

Boletín Informativo de la
Gerencia de Supervisión Minera

Abril - junio 2021



Índice

Presentación	3
Gerencia de Supervisión Minera	4
Situación del sector minero en comparación con la demanda eléctrica	4
Novedades	4
Panorama Minero.....	5
Angloamerican empezará en abril el preminado en el proyecto Quellaveco	5
Perú se mantuvo como octavo productor de oro en el mundo y segundo de plata.....	5
Las Bambas retoma estudios para definir la ruta que seguirá su proyecto de mineroducto	5
Plan de Newmont para Yanacocha Sulfuros.....	6
Cartera de Proyectos de Exploración Minera concentra inversiones por más de US\$ 500 millones.....	6
Geomecánica	7
Criterios geomecánicos en el desarrollo de un proyecto minero.....	7
Resultados de la Supervisión.....	8
Geotecnia	8
Resultados de supervisiones con drones y penetrómetros en el año 2020.....	8
Resultados de la Supervisión.....	9
Ventilación	10
Refrigeración por compresor de aire hidráulico.....	10
Resultados de la Supervisión.....	12
Plantas de beneficio	12
Utilización del cianuro en plantas de beneficio.....	12
Resultados de la Supervisión.....	14
Transporte, maquinarias e instalaciones auxiliares	14
Sistema de protección contra tormentas eléctricas	14
Resultados de la Supervisión.....	16
Artículo técnico:	
Estallido de rocas	17
Estadísticas de accidentes mortales	19

Presentación

El Estado de emergencia de nuestro país debido a la pandemia por la enfermedad de coronavirus, fue decretado el domingo 15 de marzo de 2020, seguido de una cuarentena que inició el día lunes 16 de marzo del 2020.

El panorama minero nacional e internacional ha tenido significativos impactos en su explotación y exploración debido a la pandemia, afectando directamente en nuestra producción. Sin embargo, la Gerencia de Supervisión Minera de Osinergmin continúa con su labor de acuerdo a sus competencias.

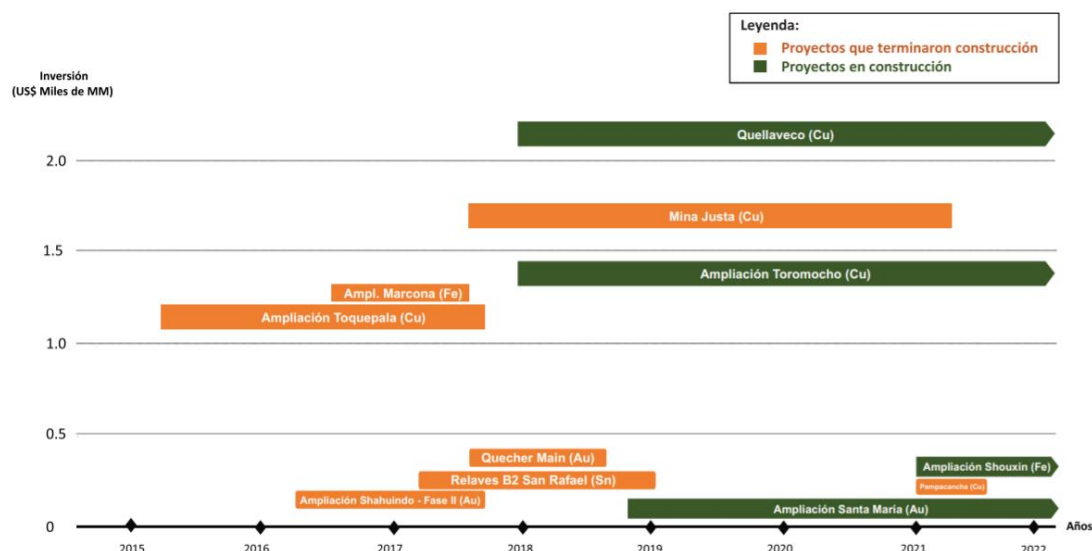
Con la periodicidad trimestral, el boletín informativo abril-junio 2021 muestra información acerca de las cinco especialidades, esto sumado al panorama minero, estadísticas de accidentes mortales y un artículo técnico de la especialidad de Ventilación.

Rolando Ardiles Velasco
Gerente de Supervisión Minera (e)

Gerencia de Supervisión Minera

Desarrollo de cartera de producción

La GSM empleando fuentes secundarias realizó la consulta al Boletín estadístico minero del ministerio de energía y minas sobre proyectos mineros en el país. Con la información recopilada se realizó la estadística de las carteras de construcción de minas entre el 2015 y 2021



Fuente: Carteras de Construcción de Minas 2018, 2019 y 2020.

Elaboración: Estudios Económicos - Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera. Fecha de consulta: 30 de julio de 2021.

Novedades

El miércoles 24 de mayo se asistió al evento “Cierre de Minas” organizado por la Cámara de Comercio de Alemania; el objetivo del evento fue compartir las experiencias de Alemania en el proceso de cierre de minas que puedan ser replicadas en Perú.

Participaron del evento la DGM, Activos Mineros, MINAM, Cooperación Técnica Internacional en Cierre de Minas de Alemania. Dentro de los aspectos destacables tenemos:

- El cierre de minas es un proceso cuidadoso y sostenible a través del tiempo.
- Se debe considerar al cierre y post cierre parte del ciclo de explotación de una mina.
- Cerrar adecuadamente una mina, constituye la licencia social para continuar con proyectos mineros posteriores.
- Los aspectos fundamentales para el cierre de minas son: tratamiento de los relaves, impactos ambientales, monitoreo permanente, impermeabilización, uso de tecnologías de punta.
- Presentación de tecnologías alemanas para el cierre de minas.

Panorama Minero

Minería: inversión anual sería de US\$ 6 000 millones en próximos cinco años

La inversión minera anual oscilaría entre los US\$ 5 000 y 6 000 millones anuales en los próximos cinco años, proyectó el ministro de Energía y Minas, Jaime Gálvez. "Se estima que, con el inicio de la construcción de nuevos proyectos, la inversión anual ascienda a US\$ 5 200 millones de dólares este año, lo que representará un crecimiento de 21% con respecto a lo registrado en el 2020", señaló. Asimismo, se espera que esta tendencia positiva siga hacia el 2022 con una inversión aproximada de US\$ 6 000 millones de dólares, significando un aumento de 16% en comparación al año anterior, estimó.

Producción de cobre este año llegaría a nivel del 2019

El presidente del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP), Víctor Gobitz, coincidió con las proyecciones que indican que este año el Perú recuperaría los niveles de producción cuprífera del 2019, cuando se llegó a extraer 2,4 millones de toneladas métricas finas, luego que el 2020 se retrocedió a 2,1 millones (-12,5%) debido a las restricciones para combatir la pandemia. Gobitz explicó que tal proyección se sustenta en que ya concluyó la construcción del proyecto Mina Justa y en este mes debe iniciar producción, la cual se calcula que alcance 102 000 toneladas métricas finas (TMF) anuales.

