

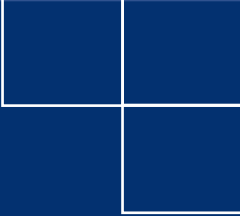
JUNTOS PODEMOS

— POR LA —

MINERÍA

INFORME TÉCNICO

**SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA
ENFRENTAR AL COVID-19 EN LA
MINERÍA PERUANA**



**El sector minero se une para encontrar
soluciones tecnológicas frente al COVID-19**

2020



AGRADECIMIENTOS

Ministerio de Energía y Minas – MINEM: Augusto Cauti (Ex Viceministro de Minas).

Ministerio de la Producción del Perú: Jorge Achata, Katia Samanamud.

COFIDE: Aimi Yamamura, Juan Carlos Crespo, Pedro Aramburú.

Banco de Desarrollo de América Latina – CAF: Jairo Tiusabá.

Banco Interamericano de Desarrollo – BID: José Carlos de Piérola, Gustavo Crespi, Martín Walter, Rafael Castillo.

SNMPE: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía - Comité de Tecnología: Edward Alarcón, Rafael Estrada, Pablo de la Flor, Enrique Ferrand.

Cámara de Comercio e Industria de Arequipa (CCIA): Aldo Aranzaens.

Clúster Minero del Sur del Perú: Daniel Escalante, Benjamín Quijandría, Claudia Aranzaens.

Hub de Innovación Minera del Perú: Pamela Antonioli De Rutté, Walter Rosental, Valeria Sosa, Valeria Ventura.

Anglo American Perú: Manuel Valverde.

Buenaventura: Jean Louis Falen Bernex, Ignacio Agramunt.

Hudbay Perú: Milagros Alvarado.

Gold Fields Perú: Luis Sánchez Pastor, Luis Noriega.

Minsur: Gonzalo Quijandría.

MMG Las Bambas: Carlos Cumpa.

Nexa Resources Perú: Daniel Henríquez Soares.

Southern Perú: Eduardo Talavera.

Centro de Estudios sobre Minería y Sostenibilidad (CEMS) - Universidad del Pacífico: Gonzalo Delgado J., Aarón Quiñón Cárdenas.

Maestría de Economía, Regulación y Gestión Minera – PUCP: Alfredo Dammert L.

Universidad Católica San Pablo - Centro de Estudios en Economía y Empresa: Gustavo Riesco Lind, Ronal Arela Bobadilla, Efrain Zenteno.

Universidad de Ingeniería y Tecnológica - UTEC: Tulio Antonio Antezano Inga, Lucio Pareja.

Equipo de Linkminers: Emilio Gómez de la Torre, Martín Valdivia, Christian Paz, Daniela Aguirre.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1. CONTEXTO	6
1.1. Contexto minero del país: Implicancias sociales y ambientales	7
"Retos y oportunidades hacia una minería sostenible y competitiva: la agenda global en sector minero a la luz de la pandemia de Covid-19". Gonzalo Delgado J. y Aarón Quiñón Cárdenas (CEMS-Universidad del Pacífico)	
1.2. Contexto minero macro región sur	18
"Contexto minero en el Sur del Perú". Gustavo Riesco Lind y Ronal Arela Bobadilla (Centro de Estudios en Economía y Empresa - Universidad Católica San Pablo)	
1.3. Tecnología en la minería en el contexto de Covid-19	33
Tulio Antonio Antezano Inga (Universidad de Ingeniería y Tecnológica - UTEC)	
1.4. Marco regulatorio en la minería en el contexto de Covid-19.....	39
"Conceptos para la Regulación de la Actividad Minera ante la Pandemia". Alfredo Dammert L (Maestría de Economía, Regulación y Gestión Minera – PUCP)	
2. CONFORMACIÓN DE LA INICIATIVA	44
3. EJES OPERACIONALES	47
3.1. Tecnologías encontradas.....	48
3.2. Soluciones recibidas en el eje: Higienización de Covid-19	54
3.3. Soluciones recibidas en el eje: Prevenir Riesgo de Ingreso Covid-19.....	58
3.4. Soluciones recibidas en el eje: Telepresencia	62
3.5. Soluciones recibidas en el eje: Detección, Monitoreo y Atención Médica de Personal en Mina	66
4. RESULTADOS DEL PROCESO	70

INTRODUCCIÓN

El contexto que estamos viviendo por la pandemia COVID-19 viene impactando, principalmente, en la salud de las personas, así como en los diferentes rubros y actividades claves para la economía de los países a nivel global. Estos impactos no contemplados no son ajenos al sector minero, motivo por el cual se han presentado ciertos desafíos que implican cambiar el status quo con respecto al cómo han venido trabajando las operaciones mineras peruanas y globales previo a este escenario.

