$ 1300 millones	5
Ampliación de operaciones de Shougang en Marcona incrementará producción de hierro en Perú	5
Macusani Yellowcake encontró 2,5 millones de toneladas de litio en Puno	6
Yanacocha estima operar hasta el 2039 con proyecto de sulfuros	6
Mineras Jiangxi Copper y Zhongrong se asocian para desarrollar Pampa del Pongo	6
Geomecánica	7
Equipos de monitoreo	7
Procesamiento y resultados del monitoreo	7
Resultados de la supervisión	8
Geotecnia	9
Resultados de la supervisión	10
Ventilación	11
Cálculo de la cobertura de demanda de aire	11
Resultados de la supervisión	12
Plantas de beneficio	13
Resultados de la supervisión	13
Hechos constatados durante la supervisión	14
Transporte, maquinarias e instalaciones auxiliares	15
Normas de seguridad para operar piques	15
Resultados de la supervisión	16
Víctimas mortales por causa de accidente	16
Artículo técnico	17
Tecnología para el procesamiento de minerales y relaves de oro y plata de difícil tratamiento	17
Estadísticas	19

Presentación



La tercera edición de nuestro boletín informativo del presente año, inicia con un recuento sobre la participación de Osinergmin en dos eventos importantes del sector minero realizados entre julio y setiembre de 2018; el XXII Congreso Nacional de Minería (CONAMIN) y la sexta edición de Expomina.

En el mes de agosto organizamos el Seminario Internacional de Ventilación en el que participaron más de 120 profesionales de los sectores público y privado, vinculados a este rubro. Expertos nacionales e internacionales, expusieron el uso de nuevas tecnologías, automatización en minas y utilización de sistemas de monitoreo remoto, entre otros; destacando el concepto de Ventilación a Demanda. La realización de este evento constituye un aporte de Osinergmin hacia la industria minera, en temas de seguridad e infraestructura de las operaciones, siendo públicas las presentaciones en nuestro portal institucional.

Como parte de nuestro compromiso de promover una cultura de seguridad encaminada a la prevención de la ocurrencia de accidentes e incidentes en la minería peruana y de la evaluación de los resultados obtenidos durante la ejecución de nuestro Programa de Supervisión, la Gerencia de Supervisión Minera (GSM), ha priorizado sus actividades de supervisión a aquellas unidades mineras con mayor riesgo de la gran y mediana minería.

Para obtener el ranking de las unidades mineras con mayor riesgo, la GSM ha tomado en cuenta los siguientes criterios:

- La afectación de terceros como resultado de eventos no deseados de mayor probabilidad de ocurrencia en las unidades mineras.
- Factores atribuidos (característica, propiedad, rasgo, circunstancia o situación) que se presume que puede condicionar el evento de riesgo.
- Por cada especialidad se han identificado estos factores, considerándolos como variables medibles (sea cualitativa o cuantitativamente) y se han normalizado asignándoles valores en función a las mayores probabilidades de riesgo.

Estos criterios han sido considerados como variables medibles (cualitativa o cuantitativamente), asignándoles valores, y que al combinarlos se obtiene el ranking de las unidades mineras con mayor riesgo.

El presente boletín contiene para cada una de nuestras cinco especialidades, las infracciones más recurrentes detectadas durante las visitas de supervisión y las acciones tomadas como resultado de la evaluación de las causas de los accidentes mortales ocurridos durante el 2018.

Finalmente, se incluye un alcance sobre la tecnología para el procesamiento de minerales y relaves de oro y plata, así como las estadísticas de evolución de los índices de seguridad que incluye información relativa a los once años de nuestra supervisión de la actividad minera.

Edwin Quintanilla Acosta
Gerente de Supervisión Minera

Gerencia de Supervisión Minera

Seminario Internacional de Ventilación

La importancia de la supervisión preventiva y el control oportuno de riesgos, así como la formulación de propuestas de interés para la mejora de la gestión, fueron abordados en el Seminario Internacional de Ventilación realizado el 9 de agosto.

El evento fue inaugurado por el Gerente General de Osinergmin y contó con los expositores nacionales: Nancy Herrera (Osinergmin), Manuel Vela (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.); Sócrates Sifuentes (Minera Aurífera Retamas S.A.) y los expositores internacionales: Walter Bilyj-Trainer (NORCAT– Northern Centre for Advanced Technology); Philip Dirige (Workplace Safety North); y Jozef Stachulak (Mirarco). Finalmente, el evento contó con las conclusiones del Gerente de Seguridad Minera y la Clausura a cargo del Presidente del Consejo Directivo de Osinergmin.

El programa incluyó conferencias sobre nuevas tecnologías en la ventilación automatizada en minas –acorde a los nuevos desafíos que representan las labores cada vez más profundas y con altas temperaturas–, la utilización de sistemas de monitoreo remoto, el uso de equipos eléctricos en las labores –privilegiando la seguridad operacional y eficiencia energética–, destacando el concepto de **Ventilación a Demanda**.

XII Congreso Nacional de Minería (CONAMIN)

Organizado por el Colegio de Ingenieros del Perú, Capítulo de Ingeniería de Minas del CD – Lima, el XII CONAMIN reunió a profesionales, empresas proveedoras y de servicios, empresas consultoras, empresas mineras y del sector público, quienes expusieron los avances de investigación, tecnología e innovación para un mejor desempeño de la industria minera en sus diferentes etapas. El congreso se realizó en el campus de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos del 20 al 23 de agosto.

La participación de Osinergmin tuvo lugar el martes 21 de agosto, en el marco del «Foro de Competencias», en el cual el Gerente de Supervisión Minera presentó la visión del Organismo Supervisor, concluyendo que la supervisión en seguridad minera viene ejecutándose tomando principalmente en cuenta la afectación de terceros y de la infraestructura crítica de los agentes supervisados, obtenida a partir de la gestión de riesgo de sus instalaciones y la confiabilidad de sus operaciones.

Expomina 2018

El presidente del Consejo Directivo, Daniel Schmerler, ofreció la conferencia «Ventajas competitivas de la minería peruana-Una visión desde el Organismo Supervisor». Informó nuestro rol en el sector minero, aportando –mediante la labor de supervisión– con la seguridad en la industria. Detalló que Osinergmin ha venido ejecutando una supervisión más intensiva, lográndose la reducción del índice de frecuencia de accidentes mortales. Destacó también el uso de la tecnología en la ejecución de la supervisión, como los aplicativos con información actualizada y en línea, así como el empleo de drones e imágenes satelitales, lo que permite una mejor toma de decisiones.



Participación del presidente del Consejo Directivo.

De otro lado, se informó sobre el rol de Osinergmin en la regulación de la energía eléctrica, que ha permitido al Perú contar con el precio más bajo de la electricidad entre los países miembros de la Alianza del Pacífico, beneficiando el desarrollo del sector minero.

Panorama Minero Nacional



Anglo American confirma el desarrollo del proyecto cuprífero Quellaveco por US\$ 5000 millones

Para el desarrollo de Quellaveco, ubicado en la provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua, se prevé una inversión de entre US\$ 5000 a 5300 millones. Se espera que genere unos 9000 empleos en la etapa de construcción y alrededor de 2500 una vez puesto en marcha, así como un incremento de 15% en la producción cuprífera nacional.