Quellaveco se convierte en el primer proyecto en transformar su matriz energética

Con el contrato firmado entre Anglo American y ENGIE Energía Perú, Quellaveco (actualmente en construcción) se convierte en el primer proyecto de gran minería en iniciar la transformación de su matriz energética. El acuerdo establece el abastecimiento de energía que provendrá, en su totalidad, de fuentes renovables.

Por otro lado, el vicepresidente de Asuntos Corporativos de Anglo American Quellaveco, Diego Ortega Meneses, manifestó que la compañía minera de capitales ingleses invertirá US\$ 1 400 millones en su último año de construcción, antes de comenzar a operar desde el 2022. Además, comunicó que actualmente se ha alcanzado un pico de trabajadores en la construcción, con 17 500 trabajadores. Una vez concluida la construcción, en la etapa de operaciones ascenderá a 2 500 personas, lo que de manera indirecta puede generar 8,5 empleos por cada uno. La primera producción de cobre se espera que ocurra en 2022 y que la operación alcance su capacidad de producción total en 2023.



Proyecto minero Quellaveco. Fuente: peru.angloamerican.com

Mina Justa en cuenta regresiva para comenzar a producir cobre

Este año el Perú alcanzaría una producción récord de 2,5 millones de toneladas de cobre, si lo comparamos con las 2 149 246 toneladas métricas alcanzadas en el 2020. Este resultado alentador se debe en gran parte a la puesta en marcha que iniciará, en breve, el proyecto minero Mina Justa, catalogada como una mina de clase mundial.

Mina Justa es un yacimiento de cobre a tajo abierto con una vida útil de 16 años. De él se extraerá el mineral que será procesado, alcanzando una producción máxima de 150 k toneladas anuales de cobre fino (entre concentrados y cátodos). El proyecto utilizará dos plantas de procesamiento, una de mineral de óxidos y otra de sulfuros, en donde producirá cátodos de cobre y concentrado de cobre de alta pureza, respectivamente.



Mina Justa. Fuente: Rumbo Minero

Antamina ampliaría su vida útil con plan de operación subterránea

El Presidente y Gerente General de Compañía Minera Antamina, Víctor Gobitz, reveló que se viene evaluando la posibilidad de operar con una mina subterránea. Así, Antamina – uno de los diez mayores productores de cobre en el mundo – ampliaría su vida útil.

“Hay una vida significativa a tajo abierto, pero sí hay evaluaciones de mina subterránea para más allá de una década. Sería un plan a largo plazo que estamos desarrollando”, reveló Gobitz. Explicó que “la dimensión del yacimiento permitiría, como años atrás hubo en Cerro de Pasco, una mina a tajo abierto en la parte superior y una mina subterránea operando al mismo tiempo”. Además, estimó que la compañía cuenta con reservas para ocho o diez años de operación, pero “en recursos, a la vista, tenemos 30 años más” de operación con el tajo abierto.

Iniciaron obras tempranas de Corani

El gerente general de Bear Creek, Eric Caba, reveló que ya han iniciado las obras tempranas de Corani, en Puno. Así, indicó que “es una posibilidad” entender que Corani arrancarían su construcción a fines de este año o a inicios del próximo.

“La construcción demorará aproximadamente tres años. Se trata de una mina de plata, plomo y zinc a 4 800 m.s.n.m. Será una mina de tajo abierto, vamos a tener tres tajos, con una planta concentradora. El hecho de que cada tajo tenga un metal protagonista nos permitirá variar el plan de minado y a los ciclos de precios de los minerales. Estamos iniciando las obras tempranas. Está 95% completada la construcción de la subestación donde vamos a conectar la línea de alta tensión a la red nacional”, dijo Caba.

Caba manifestó que, para empezar la construcción, está pendiente el cierre del financiamiento. Por ello, están trabajando con dos bancos franceses para arreglar un préstamo principal de US\$ 400 millones. “Los bancos van a requerir que levantemos más capital en los mercados. Tiene que haber aporte de los inversionistas y accionistas. El costo de la construcción del proyecto es de US\$ 587 millones”, detalló.

Geomecánica

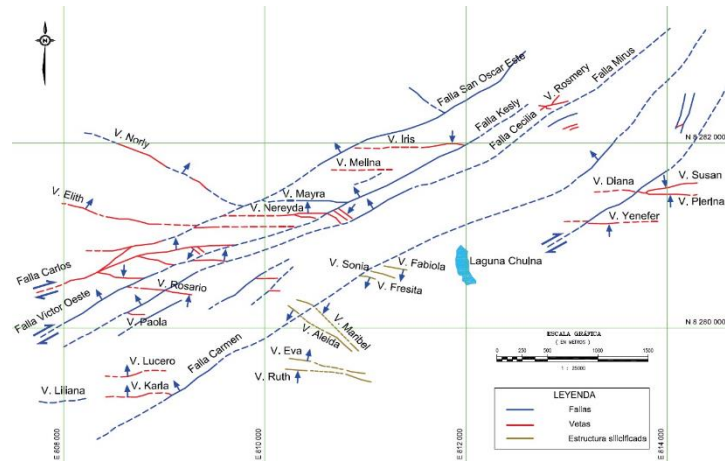
Estructuras geológicas

La mayor parte de los problemas de inestabilidad y la consecuente falla de los macizos rocosos en las minas subterráneas, están asociados a las diferentes estructuras geológicas, generalmente la parte más débil del macizo rocoso. De allí la necesidad de un conocimiento detallado de las estructuras geológicas, que pueda mejorar la capacidad de comprensión de los mecanismos de falla del macizo rocoso y prevenir potenciales eventos de caídas de roca.

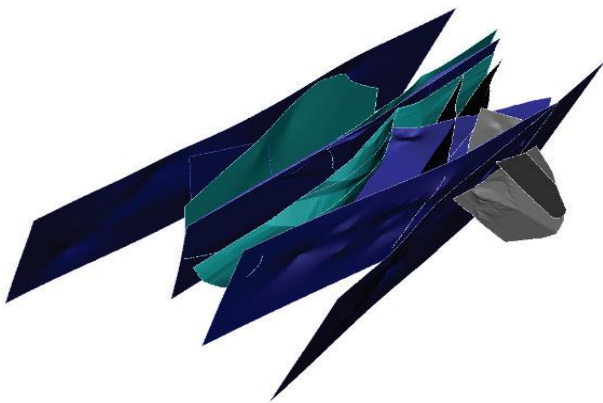
Las estructuras geológicas se pueden observar a diferentes escalas, desde una escala a nivel continental a una escala de microfracturas en la composición de la matriz de roca. Para los propósitos de la geomecánica de la mina, las estructuras geológicas se pueden dividir en “estructuras mayores”, incluyendo zonas de corte y fallas regionales (estructuras a escalas de la mina), y las menos extensas o “estructuras menores”, como las familias de discontinuidades, los estratos, etc. (Estructuras a una escala local para un área de la mina).