El presente informe tiene como finalidad dar a conocer las diferentes soluciones que se encuentran en el mercado, presentadas por los proveedores del sector, para atender algunos de los desafíos que han surgido y de esta manera afrontar la pandemia. Para eso hemos partido de la descripción de un contexto desde los ámbitos social, ambiental, tecnológico y regulatorio del sector minero peruano bajo el enfoque de la academia, donde se han enmarcado las oportunidades, retos y principales tendencias del sector minero peruano bajo los ámbitos mencionados anteriormente.

Para poder identificar las mejores soluciones que atiendan los desafíos, que afronta la minería ante el COVID-19, se desarrolló la iniciativa **“Juntos Podemos por la Minería”**, la cual ha contado con la participación de actores que fomentan la innovación en el ecosistema desde el sector público, privado, la academia y con una importante participación de las empresas mineras, quienes brindaron la apertura a la información para poder definir y clusterizar los principales desafíos que fueron abordados mediante una convocatoria global de innovación abierta en búsqueda de las soluciones idóneas para los mismos.

La convocatoria de innovación abierta estuvo compuesta por cuatro ejes estratégicos operacionales en los cuales se recibieron 161 alternativas de solución provenientes de 8 países, con una mayor participación de las empresas proveedoras peruanas secundadas por las empresas proveedoras chilenas. Las propuestas fueron parte de un proceso de evaluación dentro del cual se seleccionaron 21 soluciones, las cuales fueron presentadas en dos sesiones de Demo Day organizadas por el Clúster Minero del Sur del Perú y el Hub de Innovación Minera del Perú. Finalmente se seleccionó una empresa proveedora por cada desafío operacional y estas fueron presentadas públicamente en una edición especial del programa Conexión Minera de Linkminers.

En una síntesis de las soluciones recibidas se presentarán dos categorías principales para agruparlas, las soluciones que cuentan con una componente digital y las que no. Se aprecia que un 70% de las propuestas de solución cuentan con un componente digital independiente de la propuesta de valor para el desafío que se buscaba resolver, lo cual evidencia una interesante tendencia a emplear la tecnología para resolver los desafíos del sector, no solo en lo referido a los problemas operacionales o búsqueda de eficiencia sino también para abordar brechas más de índole social o ambiental como las que afronta actualmente la minería peruana y global más aún en el contexto que nos encontramos de COVID-19 que ha acelerado la adopción de estas tecnologías en el sector.



1 | CONTEXTO

1.1. Contexto minero del país: Implicancias sociales y ambientales

Retos y oportunidades hacia una minería sostenible y competitiva: la agenda global en sector minero a la luz de la pandemia de Covid-19

Gonzalo Delgado J. | Aarón Quiñón Cárdenas

Centro de Estudios sobre Minería y Sostenibilidad (CEMS) – Universidad del Pacífico

En el contexto global, la actual crisis de la Covid-19 es considerada una oportunidad para reevaluar los avances y desafíos pendientes en el sector minero en materia ambiental, social y económica. En especial, como lo indica Tom Butler, Director Ejecutivo del *International Council on Mining and Metals* (ICMM), los cambios en el sector minero a largo plazo avizoran una demanda continua de minerales para apoyar un futuro más verde, seguro, bajo en carbono y más sostenible¹.

¿Cuál es la mirada del sector minero peruano en el corto y largo plazo a raíz del Covid-19? Alcanzar un desarrollo sostenible y posicionar al sector minero del país como uno de los más competitivos a nivel global. Para esto se requiere, necesariamente, diseñar estrategias que aborden los desafíos desatados en el contexto actual de la pandemia e identificar espacios y oportunidades de mejora a partir de la integración y fortalecimiento de sinergias entre el Estado peruano, el gremio minero y la sociedad civil.