La producción de cobre comenzaría en el 2022, alcanzando su máxima capacidad en el 2023. En los primeros diez años de producción, Quellaveco produciría 300 000 toneladas anuales a un costo en efectivo de US\$ 1,05 por libra.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas, Quellaveco dinamizará la economía y aportará 0,4% a la expansión del Producto Bruto Interno (PBI) y hasta 2,4% en la inversión privada, en el primer año de su construcción.



La producción de Quellaveco comenzaría en 2022

Minsur empezará a producir en Mina Justa a fines del 2020

Con una inversión de US\$ 1600 millones, 50% financiado por un grupo de bancos de Corea, Alemania, Australia y Canadá, Mina Justa estima producir unas 162 000 toneladas de concentrado de cobre y otras 42 000 toneladas de cátodos de cobre, a partir de fines del 2020.

Durante toda la fase de construcción se generarán entre 3000 y 4500 puestos de trabajo, lo que dinamizará la actividad económica. En la fase de operación, la unidad minera incrementará en 2,6 puntos porcentuales del PBI minero y elevará en 0,3 puntos porcentuales el PBI en el primer año de producción.

Adicionalmente, Minsur está desarrollando el proyecto B2, una iniciativa de retratamiento de estaño en Puno y cercana a la mina de estaño San Rafael, que comenzará su producción en el 2019. Con la puesta en marcha de B2, se espera reducir las penalidades en la venta de estaño con tóxicos. La inversión estimada es de US\$ 195 millones destinados a la construcción de una nueva planta concentradora que reprocesará el estaño almacenado durante décadas en el depósito de relaves B2, para convertirlo en mineral comercial.

Chinalco inicia expansión de mina Toromocho con inversión de US\$ 1300 millones

Los trabajos del proyecto de ampliación de la mina Toromocho demandarán una inversión de US\$ 1300 millones y cuentan con un avance del 25%, al tercer trimestre del 2018. La inversión incrementará la producción de la mina de cobre en 45% al 2020 y el valor de la producción superará los US\$ 2000 millones anuales. La expansión elevará la capacidad de procesamiento de concentrado de cobre de Toromocho a 157 000 toneladas diarias y una producción anual de cobre refinado a 300 000 toneladas. El proyecto que, además de cobre, explota plata y molibdeno, contiene 1526 millones de toneladas de mineral, con un contenido promedio de cobre de 0,48 %.

Ampliación de operaciones de Shougang en Marcona incrementará producción de hierro en Perú

El 31 de julio, Shougang Hierro Perú inauguró la ampliación de sus operaciones en Marcona (Nazca, Ica) con una inversión de US\$ 1100 millones y que permitirá incrementar la producción nacional de hierro. Con esta ampliación, Shougang proyecta duplicar su producción, pasando de 10 a 20 millones de toneladas de concentrados de hierro por año. Hasta fines de año se realizarán las pruebas operativas y, desde los primeros meses del 2019, la empresa comenzará a producir el hierro adicional.

Macusani Yellowcake encontró 2,5 millones de toneladas de litio en Puno



Depósito de Falchani, Puno.

La empresa peruana Macusani Yellowcake, subsidiaria de la firma canadiense Plateau Energy, informó en julio del hallazgo de un yacimiento de litio “de alta ley” (entre 3500 a 4000 ppm) con recursos equivalentes de al menos 2,5 millones de toneladas de carbonato de litio, tras realizar actividades de exploración en su depósito de Falchani, Puno. La cotización promedio de litio varía entre 12 y 16 mil US\$/t. También encontraron 124 millones de libras de uranio en recursos.

La operación sería subterránea y las primeras pruebas iniciales de lixiviación de mineralización de Falchani estiman una extracción de 80% de litio y 94% de uranio. La etapa de producción se iniciaría en el segundo o tercer trimestre del año 2021. Laurence Stefan, director de operaciones de Plateau Energy, informó que en principio podría producir 5 o 6 millones de toneladas de rocas de litio al año y obtener 50 000 o 60 000 toneladas de carbonato de litio.

El descubrimiento de este proyecto posiciona al Perú como un actor principal, donde el 89% de la oferta mundial está concentrada en Argentina, Australia y Chile. El yacimiento de litio también contiene uranio, razón por la cual el Ministerio de Energía y Minas está preparando un proyecto de ley para la explotación de este elemento radioactivo.

Yanacocha estima operar hasta el 2039 con proyecto de sulfuros

Uno de los desafíos de Minera Yanacocha es sacar adelante el proyecto Quecher Main que le permitirá incrementar la vida de la mina hasta el 2027 e incrementar su producción entre 100 mil a 150 mil onzas de oro a partir del año 2020. Además, servirá como primer paso para la construcción del proyecto de largo plazo Yanacocha Sulfuros, el cual explotará los depósitos de sulfuros restantes.

Quecher Main es un proyecto de óxidos de oro que producirá alrededor de 250 000 onzas de óxido de oro al año desde el 2019. A mitad del proyecto Quecher Main se podrían sumar las onzas del proyecto Yanacocha Sulfuros, que son básicamente depósitos de cobre y oro. Asimismo, involucra un cambio en el modelo de producción de la empresa: se pasará de una explotación a tajo abierto a una minería subterránea. Actualmente, Yanacocha Sulfuros está en etapa de prefactibilidad y se estima que a finales del 2018 ingresará a la siguiente etapa de avance.

Mineras Jiangxi Copper y Zhongrong se asocian para desarrollar Pampa del Pongo

Un nuevo socio se incorpora para el desarrollo del proyecto de hierro Pampa del Pongo en Arequipa. El 20 de julio, las empresas Zhongrong Xinda Group, actual operadora del proyecto, y la también china Jiangxi Copper Group firmaron un acuerdo de cooperación marco para formar un joint venture que lleve adelante el proyecto polimetálico de US\$ 2692 millones de inversión en una primera fase. El proyecto cuenta con los permisos para la construcción y se espera ahora que ambas empresas trabajen en el financiamiento.

Las reservas estimadas ascienden a 3500 millones de TM de hierro y magnetita con ley de 63,3% de hierro.

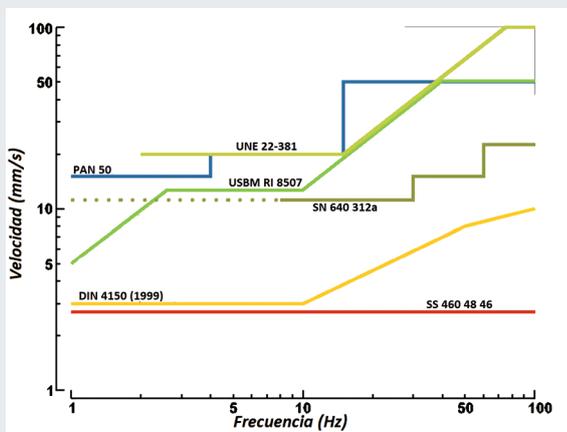
Geomecánica



Las vibraciones que originan las voladuras de roca representan uno de los problemas más importantes que enfrentan las operaciones mineras y las áreas pobladas próximas. Por lo tanto, el monitoreo de las vibraciones en la roca causadas por la voladura ha sido utilizado como herramienta de diagnóstico.