Estructuras Mayores

Las estructuras principales se originan por grandes movimientos de la corteza terrestre, ocurridos antes, durante, o después de la formación de los yacimientos. Dichos movimientos han generado sistemas de fallas geológicas que son de interés para los geólogos que tratan de entender cómo se formaron los yacimientos. Las Fallas son planos de debilidad a lo largo de los cuales se han desplazado bloques de roca y podrían tener una gran trascendencia en la estabilidad global de la mina.



Plano de Planta de estructuras principales (SRK, 2014)



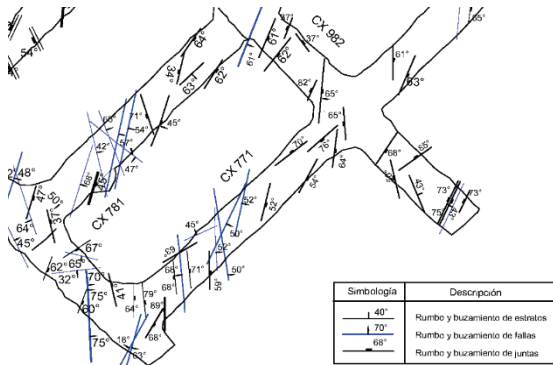
Modelo estructural en 3D (SRK, 2014)

Las actividades de minado podrían reactivar movimientos a lo largo de las fallas y causar un daño significativo a las minas subterráneas en actividad. Entender la geometría de la red de fallas y cómo se puede perturbar su estabilidad con las actividades de minado que conduce a enfoques estratégicos para el minado, que minimicen el potencial movimiento de fallas y el riesgo de daño e inestabilidad regional. Esta información puede ser usada para reconstruir la red de las principales estructuras en los planes de minado y desarrollar un modelo estructural tridimensional.

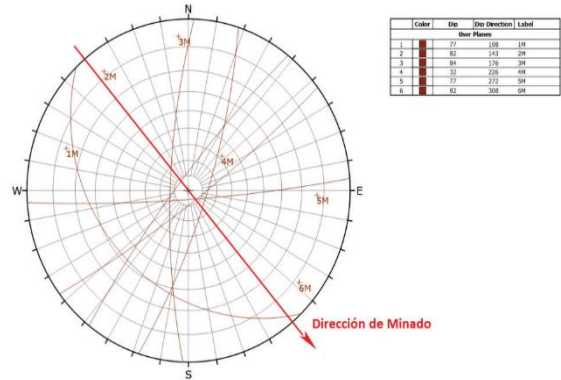
Estructuras Menores

Las estructuras menores o discontinuidades están frecuentemente supeditadas a las estructuras mayores. Un buen conocimiento del sistema de estructuras mayores proveerá una percepción inicial para el estudio de las estructuras menores. Las estructuras menores son aquellas que tienen al menos un metro de longitud y se repiten a un intervalo apreciable (familias de discontinuidades, estratificación) y son de interés para la geomecánica. Típicamente, la información de estructuras menores que se debe obtener incluye la ubicación, buzamiento y dirección de buzamiento.

Las técnicas de mapeo geomecánico pueden ser de “línea de detalle” o mediante “estaciones” geomecánicas. La dirección y ubicación en que se ejecute el mapeo podría incurrir en sesgos en el levantamiento de la información. Por consiguiente, se deben mapear las caras de al menos tres orientaciones diferentes. La información estructural puede presentarse trazando la orientación de las juntas en los planos de minado con el buzamiento escrito al costado de la traza para facilitar la visualización de juntas individuales o incluir una proyección estereográfica de las discontinuidades. La validación de estas proyecciones estereográficas requerirá de por lo menos 100 mediciones.



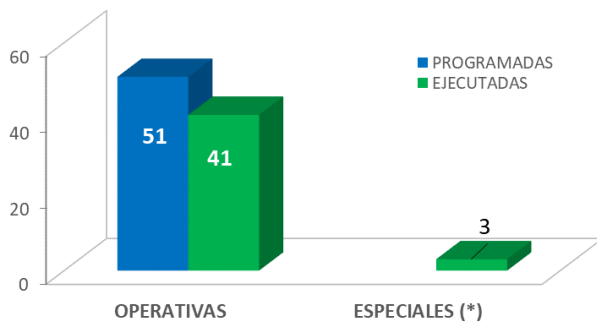
Plano de planta genérico mostrando las juntas mapeadas con la orientación de la traza en planta (SRK, 2014)



Representación Estereográfica (SRK, 2014)

Cumplimiento del programa anual de supervisión

El porcentaje de cumplimiento del programa de supervisión en la especialidad de geomecánica al 30 de junio de 2021 es el siguiente:



AVANCE DEL PROGRAMA ANUAL: 44%

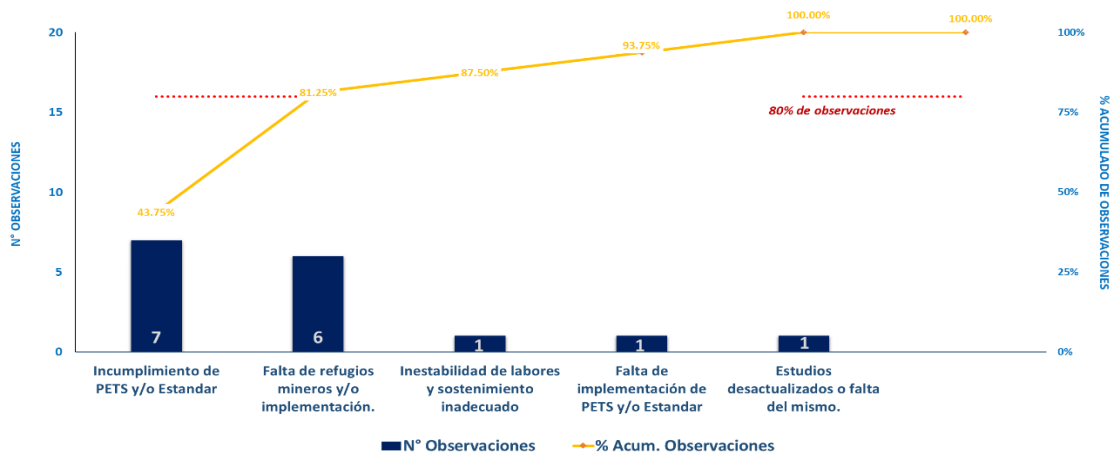
CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA (**)

Operativas	80% (***)
------------	-----------

(*) Supervisiones no programadas en la especialidad de geomecánica.
 (**) Al 30 de junio de 2021.
 (***) No se pudo completar el programa de supervisión debido al cumplimiento de los protocolos ante el COVID19 de cada unidad minera.