En ese contexto, asegurar una minería social y ambientalmente responsable y sostenible es una oportunidad para el país, considerando la importancia de la actividad minera en la economía peruana. En 2019, la minería representó cerca del 10% del PIB nacional, 60% del total de las exportaciones y una participación promedio, en los últimos diez años, de 23% en inversión extranjera directa². En pocas palabras, la contribución económica al Estado por parte de la minería ha sido y seguirá siendo importante, considerando que en los últimos diez años el sector minero aportó cerca del 20% de la recaudación por Impuesto a la Renta de las empresas, regalías y otros tributos especiales. En este sentido, la actividad minera ha colaborado significativamente a los ingresos del Estado, permitiendo que el país cuente con recursos disponibles para la implementación de medidas sanitarias de emergencia, programas de rescate y bonos a hogares en esta emergencia sanitaria. Mirando adelante, ¿cómo debería orientarse el

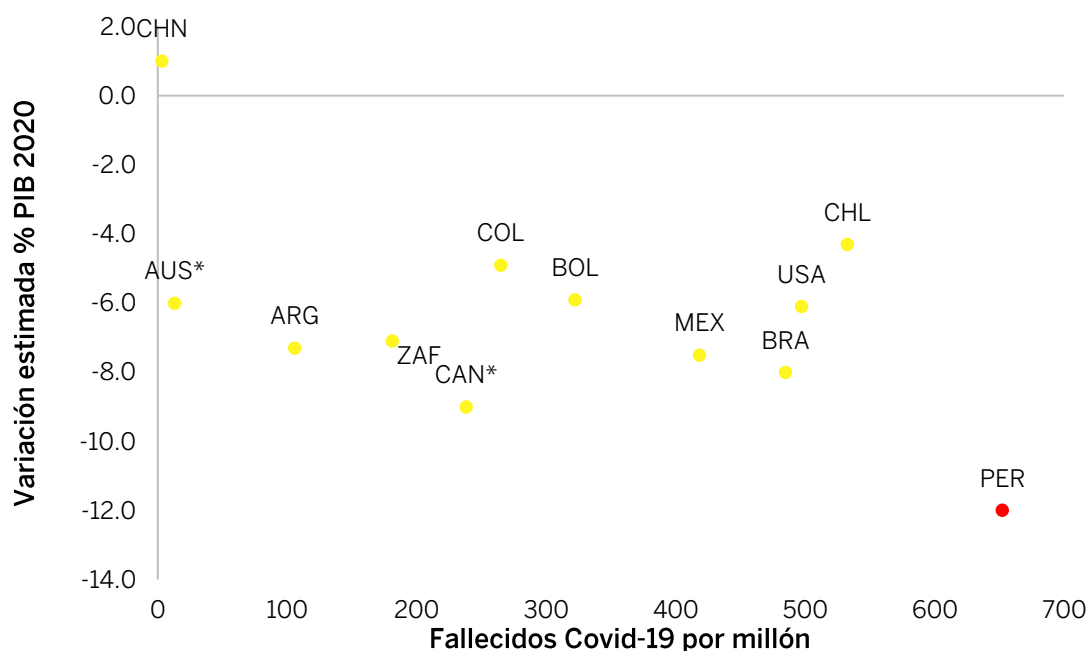
¹ Artículo publicado en el Financial Times (23 de junio de 2020). Recuperado de: <https://www.ft.com/content/781b40af-8bb5-4eb7-8f0c-5c7165ac27a7>

² Anuario Minero 2019. (MINEM, 2020).

sector minero para resolver las tensiones previas a la pandemia, acelerar los avances alcanzados y enfocarse en el cierre de brechas sociales y ambientales?

Identificar los riesgos y adoptar oportunidades de mejora en el sector minero peruano es un desafío importante considerando que, en perspectiva comparada, el Perú será el país más golpeado en materia sanitaria y económica entre los principales países mineros y socios comerciales de la industria minera global (ver Gráfico 1).

Gráfico 1. Situación actual de países mineros y socios comerciales del Perú³



Elaboración propia con base en Our World in Data, Banco Mundial (2020) y OECD.