La especialidad de geomecánica realiza supervisiones con la finalidad de verificar la aplicación del estudio de perforación y voladura de rocas, y realizar las mediciones de estas vibraciones.

Mediante el monitoreo de vibraciones podemos obtener diversos datos, entre los cuales se tienen las velocidades pico partícula en las tres direcciones (x, y, z) para elaborar una base de datos, modelar, analizar y evaluar el daño potencial que una voladura podría producir, con la finalidad de minimizar el daño al macizo rocoso en su entorno, permitiendo una operación sin riesgos y aplicando la normativa internacional en el manejo de voladuras.



A falta de una norma técnica peruana de vibraciones, en nuestras supervisiones consideramos como referencia la norma alemana (DIN 4150), aplicable para construcciones de edificios susceptibles de vibraciones, como se muestra en la figura 1.

Las velocidades resultantes o de partícula de la norma DIN 4150 de 1999 y los rangos de frecuencias correspondientes utilizados son:

1 – 10 Hz → 3 mm/s.

10 – 50 Hz → 3 – 8 mm/s.

50 – 100 Hz → 8 – 10 mm/s.

Figura 1. Resumen de velocidades máximas indicativa de las diferentes normas (Aplicado a la Mina Calera)

Equipos de monitoreo

El trabajo de monitoreo utiliza un equipo sísmico con dos geófonos (triaxial) y un micrófono para el registro de eventos. A continuación, se indican los equipos utilizados:

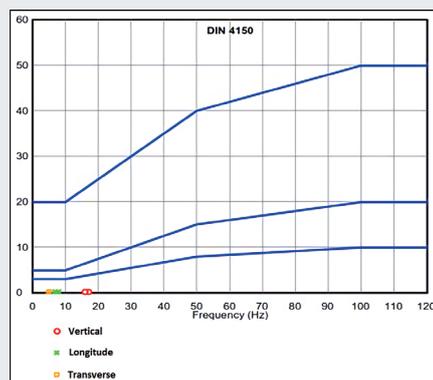
- 01 sismógrafo
- 02 geófonos (triaxial)
- 01 micrófono en modo linear



Procesamiento y resultados del monitoreo

Generalmente, en el análisis de las señales de vibraciones producidas por voladuras se consideran los siguientes parámetros: la velocidad pico en cada componente, la frecuencia asociada a las velocidades pico y el máximo de la resultante vectorial de la señal (utilizando el arreglo tridimensional o en las componentes horizontal).

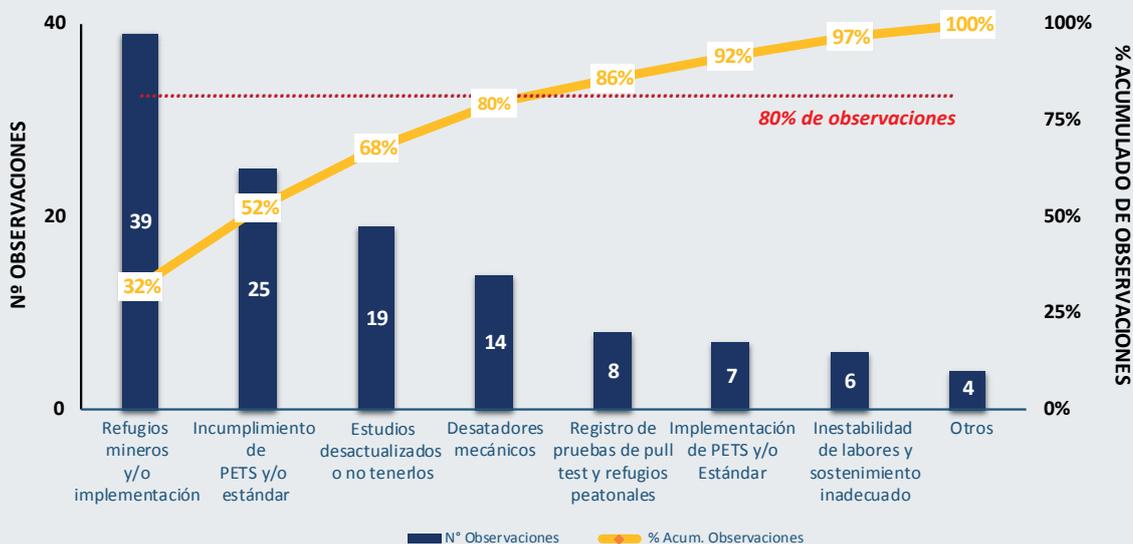
Data summary:						
Date:	14-09-2018					
Serial number:	VB0416					
Time:	13:32:03					
Date of calibration:	10-01-18					
Note 1:	Vibracord					
Note 2:	www.vibraquipo.com					
Note 3:						
Peak values:						
Channel: 1	Channel: 2	Channel: 3	Channel: 4	Channel: 5	Channel: 6	Channel: 7
0.13 mm/s	0.13 mm/s	0.16 mm/s	0.13 mm/s	0.15 mm/s	0.17 mm/s	4.5 Pa 107.0 dB
Vector sum block 1: 0.19 mm/s - 1338.0 ms						
Vector sum block 2: 0.20 mm/s - 1341.0 ms						



Resultados obtenidos por el sismógrafo durante el monitoreo.

Resultados de la supervisión

Frecuencia de infracciones al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería detectadas en las supervisiones ejecutadas al 30 de setiembre de 2018:



N° Visitas de supervisión vs. Porcentaje del total de víctimas mortales 2014 - 2018*



Hasta el año 2017, la principal causa de accidentes mortales fue el desprendimiento de roca; sin embargo, en el presente año esa causa ha disminuido considerablemente. Una de las razones es el incremento en el número de visitas de supervisión, lo que ha permitido un mejor seguimiento al cumplimiento los aspectos de seguridad que eviten este tipo de accidentes.

Geotecnia



Con la finalidad de optimizar los trabajos de supervisión y fiscalización mediante el uso de tecnología de punta, se viene desarrollando un Plan Piloto para la implementación de supervisiones mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados (drones).

El Plan Piloto incluye la generación de puntos geodésicos, fotogrametría, topografía 3D, monitoreo aéreo e imágenes en video, desarrollando una metodología de levantamiento de información acorde a las necesidades de la Gerencia de Supervisión Minera.



Vistas del modelo digital obtenido mediante el uso de drones.