Resultados de la supervisión

Hasta el mes de junio del año 2021, se tiene 1 evento (accidente), con un total de 1 accidente mortal producidos en la especialidad de geomecánica. Por otro lado, en las supervisiones ejecutadas se detectó las siguientes observaciones:



Geotecnia

Seguimiento con imágenes satelitales de 12 unidades mineras y sus respectivos depósitos de relave para el periodo enero – mayo 2021”

Alcance

Se identificaron parámetros operativos de depósitos de relaves, en referencia a un plano horizontal, mediante el uso de las imágenes satelitales disponibles en el periodo enero – mayo 2021 para 6 unidades mineras de la Gran Minería y 6 unidades mineras de la Mediana Minería con sus respectivos depósitos de relave. Dichas imágenes pertenecen al Catálogo de imágenes del CONIDA, las cuales fueron solicitadas en el mes de mayo 2021 y a su vez proporcionadas actualizadas a dicha fecha.

Objetivo

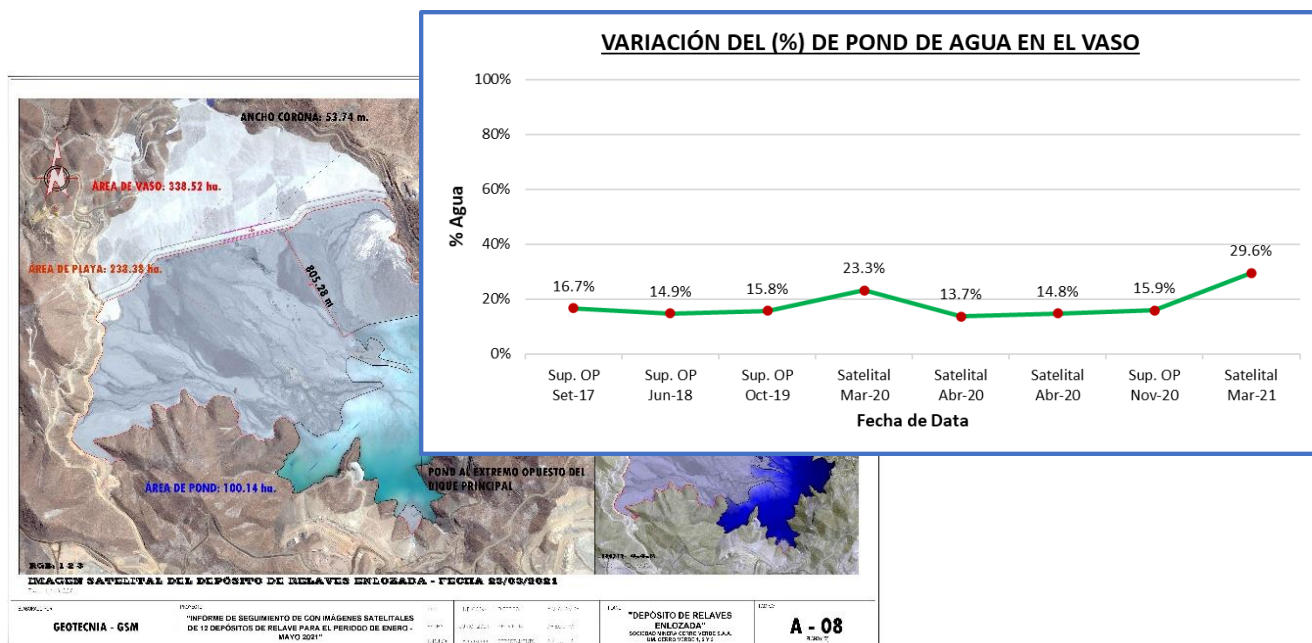
Teniendo en cuenta el convenio suscrito con el CONIDA y la base de datos disponible de dicha institución para visualizar depósitos de relave, el objeto del trabajo realizado fue una comparación de los parámetros operativos visibles en las imágenes satelitales frente a los parámetros aprobados en el diseño, tales como ancho y área de playa, área y ubicación del pondaje de agua y adicionalmente, de ser posible, advertir alguna anomalía alrededor del cuerpo de presa principal tales como filtraciones, humedecimientos o deslizamientos del talud aguas abajo.

Permitiendo así, de encontrar alguna situación diferente a los parámetros operativos o situaciones anómalas en la operación del referido depósito, poder actuar de manera puntual e inmediata con el administrado respecto de lo evidenciado en el trabajo realizado.

Metodología empleada

Posterior a la solicitud de las imágenes satelitales disponibles en la base de datos del CONIDA, se realizó la descarga y procesamiento de los archivos en formato TIF, dentro de los cuales se identificaron los parámetros operativos señalados en el objetivo del trabajo realizado.

Finalmente se consolidan los datos realizando la verificación de acuerdo a los parámetros aprobados por la autoridad minera y manuales de operación, así como el desarrollo de gráficos de seguimiento de variación de los parámetros analizados para cada depósito de relave.



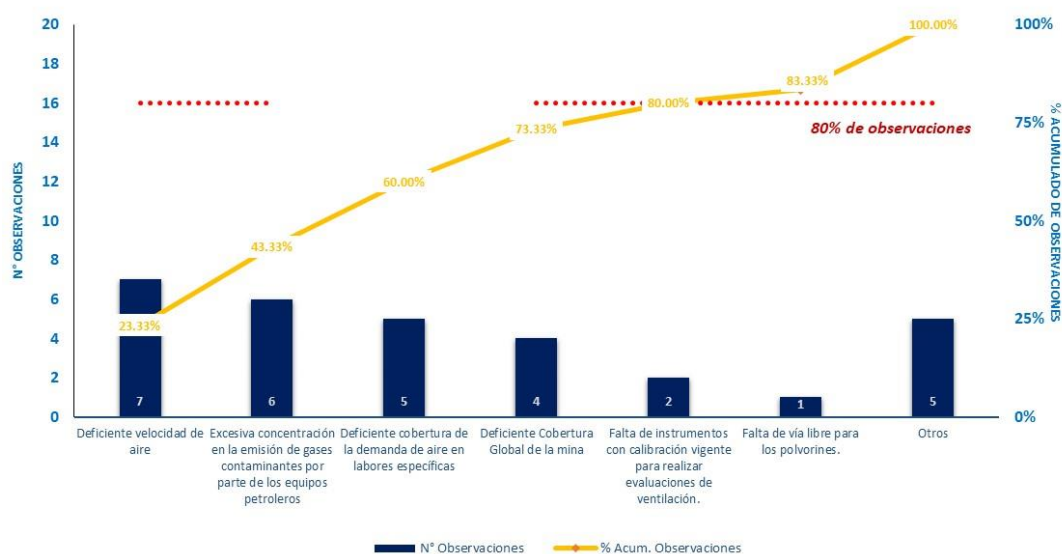
Fuente: Osinergmin

Resultados obtenidos

El empleo de imágenes satelitales para el seguimiento de los depósitos de relaves permitió verificar y advertir la variación de parámetros operativos de los depósitos de relave de 12 unidades mineras. Dentro de los resultados obtenidos se mencionan que los depósitos de relaves de 7 unidades mineras cumplen con los parámetros aprobados por la Dirección General de Minería, mientras que en las unidades mineras restantes se observaron algunos posibles incumplimientos que serán priorizadas como objeto de verificación en las supervisiones posteriores o solicitud de información adicional a los titulares mineros.