En efecto, la crisis sanitaria y la paralización económica nacional y global han impactado significativamente al sector minero peruano. En las primeras semanas del Estado de Emergencia, la mayoría de las 60 empresas del gremio habían evacuado al 75% de su personal de los sitios de producción con la consiguiente y drástica reducción de la producción minera durante el confinamiento obligatorio⁴. En abril y mayo de 2020, la producción minera y de hidrocarburos registró una disminución cercana al 40%,

³ Información actualizada al 12 de agosto de 2020. Información no incluye subregistro de fallecidos. Para el caso de Canadá y Australia, la estimación de la variación del PIB fue obtenida del portal de la OECD. Para el resto de países, se considera la última estimación del Banco Mundial.

⁴ Ver: Nota Informativa mayo 2020 "Covid-19 y minería: A sesenta días de la declaratoria del Estado de Emergencia" elaborado por CEMS-UP. Disponible en: http://sisisemail.up.edu.pe/sisisemail/_data/2020/12493/CEMS_Nota%20informativa-CV-19-001-2020v2.pdf

además de una caída de 47.2% y 49.9% en la actividad minera metálica durante los mismos meses.

Tabla 1. Variación en producción minera en abril y mayo de 2020⁵

	Abril	Mayo
Cobre	-34.7%	-42.2%
Zinc	-86.3%	-75.7%
Oro	-53.5%	-65.1%
Plata	-73.6%	-65.8%
Plomo	-84.1%	-69.3%

Fuente: INEI (2020)

En esta misma línea, la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE) reportó que las exportaciones mineras se contrajeron 51.8% en mayo, alcanzando un valor acumulado de US\$ 8,384 millones en los primeros cinco meses del año, es decir, 23.8% menos que 2019 en el mismo período⁶. Además, en mayo las exportaciones de cobre (que representan el 33% de las exportaciones totales del país) tuvo una reducción interanual del 40.2%. Las exportaciones de oro siguieron la misma tendencia, con una caída interanual del orden de 60.3%, lo que significa una reducción del volumen de envíos al exterior del orden de 70.3%. Sin embargo, a pesar de estas serias complicaciones, las exportaciones mineras significaron el 57% de las ventas totales del Perú al exterior en los meses críticos de la emergencia sanitaria⁷.

Los efectos negativos de la pandemia en materia sanitaria y económica hacen aún más urgente una reanudación de la actividad y enfocada en una minería competitiva y sostenible, acorde con las demandas globales de una inversión con impacto social. Para ello, es importante aprovechar las ventajas comparativas que tiene el sector minero nacional. Según la última encuesta mundial *Mineral Commodity Summaries 2020*, el país es el segundo productor de cobre, plata y zinc. Durante el 2019, el Perú representó el 12% de la producción mundial de cobre; cerca del 14% de la producción de plata y el 10% de zinc a nivel global. Además, el país se posiciona como la mayor reserva de plata del

⁵ INEI informe abril: <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/sector-mineria-e-hidrocarburos-disminuyo-4229-en-abril-12219/> e INEI informe mayo: http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/hp95_2020.pdf

⁶ Ver: Boletín Estadístico Mensual Minería-SNMPE. <https://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/boletin-estadistico-mensual/mineria/6367-bolet%C3%ADn-estad%C3%ADstico-mensual-minero-junio-2020.html>

⁷ Ver: Exportaciones mineras cayeron 51.8% en mayo 2020, informó SNMPE. <https://elcomercio.pe/economia/peru/mineria-exportaciones-mineras-cayeron-518-en-mayo-de-2020-informo-la-snmpe-nndc-noticia/>

mundo, con cerca del 20%, y el segundo país con las mayores reservas de cobre y molibdeno.

¿Cómo generar un sector minero sostenible y competitivo a partir de los retos que plantea la pandemia del Covid-19? ¿Cuál es rol de las nuevas tecnologías para alcanzar un desarrollo minero dinámico y que reduzca riesgos ambientales?

Sostenibilidad en el centro de la industria minera

A nivel internacional, tanto la academia como los organismos internacionales y las empresas mineras señalan que la pandemia reafirma la importancia del desarrollo sostenible en el sector minero.