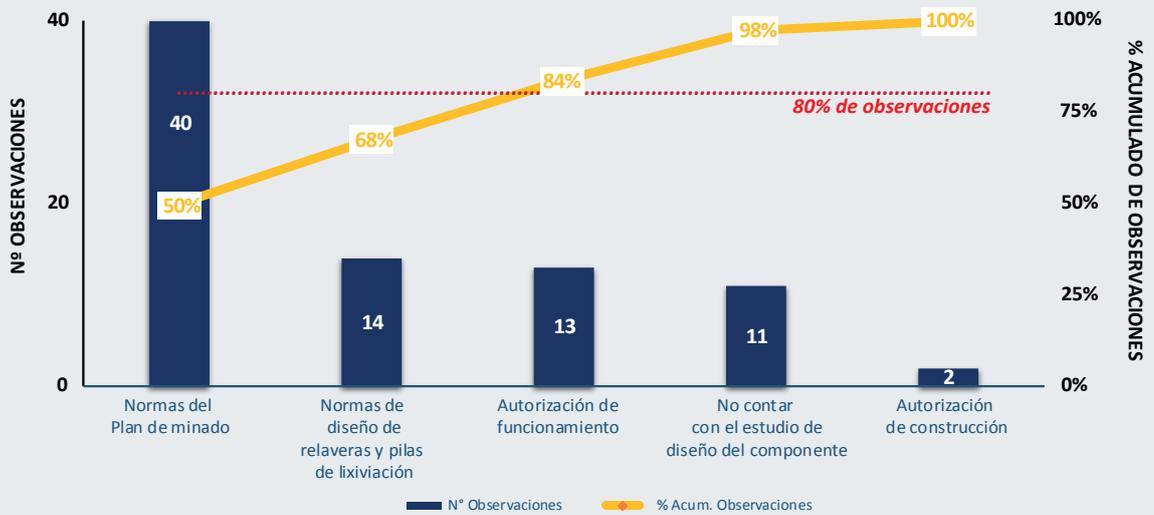


La secuencia de actividades necesarias para este tipo de trabajos se detalla a continuación:

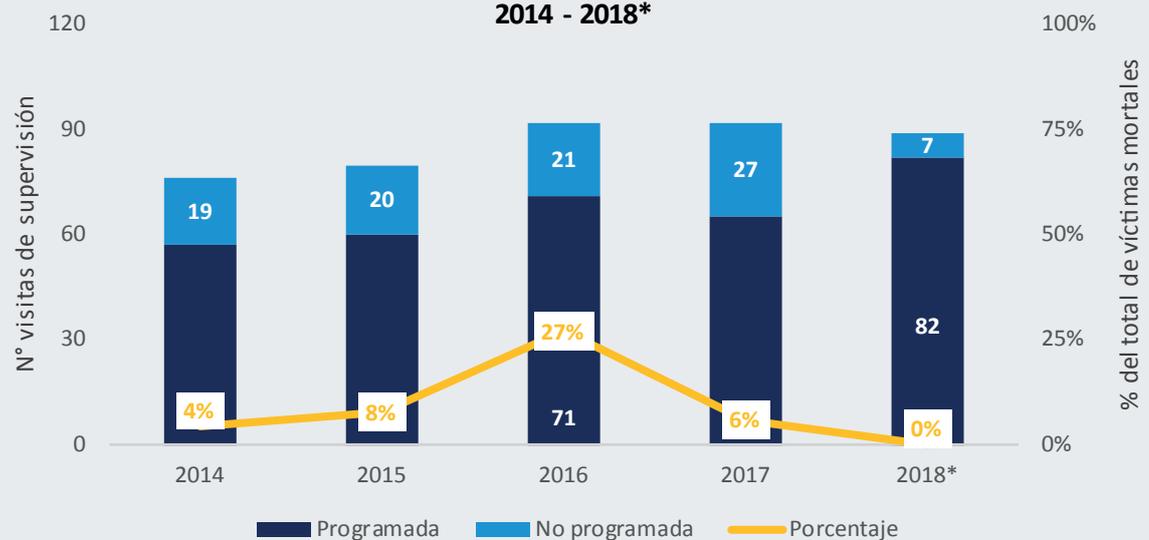
- Ubicación y rastreo de los puntos del área del proyecto.
- Utilización del GPS diferencial y software geodésico.
- Plan de vuelo programado para la obtención de las aerofotografías.
- Toma de fotografías con el dron, las cuales son procesadas en un software de fotogrametría.
- Identificación de puntos en común entre las imágenes obtenidas a través de algoritmos de superposición.
- Formación de una malla de triangulación que representa a la superficie aéreo-fotografiada.

Resultados de la supervisión

Frecuencia de infracciones al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería detectadas en las supervisiones ejecutadas al 30 de setiembre de 2018:



Nº Visitas de Supervisión vs. Porcentaje del total de víctimas mortales 2014 - 2018*



A pesar del bajo porcentaje del total de víctimas mortales en la especialidad, a excepción del año 2016 en el cual se registró un accidente múltiple con seis víctimas mortales, las visitas de supervisión durante el presente año se han incrementado porque se ha tomado en cuenta principalmente la afectación a terceros y la criticidad de la infraestructura de los componentes que supervisados, tales como depósitos de relaves y desmonte, tajos abiertos y pilas de lixiviación, verificando en ellos el cumplimiento de los parámetros operativos y constructivos de acuerdo a las autorizaciones de construcción y funcionamiento otorgados por la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas.

Ventilación



La supervisión en la especialidad de ventilación en minería tiene como finalidad constatar el cumplimiento del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Por la complejidad de las minas subterráneas en el Perú, uno de los aspectos más importantes es la cobertura de la demanda de aire en cada circuito de ventilación de la mina, la que debe estar de acuerdo con la cantidad de aire requerida por los trabajadores, consumo de madera, temperatura en las labores de trabajo y equipos de motores diésel.

A continuación, se describe el método de cálculo de la cobertura, según el reglamento.

Cálculo de la cobertura de demanda de aire

- a. Caudal requerido por el número de trabajadores (Q_{Tr}): Este parámetro indica el caudal requerido según el número de trabajadores de la guardia más numerosa y la altitud en la que se encuentra la unidad minera.

$$Q_{Tr} = F \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde: F: Caudal mínimo por persona según la escala establecida en el art. 247° del reglamento.
N: Número de trabajadores de la guardia más numerosa.

- b. Caudal requerido por el consumo de madera (Q_{Ma}): La madera empleada en interior mina para el sostenimiento genera emisiones de CO_2 y CH_4 , requiriendo un caudal para diluir estos gases. El factor de consumo de madera es proporcional a la producción de la mina.

$$Q_{Ma} = T \times u \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde: T: Producción en toneladas métricas húmedas por guardia.
u: Factor de producción según la escala establecida en el segundo párrafo del literal d) del art. 252° del reglamento.

- c. Caudal requerido por temperatura en las labores de trabajo (Q_{Te}): Para mantener la temperatura confort en el lugar de trabajo se requiere un caudal de aire cuando las labores mineras estén entre 24 a 29 °C como máximo.

$$Q_{Te} = V_m \times A \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde: V_m : Velocidad mínima de 30 m/min según el art. 252° del reglamento.
A: Área de la labor promedio.
N: Numero de niveles con temperatura mayor a 23°C según la escala establecida en el tercer párrafo del literal d) del art. 252° del reglamento.