Resultados de la supervisión

En el año 2021, no se tienen accidentes mortales producidos en la especialidad de geotecnia. Por otro lado, en las supervisiones ejecutadas se detectó las siguientes observaciones:



Ventilación

Falla en Ventiladores Axiales Mineros

Tener un adecuado sistema de ventilación en minería es crucial, pues no solo asegura el óptimo desarrollo de una unidad minera, sino también, el bienestar de los operadores y el buen funcionamiento de máquinas y maquinarias.

Un ventilador es una máquina que transmite energía a un fluido (aire o gases), produciendo el incremento de presión necesario (Presión Total) con el fin de mantener un flujo continuo de dicho fluido. Existen dos tipos de ventiladores axiales mineros:



Ventiladores axiales

- Ventilador de 1 etapa: Presenta un solo rotor.
- Ventilador de 2 etapas: Presenta 2 rotores.

Tipos de Fallas

- **Fallas por Lubricación:** Es importante definir todas las condiciones de operación para que el fabricante recomiende los niveles adecuados para la correcta lubricación que permitirá eliminar fallas y alargar la vida del ventilador.
- **Fallas por Vibración:** La vibración es inevitable y deben formar partes de los parámetros de diseño del ventilador, debemos cuidar en todo momento que el ventilador no trabaje bajo un régimen de resonancia.
- **Fallas por Hermetismo del Motor:** Puede ser causado por la caja bornera del ventilador ubicado en la parte superior donde pueden entrar cuerpos extraños, también elevados niveles de humedad o por condensación.
- **Fallas por Stall:** Al agregar un esfuerzo a un componente fluctuante nos da como resultado "Fatiga", esto sucede en los ventiladores al tratar de generar un flujo constante entre dos caudales.



Ventilador afectado por la corrosión

- **Fallas por Corrosión:** Se debe a los gases presentes en las operaciones mineras.
 - ✓ CO₂: Produce Ácido Carbónico
 - ✓ SO₂: Produce Ácido Sulfúrico
 - ✓ H₂S: Produce Ácido Sulfhídrico
 - ✓ NO₂: Produce Ácido NítricoEsto afectará directamente a los ventiladores debido al contacto directo y a la abrasión que afecta a las capas protectoras aplicadas a los componentes del ventilador.

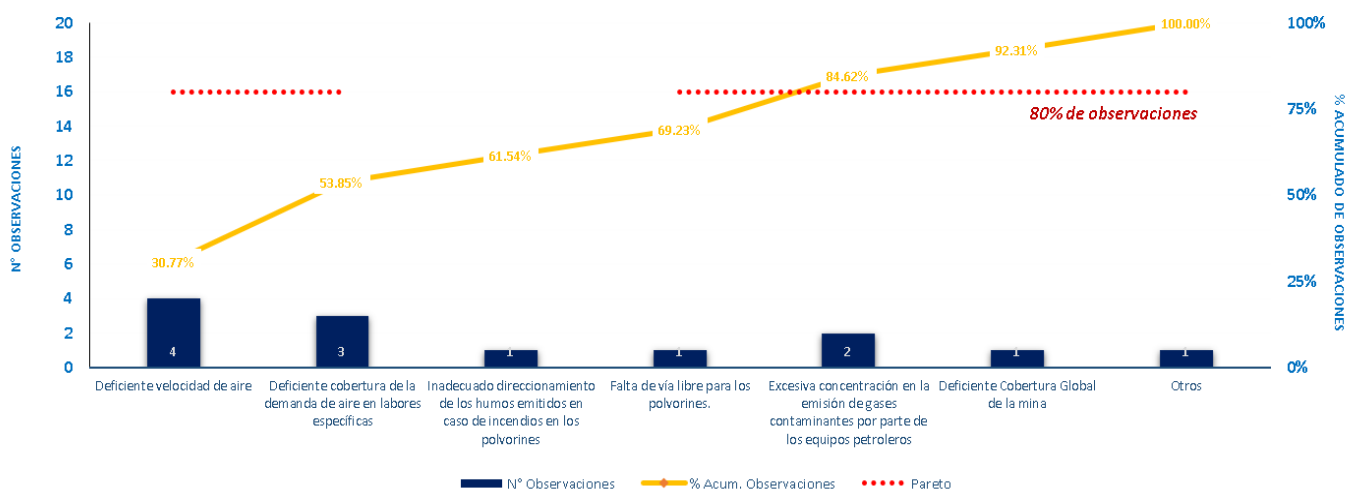
- **Fallas por abrasión:** Erosión eólica, producida por el esfuerzo de cizalla del flujo o por la abrasión de partículas de aire que transporta. Las fallas se pueden ocasionar dependiendo del ángulo de abrasión, del perfil de velocidad, presencia de humedad y polvo.

Conclusiones y recomendaciones

- ❖ Definir condiciones de trabajo para establecer un adecuado régimen de lubricación.
- ❖ La vibración es parte del equipo, siempre debemos controlar que se encuentre dentro de los límites recomendados.
- ❖ Un régimen de resonancia debe ser evitado en todo momento, para ello el fabricante debe informar las frecuencias naturales del equipo.
- ❖ Debemos considerar la configuración del motor a fin de evitar accesos al bobinado, especialmente en motores reparados.
- ❖ Un régimen de stall genera fatiga en los álabes la cual es una falla acumulativa.
- ❖ La presencia de gases asociados a la operación puede ser causa de generación de soluciones ácidas que afecten al ventilador.
- ❖ La presencia de material particulado generará la abrasión de los álabes del ventilador ocasionando una progresiva disminución de su capacidad hasta la falla del mismo.

Resultados de la supervisión

Como resultado de las supervisiones, se muestra a continuación el gráfico de frecuencia de observaciones al RSSOM detectadas:



Plantas de Beneficio

Aislamiento de energía – Lock out/Tag out

El procedimiento de aislamiento de energía (lock out/tag out) establece los requerimientos para asegurar la apropiada desactivación de **fuentes de energía**. Previendo así un posible incidente/accidentes laborales de miles de trabajadores dedicados al mantenimiento y reparación de equipos y maquinaria industrial.

El origen del lock out/tag out fue en ESTADOS UNIDOS en 1989 con la norma OSHA 1910.147 en donde se estableció los estándares de este procedimiento.