Así, a inicios de año el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) enfatizaba la importancia de la transformación de la industria minera para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la finalidad de mejorar el desempeño económico del sector a la vez de asegurar el cumplimiento de los más altos estándares sociales y ambientales a nivel nacional e internacional⁸. En una propuesta interesante, el informe de UNEP sugiere reemplazar el concepto de “licencia social para operar” (enfocada en la prevención de conflictos sociales) y empezar a pensar en un nuevo modelo de gobernanza, mediante la “licencia de desarrollo sostenible para operar”, es decir, desde un enfoque de gobernanza más holístico, integrado e inclusivo, a través del cual las empresas pueden lograr resultados económicos, sociales y ambientales positivos.

En la industria minera internacional se percibe asimismo una mayor resiliencia frente la pandemia y los ODS. En particular, se observa como las inversiones *ESG* (Environmental, Social and Governance) como impulso a la sostenibilidad han cobrado mayor relevancia en el sector. Mark Bristow, CEO de Barrick, señaló que “las inversiones ESG son parte central en la industria. Ello implica reconocer como grupo de interés no solo a los accionistas, sino también empleados, socios comerciales, gobiernos y comunidades locales”. Bristow recalcó asimismo que el impacto de la pandemia en el aspecto social de ESG ha adquirido mayor preeminencia en los últimos meses. En la misma línea, Deshnee Naidoo, ex CEO de Vedanta Zinc International, enfatizó que la pandemia no debería alterar esta visión de la industria.

De acuerdo a Beth Burks, directora asociada de S&P Global Ratings, la crisis de la Covid-19 presenta una oportunidad ideal para hacer un balance y reevaluar las prácticas actuales en el sector⁹. En la medida que estos lineamientos sean realmente adoptados

⁸ <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/how-minerals-and-metals-companies-can-help-achieve-2030-agenda-sustainable>

⁹ <https://blogs.platts.com/2020/07/09/esg-mining-sustainability-investors-coronavirus/>

por la industria global (más allá de quedar en objetivos generales), los ejes sociales, ambientales y de gobernanza serán cada vez más importantes en las inversiones mineras en aras de la competitividad del sector en contribuir a los ODS.

El principal desafío requiere que el Estado y las empresas trabajen para sostener e implementar esta agenda de manera continua en el corto y largo plazo. Si bien las organizaciones no gubernamentales (ONG), los líderes de la industria global y las instituciones financieras han comenzado a impulsar cambios positivos en el sector, los principales riesgos para alcanzar los ODS se van a dar en la medida que las acciones de corto plazo para superar la pandemia puedan poner en riesgo la competitividad y marcha hacia una minería sostenible.

Cadenas de valor y suministro resilientes

El primer reto y oportunidad ciertamente se enmarca en garantizar la continuidad y sostenibilidad de las actividades mineras en el corto y largo plazo. Según el *International Institute for Sustainable Development* (IISD), en el marco de la pandemia, las cadenas de suministro en el sector minero se han interrumpido en todo el mundo y se reanudarán a diferentes escalas y tiempos¹⁰. En particular, la interrupción de la cadena de valor ha sido duramente afectada por la oferta y demanda de producción de minerales, la reducción de la compra de bienes finales en la industria automotriz y comunicaciones (laptops, celulares). En el corto plazo, si bien la industria global empieza a mostrar síntomas de recuperación, la posibilidad de recuperar el flujo de comercio y abastecimiento global dependerá del cauce de la pandemia.

Estas interrupciones de la cadena de suministro causadas por la pandemia conllevan a un riesgo importante para las empresas mineras en América Latina. Si bien algunas empresas mineras han respondido adquiriendo nuevos insumos y reforzando sus inventarios críticos, los riesgos de un segundo brote (en algunos países ya en marcha) y la imprevisibilidad del desarrollo de la pandemia suponen retos importantes¹¹.

En el Perú, la pandemia ha mostrado la fragilidad de la cadena de suministros del sector en relación al mercado y flujo internacional de los principales socios comerciales mineros del país. Esta fragilidad se evidencia en la dificultad para acceder a suministros indispensables para el quehacer cotidiano en las minas, como el cemento y la cal viva, necesaria para estabilizar la acidez de los efluentes mineros¹². Inclusive, la pandemia ha

¹⁰ <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/covid-19-employment-mining-en.pdf>

¹¹ Por ejemplo, Newmont conformó un grupo de trabajo de cadena de suministro para evaluar los potenciales riesgos y elaborar planes de contingencia a fin de adelantarse a posibles interrupciones. Mientras que Yamana Gold también está llevando a cabo una revisión de su cadena logística, que en algunos casos la ha obligado a recurrir a proveedores alternativos de materiales en el país.