- d. Caudal requerido por equipo con motor petrolero (Q_{Eq}): Para diluir los gases emitidos por el tubo de escape de los equipos con motor petrolero se requiere un caudal que esté de acuerdo a los HP, disponibilidad mecánica y factor de utilización del equipo.

$$Q_{Eq} = 3 \times HP \times D_m \times F_u \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde: HP: Capacidad efectiva de potencia (HP).
 D_m : Disponibilidad mecánica promedio de los equipos (%).
 F_u : Factor de utilización promedio de los equipos (%).

- e. Caudal requerido por fugas (Q_{Fu}): Este caudal se considera debido a que pueden existir fugas de caudal de aire en el circuito de ventilación.

$$Q_{Fu} = 15\% \times Q_{T1} \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Dónde: $Q_{T1} = Q_{Tr} + Q_{Ma} + Q_{Te} + Q_{Eq}$

f. Caudal total para la operación (Q_{To}): Caudal de aire requerido en el circuito de ventilación.

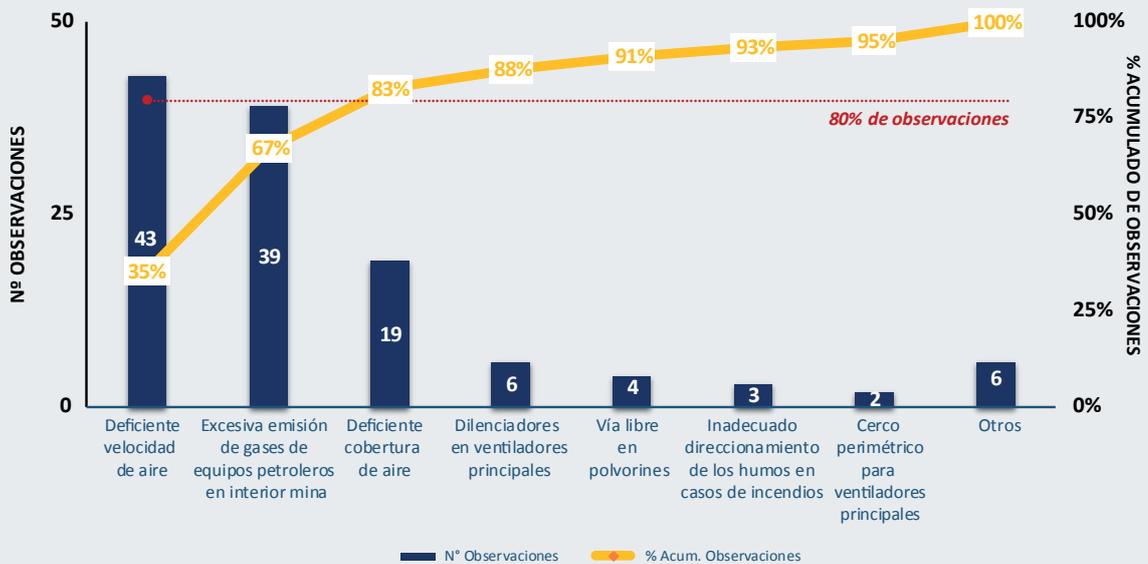
$$Q_{To} = Q_{T1} + Q_{Fu} \quad (m^3/min)$$

Para obtener el porcentaje de cobertura, que debe ser mayor al 100% de acuerdo con el reglamento, se divide el caudal de aire (medido en todas las labores de ingreso de aire como bocaminas, chimeneas, raise borer, etc.) entre el caudal total (Q_{To}).

El cálculo de la cobertura de aire deberá cumplir con los artículos 247°, 252° literales d), e) y f) y el anexo 38 del reglamento.

Resultados de la supervisión

Frecuencia de infracciones al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería detectadas en las supervisiones ejecutadas al 30 de setiembre de 2018.



Nº Visitas de supervisión vs. Porcentaje del total de víctimas mortales 2014 - 2018*



* Al 30 de setiembre del 2018.

Después de una reducción constante durante los últimos años en el número de accidentes mortales relacionados con la cantidad y calidad del aire, en lo que va del 2018 se ha sufrido un incremento. Se espera nuevamente controlar la ocurrencia de accidentes con la puesta en marcha del Proyecto de «Automatización de la supervisión en ventilación», y con la difusión de nuevas tecnologías (ver «Seminario de Ventilación»). En las siguientes ediciones se brindará información sobre este novedoso proyecto.

Plantas de beneficio



Las supervisiones de plantas de beneficio involucran aspectos relacionados a los componentes e instalaciones que utilizan energía eléctrica como parte de la seguridad de la infraestructura e instalaciones, por lo que previo a la supervisión, se realiza una presentación en power point y las coordinaciones respectivas a fin de prevenir eventos a sobre cargas, inducciones y falta de bloqueo.

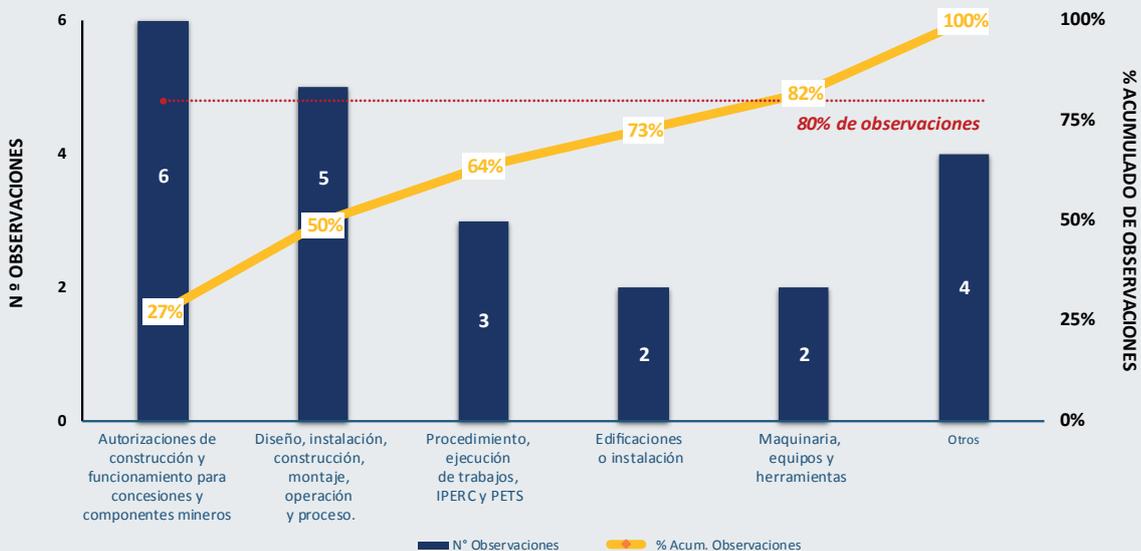
La acción preventiva aminorará la probabilidad de ocurrencia de incidentes que pueden afectar principalmente al trabajador, luego al equipo y por ende al proceso. Entre las instalaciones que se inspeccionan están los tableros de los centros de control de equipos, las puestas a tierra y la utilización del bloqueo de energía de equipos en mantenimiento; asimismo, los pisos de las áreas donde existen paneles e interruptores de control deberán ser de madera seca u otro material no conductor.