En el Perú el sistema de bloqueo esta normado en el DS 024-2016-EM Capítulo XI "SISTEMA DE BLOQUEO Y SEÑALIZACIÓN"

El propósito de realizar el lock out/tag out es brindar la protección a los empleados cuando realicen trabajos en o cerca de maquinarias/equipos, o sistemas, que inesperadamente puedan liberar energía causando accidentes.

El procedimiento de basa en dos elementos: Bloqueo y rotulado

El bloqueo, es dejar inoperativa o desactivada una fuente de energía, utilizando elementos como: candados, cadenas, pinzas, etc. para evitar su energización o activación accidental.

- El rotulado, se realiza utilizando una tarjeta que va junto al candado, indicando que el sistema está desenergizado y no debe accionarse.

Pasos para realizar el Lock out/Tag out

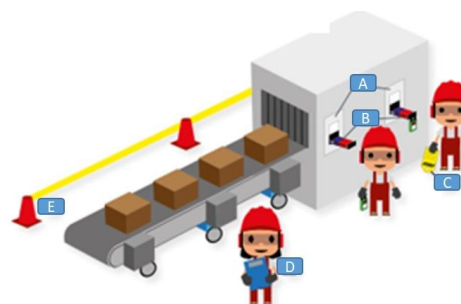
1. IDENTIFIQUE LAS FUENTES DE ENERGIA A BLOQUEAR.
2. ESCOJA LOS DISPOSITIVOS DE BLOQUEO ADECUADOS.
3. DETERMINE QUE PERSONAS O GRUPOS REALIZARAN EL BLOQUEO.
4. PASOS A SEGUIR EN LA MÁQUINA O EQUIPO.



Fuente: <https://www.sister-soft.com/blog/seguridad-industrial-lockout-tag-out-loto>

La Resolución Ministerial N° 111-2013-MEM/DM, “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad” establece las 5 reglas de oro y son:

- A. Detener los equipos y Corte efectivo de todas las fuentes de tensión.
- B. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte.
- C. Verificación de ausencia de tensión.
- D. Poner a tierra y en cortocircuito temporal todas las posibles fuentes de tensión que inciden en la zona de trabajo. O verificar la energía residual.
- E. Señalizar la zona de trabajo con cintas, conos, etc.



Fuente: Diptico_loto_ifam_CAST_ING_low.pdf

Nota importante del RSO:

ART. 347.- Todo equipo y/o maquinaria, válvula, interruptor y otros, deben permitir la instalación de candados y tarjetas de seguridad (Lock Out – Tag Out).

ART. 348.- Los bloqueos deben aislar la fuente principal de energía y no los circuitos o sistemas de control.

Verificación de incumplimientos:



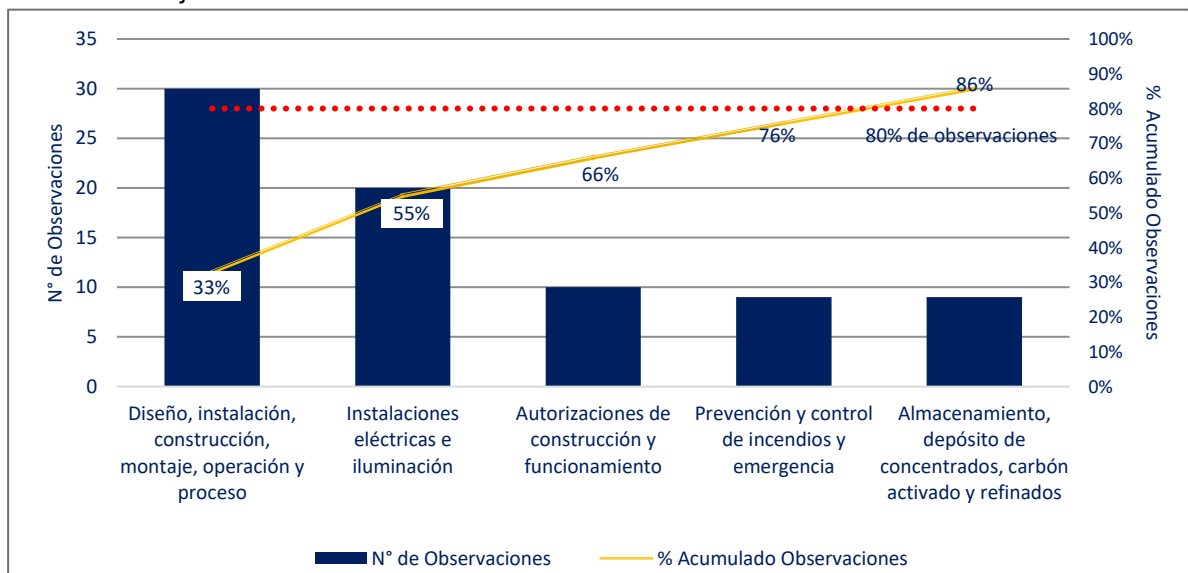
Verificación de la falta de dispositivos contra incendios, como alarmas, extintores, asimismo puestas a tierra de cercos en subestaciones eléctricas, como en Dep. Concentrados Matarani.



Verificación de la falta de guardas de protección en fajas transportadoras, tal como en Concentradora Toquepala, faja N° 5, chancado terciario del proceso.

Resultados de las Fiscalizaciones:

El resultado de las fiscalizaciones de campo en planta de beneficio, han dado como resultado que los incumplimientos se acumulan en el rubro de Instalaciones, construcción, operación y proceso, seguido de incumplimientos en instalaciones eléctricas. El acumulado total del año 2021 de hechos verificados en plantas son de 91, con un promedio mayor a 2 hechos por fiscalización ejecuta



Transporte, maquinaria e instalaciones auxiliares

Instalaciones mecánicas

Las instalaciones mecánicas comprenden el conjunto de instalaciones de máquinas, equipos, ductos y metal-mecánica para mantener por medios mecánicos las condiciones ambientales y otros requerimientos dinámicos de la infraestructura.

Es importante para la seguridad, que Las salas o locales donde se encuentren instaladas las máquinas estacionarias cuenten con amplio espacio para el movimiento del trabajador encargado de su manejo y reparación.



Casa de Fuerza con los Generadores eléctricos en espacio amplio y delimitados.
Fuente: Osinergmin



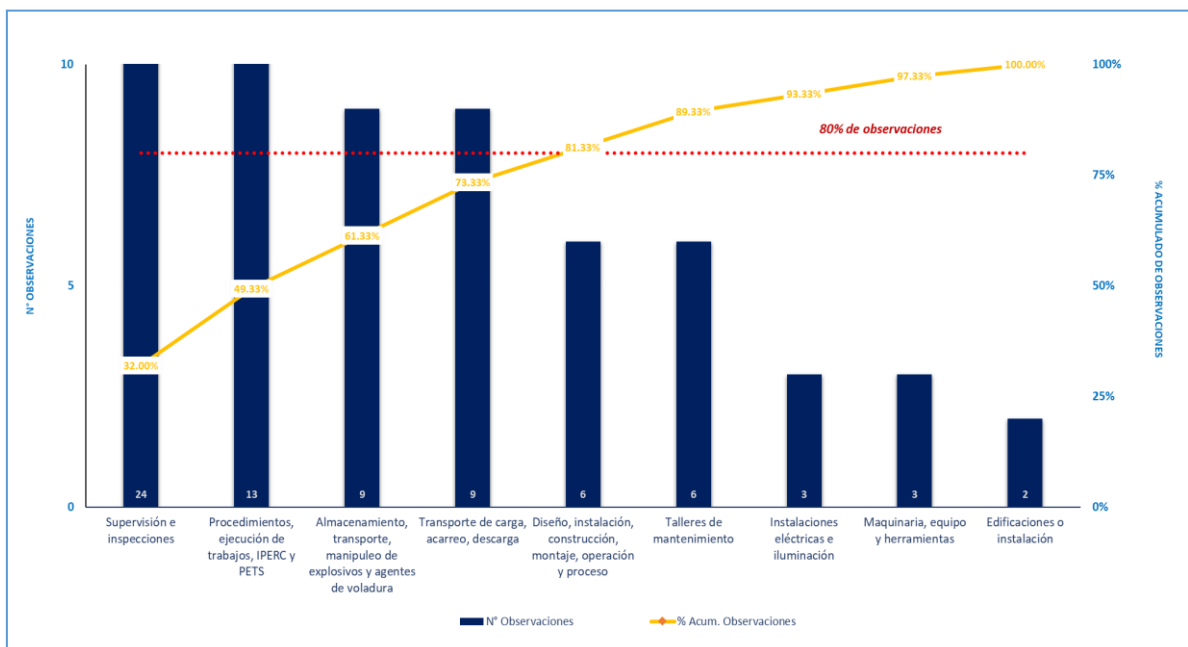
Estación principal de bombeo con cuatro bombas estacionarias instaladas en un espacio amplio.

Fuente: Osinergmin

De la misma forma, en las instalaciones subterráneas, el espacio entre el punto más sobresaliente de una máquina cualquiera y el techo o paredes son mayores a un metro.

Resultados de la Supervisión

A junio del año 2021 en la especialidad de transporte, maquinaria e instalaciones auxiliares, de la evaluación de las visitas de supervisión se muestra la frecuencia de infracciones dectadas al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.



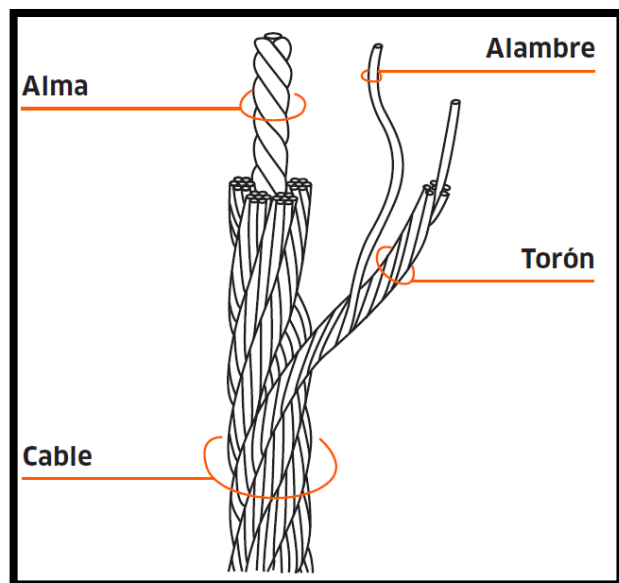
Artículo Técnico

CABLES DE ACERO

Los cables de acero tienen múltiples aplicaciones en la industria minera; ya sea en maquinarias (grúas, excavadoras, palas mecánicas, etc.) o en infraestructuras (piques, inclinados, cable carriles, cables de arrastre, etc.) En este sentido, es importante conocer sus componentes, características y propiedades para una correcta selección del cable, que cumpla con los requerimientos necesarios, ya que de estos dependerá el buen funcionamiento, la seguridad personal, así como la durabilidad de los cables.

Estructura de un cable de acero

- **EL ALAMBRE;** se construyen con hilos de acero de 0.6 a 3.5 mm de diámetro, cuya resistencia a la ruptura llega a los 2500 Mpa. Los hilos pueden ser de sección circular, en Z y de doble garganta.
- **LOS TORONES;** se llama torón al cable más sencillo que se puede obtener de la unión de un número de alambres enrollados alrededor de un elemento central, pueden ser de una o varias capas.
- **EL ALMA;** es el elemento central que sirve como soporte a los torones cuando estos son enrollados helicoidalmente para formar el cable de acero. Para su fabricación, además del acero, también se puede utilizar material tipo fibra como el propileno, el objeto del alma es absorber los esfuerzos internos de compresión que se originan principalmente por aplastamiento en los tambores de enrollamiento y en las poleas
- **TORCIDO DE CABLES** el torcido de los cables de acero puede ser torcido REGULAR (alambres en dirección opuesta a la de los torones) o torcido LANG (alambres y torones en la misma dirección). Generalmente los torones se tuercen alrededor del alma hacia la derecha, pero también existen torcidos hacia la izquierda.



Tipos de torones

Dependiendo del tipo de torón el cable adquirirá ciertas características.

CAPA SIMPLE	SEALE	FILLER	WARRINGTON	COMBINADOS

Clasificación y características de los cables

- **TORÓN DE CAPA SIMPLE** se trata de un torón básico, generalmente formado por un alambre central y 6 alambres que lo rodean helicoidalmente. La composición más común es $1+6=7$.
- **TORÓN SEALE** este tipo de torón posee dos capas de alambres enrollados sobre un alambre central, la segunda capa posee alambres más gruesos que los de la primera capa, de tal manera que poseen mayor resistencia a la abrasión. La estructura más común es de un alambre central, 9 alambres en la primera capa y otros 9 en la segunda capa, por lo que finalmente se tiene un torón de 19 alambres ($1+9+9=19$).
- **TORÓN FILLER** Este tipo de torón además de dos capas de alambre, posee una capa intermedia con hilos delgados que rellenan los espacios que quedan entre las capas de alambre, este tipo de torón posee una mayor sección transversal y es resistente a esfuerzos de aplastamiento. Su estructura es básicamente un alambre central sobre ella va enrollada 6 alambres, sobre el enrollamiento se agrega otros 6 hilos delgados y finalmente se cubre con una capa de 12 alambres, sumando en total 25 alambres en el cordón ($1+6+6+12=25$).
- **TORÓN WARRINGTON** Este tipo de torón posee dos capas, se diferencia de otros por la particular estructura en su última capa, pues los alambres son de distintos diámetros y se intercalan, de tal manera que su estructura también está formada por un alambre central, 6 alambres en su primera capa y en su segunda capa posee 12 alambres de dos diámetros diferentes que se intercalan, haciendo un total de 19 alambres ($1+6+6+6=19$).
- **COMBINADOS** cuando un torón se forma en una sola operación utilizando dos o más de las construcciones antes indicadas, se da denominación "patrón combinado". Este ejemplo es una construcción Seale en sus dos primeras capas. La tercera capa utiliza la construcción Warrington y la capa exterior es una construcción Seale.