La protección interna de los tableros tendrá por finalidad impedir el contacto de cuerpos extraños con las partes energizadas, o bien, que partes energizadas queden al alcance del usuario al operar las protecciones o dispositivos de maniobra. El acceso a los interruptores de energía y a todo equipo estacionario será protegido y de acceso controlado.

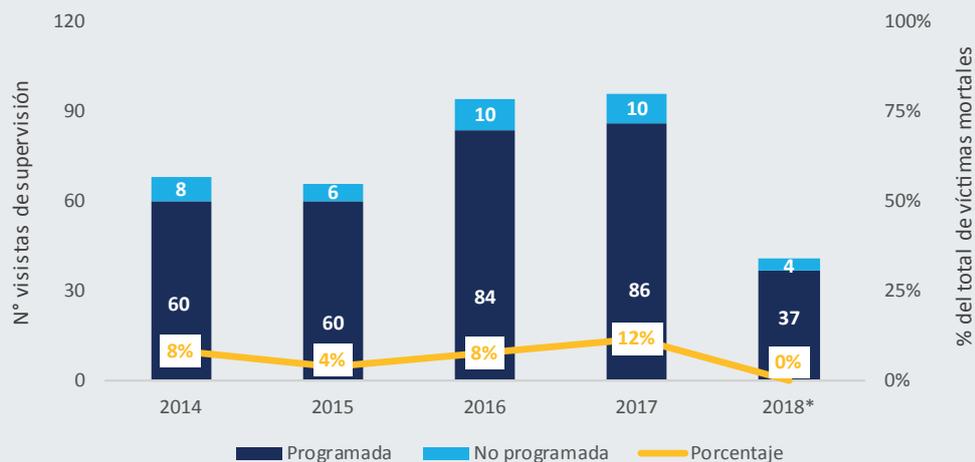
Las subestaciones eléctricas y transformadores eléctricos deberán contar con vallas perimetrales de acceso restringido con sistema de puesta a tierra debido a su alto grado de energización.

Resultados de la supervisión

Frecuencia de infracciones al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería detectadas en las supervisiones ejecutadas al 30 de setiembre de 2018.



N° Visitas de supervisión vs. Porcentaje del total de víctimas mortales 2014 - 2018*



* Al 30 de setiembre del 2018.

En el presente año no se ha registrado accidentes mortales en la especialidad de Plantas de beneficio, lo que ha permitido realizar una redistribución de los recursos asignados a la Gerencia de Supervisión Minera.

Hechos constatados durante la supervisión

En términos generales, durante el tercer trimestre, no se han presentado incumplimientos a las normas de seguridad referidos a los componentes e instalaciones que utilizan energía eléctrica, como muestra de ello se adjunta algunas evidencias de supervisión.



Subestación eléctrica de columnas de carbón CA 22,900 V, con cerco perimétrico de mallas metálicas y con puesta a tierra.



Tableros de control de motores eléctricos de equipos aislados y con puertas de acceso controlado con chapas de seguridad a cargo de un electricista, ubicados en el centro de control de motores del área de chancado.

Transporte, maquinarias e instalaciones auxiliares



La minería moderna requiere que la extracción y procesamiento de minerales se desarrolle de manera segura, eficaz y con el menor costo posible. La selección del método de explotación del yacimiento depende de la mineralización, orientación, profundización, forma del depósito y el radio de desbroce, entre otros.

Si el yacimiento es masivo, la relación de desbroce es económica y la profundidad es menor a 300 m, el método de explotación preferido es mediante tajo abierto.

Cuando la explotación de un yacimiento por tajo abierto ya no es económica y el mineral continúa a profundidades mayores a 300 m, se opta por la explotación subterránea, utilizando piques o rampas.

Para continuar la explotación utilizando un pique vertical o rampa, se toma en cuenta la «regla de oro» que indica que operar piques es más económico que instalar una rampa cuando el yacimiento está por debajo de 300 m.

Los piques son construidos usualmente minimizando la distancia horizontal al depósito de mineral y varían en forma y dimensiones, de acuerdo a estudios geológicos, geomecánicos e hidrogeológicos. La construcción del pique se realiza en función al diseño y sostenido con materiales no degradables que soporten el esfuerzo producido.



Normas de seguridad para operar piques

Las principales normas de seguridad establecidas por el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería para operar los piques de manera segura son:



- Tener guías de recorrido de las jaulas o baldes y suficiente espacio en profundidad que exceda la distancia de parada de la jaula o balde a su máxima velocidad.
- Tener sus compartimientos debidamente separados por una barrera sólida y resistente.
- El collar y las estaciones deben tener puertas que cierren su acceso.
- Para efectos de reparación o cambio de baldes o jaulas, debe estar provisto de dispositivos llamados «sillas» para sostener dichos elementos.
- En laboreo de piques, se colocará obligatoriamente guarda cabezas o sombreros de seguridad.
- El castillo debe tener elevación, igual a dos veces la distancia de parada de la jaula o balde a su máxima velocidad.

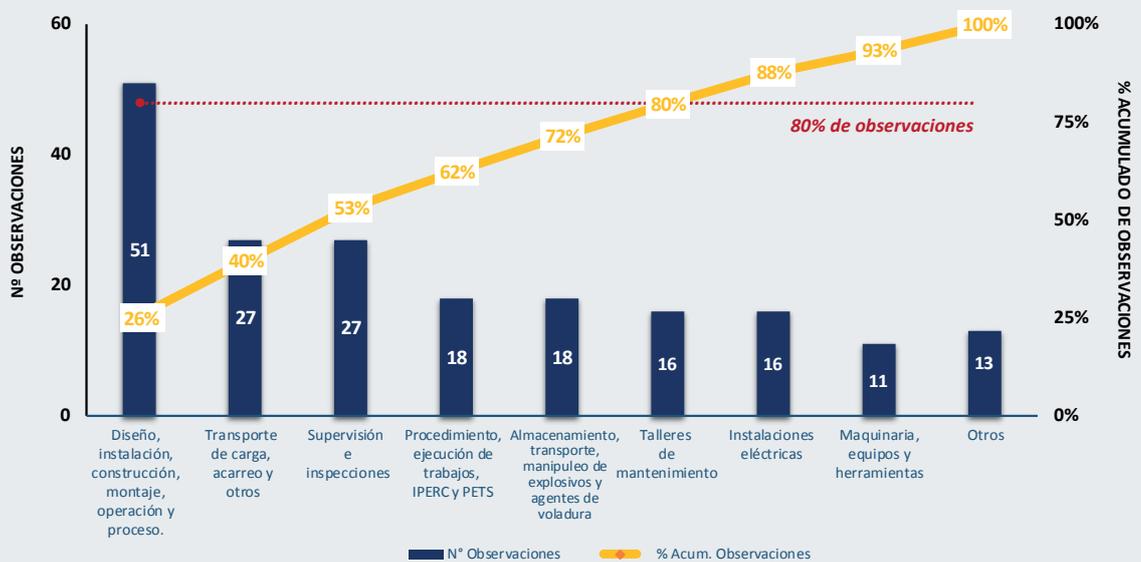
- Todo winche debe estar provisto de un sistema de frenos que detenga y sostenga jaula o balde cuando el winche esté trabajando a su máxima carga y velocidad.
- Para el transporte de mineral, la velocidad puede ser mayor en función de la profundidad del pique y las especificaciones del fabricante.

**La relación del diámetro del tambor
al diámetro del cable debe ser:**

Diámetro nominal del cable	Piques en operación	Profundización o trabajos preliminares
25.4 mm o menos	60 a 1	48 a 1
Más de 25.4 mm	80 a 1	60 a 1

Resultados de la supervisión

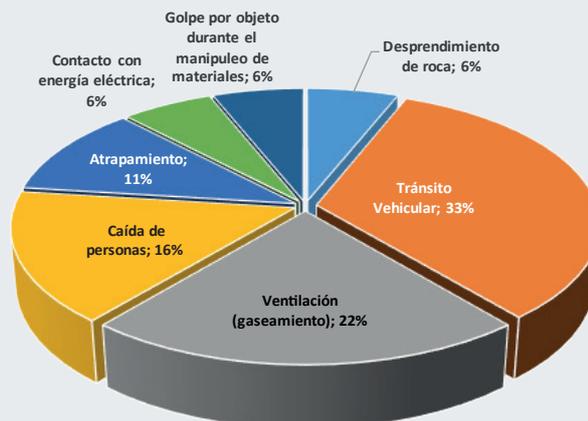
Frecuencia de infracciones al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería detectadas en las supervisiones ejecutadas al 30 de setiembre de 2018.



Víctimas mortales por causa de accidente

Al 30 de setiembre, la especialidad de Transporte, maquinarias e instalaciones auxiliares tiene el 72% del total de víctimas mortales (13 de las 18 víctimas), cuyas causas se pueden apreciar en el gráfico. El primer lugar lo ocupan los accidentes por Tránsito vehicular, por lo cual es importante aplicar controles orientados a su reducción, principalmente porque muchos no están directamente relacionados con las tareas mineras.

La Gerencia de Supervisión ya ha tomado acción con los accidentes mortales ocurridos por gaseamiento y desprendimiento de rocas, las cuales han sido detalladas líneas arriba.



Artículo técnico



Tecnología para el procesamiento de minerales y relaves de oro y plata de difícil tratamiento – Ing. Fidel Misari Ch. (Especialista de la Gerencia de Supervisión Minera)

Muchos de los depósitos de oro y plata están asociados con minerales sulfurados, especialmente pirita. Los metales preciosos en dichos minerales se encuentran como partículas finamente diseminadas en el interior de los cristales de sulfuros. El encapsulamiento de las partículas de oro y plata en los sulfuros hace que su extracción sea muy difícil, debido a que estos metales no están expuestos y son inaccesibles a las soluciones de lixiviación. Estos materiales de difícil tratamiento son los llamados «minerales refractarios».

El presente artículo muestra un resumen de resultados de pruebas de una oxidación bacteriana utilizando bacterias del tipo *Thiobacillus Ferrooxidans*, para incrementar la recuperación de plata a partir de minerales y relaves que se encuentran en Cerro de Pasco. Existen millones de toneladas de relaves con contenidos de 30 a 40 g/t de plata, así como también minerales piriticos que tienen 190 g/t de plata, que actualmente están almacenados y que con la aplicación de esta tecnología será posible beneficiar estos materiales.

En pruebas de laboratorio mediante cianuración directa del mineral, es decir, sin previa oxidación bacteriana, se obtuvo una recuperación de plata de solo 9%. Debido a que la recuperación de plata fue muy baja, se efectuaron pruebas preliminares de otras alternativas de tratamiento, cuyos resultados se mencionan a continuación.

La tostación seguida de cianuración permitió recuperar 85% de plata; sin embargo, su aplicación presenta limitaciones, por su alto costo y por restricciones que plantea la legislación en torno al impacto ambiental. La oxidación a alta presión seguida de cianuración reportó una extracción de plata de 91% para una oxidación de azufre de 92%; sin embargo, los costos que requerirían la implementación de autoclaves y el consumo de energía, pueden ser limitantes para su aplicación a nivel industrial.

Con la aplicación de la oxidación bacteriana seguida de cianuración, se ha logrado incrementar la recuperación de plata. En lo que se refiere a minerales, se obtuvo recuperaciones de plata de 81,4% para residuos provenientes de una oxidación bacteriana durante el cual se extrajo 45,6% de fierro. Para el caso de concentrados obtenidos por flotación, la recuperación de plata fue de 84,5% para una extracción de fierro de 45,5%.

Los resultados muestran la factibilidad de aplicar la oxidación bacteriana como técnica de pretratamiento de estos minerales y relaves al proceso estándar de cianuración. Si bien estas pruebas fueron realizadas para la recuperación de plata, debido a que los sulfuros utilizados en las pruebas contenían este elemento; sin embargo, su aplicación también es factible para la recuperación de oro, desde que estos metales responden similarmente a los procesos metalúrgicos.

En la práctica, los minerales refractarios deben ser sometidos como regla general a alguna forma de tratamiento de oxidación antes de la cianuración. En la Figura 1, se muestran los métodos de oxidación.

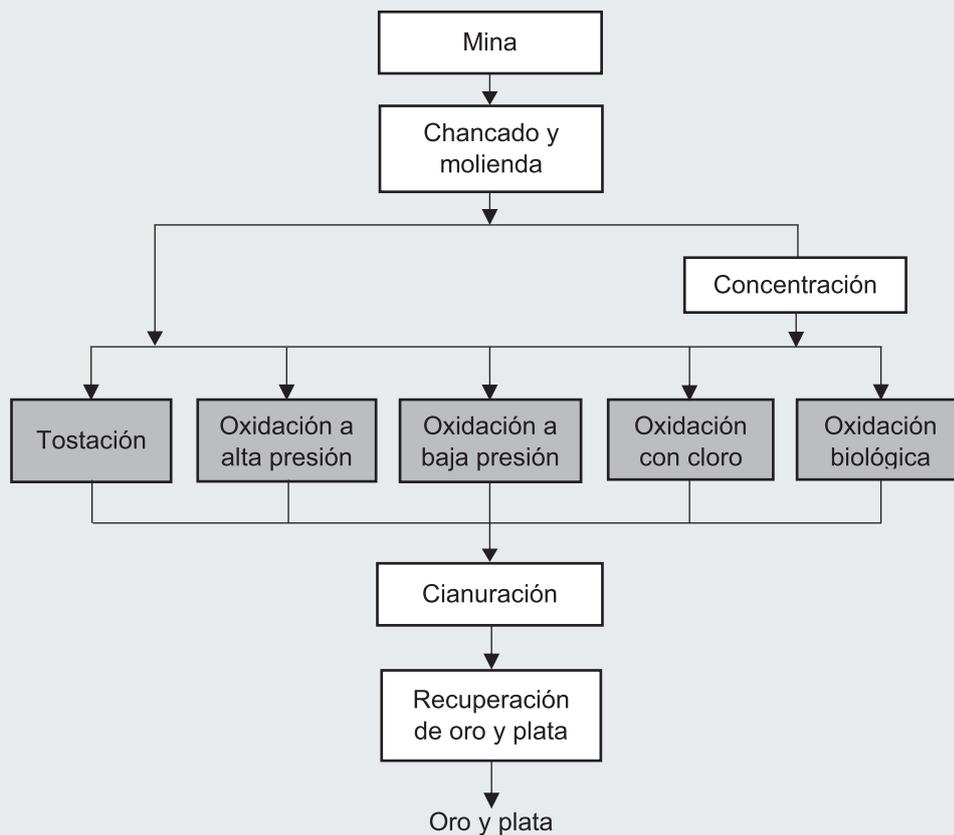


Figura 1. Tratamiento de minerales refractarios de oro y plata.