Factores para la correcta selección de un cable de acero

Son diversos los factores que influyen en la vida útil del cable de acero; para obtener un mejor servicio del cable, al seleccionarlo, deben tomarse en cuenta principalmente los siguientes aspectos.

- Primero se analiza que el cable tenga la suficiente resistencia a la ruptura para soportar la carga de trabajo (carga muerta, carga útil, peso del cable). Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, por ejemplo, el factor de seguridad de un cable para transporte de personal debe ser de 7 como mínimo.
- Se tiene que considerar la fatiga a la que va a ser expuesto durante su trabajo, por efectos de flexión y vibraciones. En general, un cable hecho de muchos alambres tiene mayor resistencia a la fatiga, que el mismo tamaño de cable hecho con menos alambres más grandes.
- El cable es desgastado exteriormente debido a la fricción que existe entre el cable y otro material (paso por tamboras o poleas) en este sentido, se debe considerar la resistencia a la abrasión del cable.
- El cable también es aplastado al soportar o resistir fuerzas externas. Cuando un cable es dañado por aplastamiento, los alambres, torones y alma se ven impedidos de moverse y ajustarse normalmente durante su funcionamiento.

- El diámetro del cable varía usualmente entre $\frac{1}{4}$ " a 2", los cables de mayor diámetro tienen mayor resistencia a la ruptura, pero baja resistencia a la fatiga, por el contrario, los de menor diámetro tienen menor resistencia a la rotura, pero mayor resistencia a la fatiga; para elegir el cable adecuado tiene que haber un equilibrio entre estos dos parámetros.



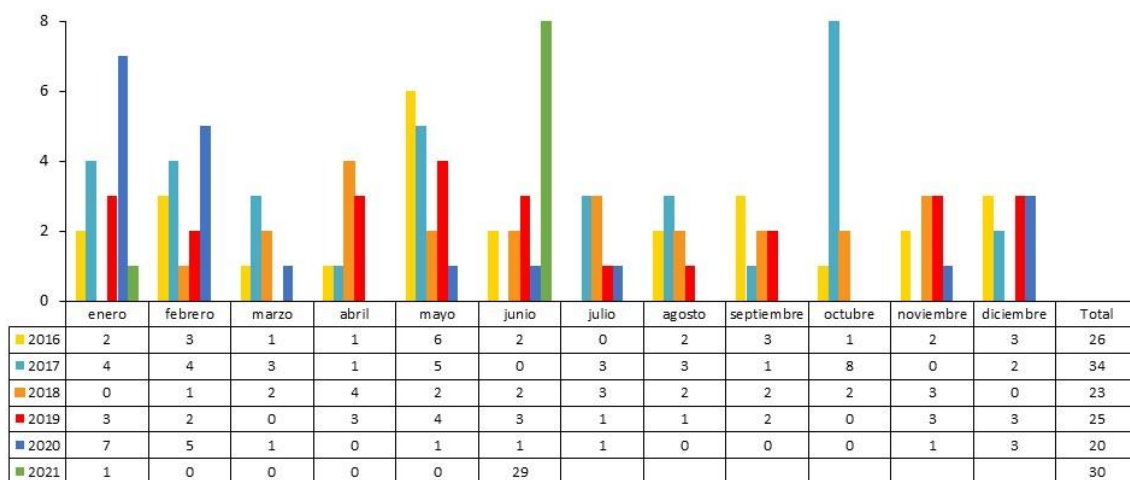
Winche Hepburn del pique 740 de Austria Duvaz, de doble tambora y con cable de acero de 1"

Fuente: Osinergmin

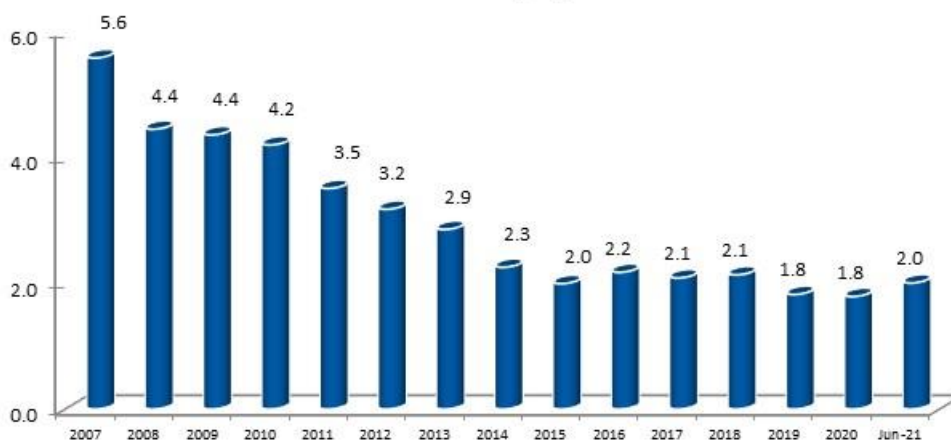
Estadísticas de accidentes mortales

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

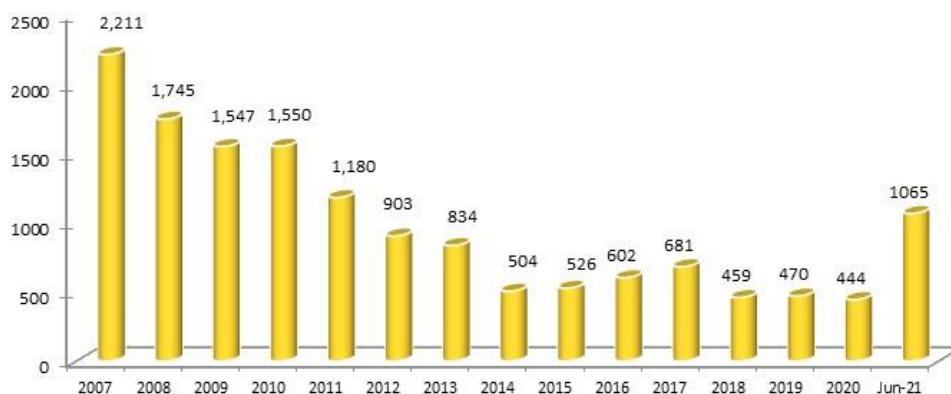
Víctimas mortales por mes de 2016 - 2021 *



ÍNDICE DE FRECUENCIA (IFA) 2007-2020



ÍNDICE DE SEVERIDAD (ISA) 2007-2020



*Estadísticas al 30 de junio de 2021



Osinergmin

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)