A manera de ilustración, en el siguiente esquema se puede apreciar la secuencia de cómo ocurre la liberación de la plata y el oro de una matriz de pirita por acción de las bacterias *Thiobacillus Ferrooxidans*.

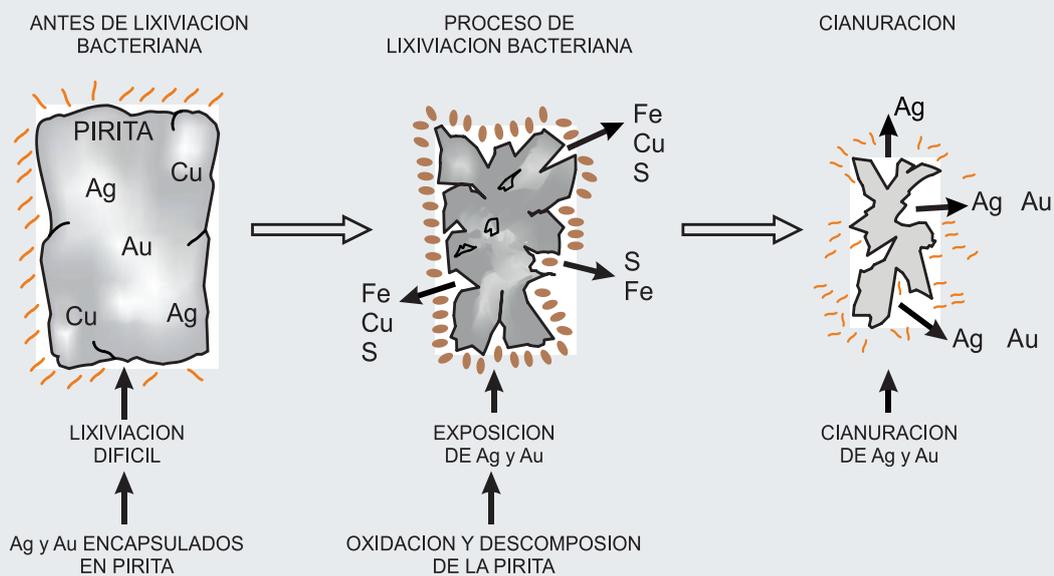


Figura 2. Esquema que representa la liberación de plata y oro mediante oxidación biológica.

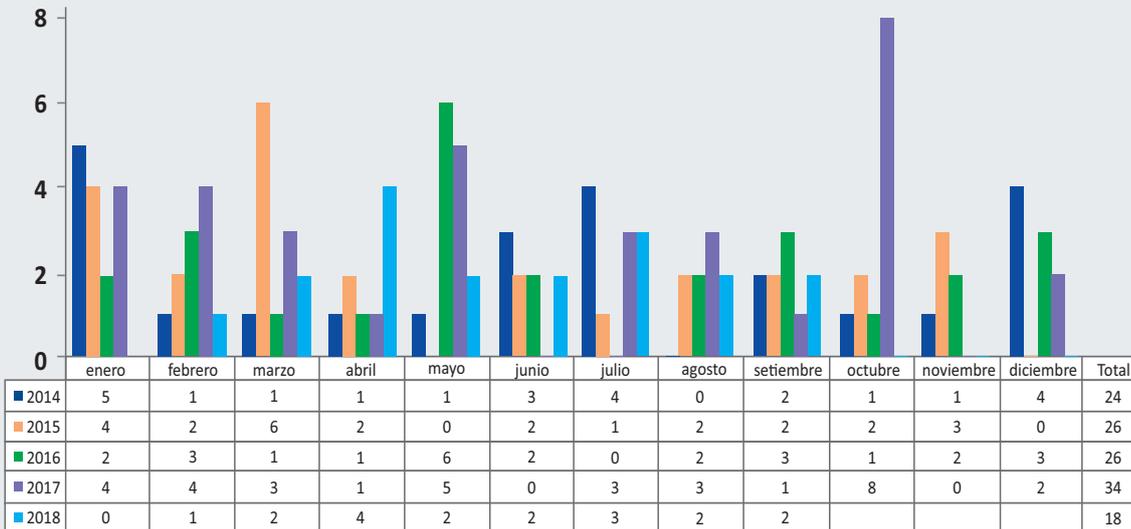
El proceso de oxidación bacteriana extrae hierro, azufre, cobre, arsénico y zinc, etc. de la matriz de sulfuro, con lo cual se logra exponer los metales preciosos para luego, mediante una cianuración estándar, recuperar fácilmente estos valores.

Estadísticas

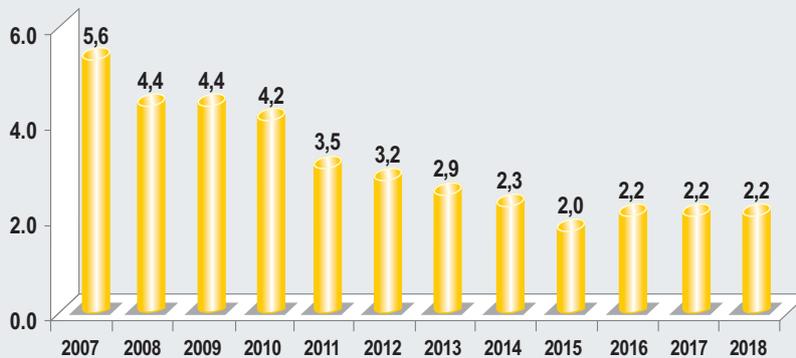


Las estadísticas están referidas a la evolución de los índices de seguridad que incluyen los once años de actividad de Osinergmin (Gran y Mediana Minería).

Accidentes mortales por mes de 2014-2018



Índice de Frecuencia (IFA) 2007-2018



IFA: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de accidentes (Incap. + Mortal)} \times 1'000,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$

IFA: Número de accidentes incapacitantes y mortales por cada millón de horas hombre trabajadas.

Índice de Severidad (ISA) 2007-2018



ISA: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de días perdidos o cargados} \times 1'000,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$

ISA: Número de días perdidos o cargados por cada millón de horas hombre trabajadas.

* Actualizado al 30 de setiembre de 2018



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Gerencia de Supervisión Minera

www.osinergmin.gob.pe

Telf.: 219-3410 (Lima) / 0800-41800 (Línea gratuita - provincias)