¹² <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/mineria-covid-19-su-impacto-en-la-mineria-luego-de-tres-semanas-de-cuarentena-covid-19-noticia/>

llevado a la empresa minera MMG Las Bambas a declarar fuerza mayor en el suministro de concentrados de cobre, es decir, que no podían cumplir sus obligaciones contractuales por circunstancias fuera de su control¹³

Con miras a la reactivación de proyectos de exploración y construcción (priorizados por la industria minera nacional), la cadena de suministros debe atender retos urgentes. Gran parte de sus contratistas e insumos necesarios (molinos, plantas de lixiviación y otros) son producidos en el exterior por empresas extranjeras, especialmente de China. Estas no son maquinarias ni equipos fácilmente accesibles aún en condiciones normales, ya que deben ser fabricados conforme a las especificaciones técnicas de cada proyecto. En las condiciones actuales, es aún más difícil asegurar la fabricación e importación de estos insumos clave para la actividad.

La fragilidad y sostenibilidad de la cadena de suministros y la cadena de valor de la industria minera sido discutida y promovida por los organismos e instituciones internacionales desde antes de la pandemia, atendiendo la continuidad de las operaciones mineras y los encadenamientos productivos hacia atrás y adelante. En 2015, el ICMM publicó una guía sobre la cadena de suministro sostenible centrada en el desarrollo, el compromiso y la integración. Por su parte, el Foro Económico Mundial (FEM) que intenta mejorar la confianza en toda la industria incentivando a desarrollar una plataforma para diseñar e implementar soluciones que garanticen la gestión eficiente de la cadena de suministro, la trazabilidad de la producción y la sostenibilidad. Además, en la región, la minera de cobre estatal chilena Codelco y la minera del sector privado Antofagasta Minerals se encuentran entre las empresas que están asumiendo un papel activo en el camino hacia la sostenibilidad de la cadena de suministros.

La situación actual es una oportunidad para retomar y potenciar este proceso hacia una cadena de suministros resiliente y sostenible, que sea amigable con el medio ambiente y asegure el acceso a insumos requeridos por las empresas mineras. Por ejemplo, la consultora internacional EY sugiere que se podrían explorar fuentes de suministro alternativas y más amplias para reducir la dependencia en el extranjero o un pequeño número de proveedores sin dejar de mantener buenas relaciones con los proveedores actuales. Esto presenta potenciales oportunidades para los cerca de 5,300 proveedores nacionales en el sector minero, quienes colaboran con el encadenamiento productivo hacia atrás. Los principales grupos que atienden a la minería son comercio (29%), metalmecánica (22.6%), transporte (11.8%), consultorías y servicios (11.4%) y alquiler de maquinaria (10.5%). Según la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa, los proveedores locales de la minería aportan aproximadamente el 3% del PBI nacional¹⁴. Una potencial colaboración entre las cadenas de suministro de empresas mineras puede ayudar a asegurar los suministros en situaciones como la actual, situación que parece

¹³<https://gestion.pe/economia/empresas/minera-mmg-declara-fuerza-mayor-en-el-suministro-de-la-mina-las-bambas-noticia/?ref=ges>

¹⁴ <https://www.ipe.org.pe/portal/arequipa-con-y-sin-mineria/>

cobrar relevancia, especialmente en algunos países de la región como Brasil¹⁵. La pandemia ha mostrado las posibilidades de integración de las cadenas de suministro a nivel local por parte de las empresas mineras dado que empresas mineras a nivel global han aprovechado la oportunidad de trabajar con sus cadenas de suministros locales, por ejemplo en Australia¹⁶.

Para ello, se requiere que gobierno y gremio minero coordinen y diseñen estrategias orientadas a fortalecer de manera financiera y administrativa a las empresas locales como potenciales proveedores en la cadena de suministros especializados y reducir la fragilidad de la cadena en contextos adversos. Cabe hacer notar acá, que el informe de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible reconoce una oportunidad importante en la medida que existe la posibilidad de articularlos con la minería existente y desarrollar sus capacidades para expandir la presencia de proveedores peruanos en la minería de la región. Diversificar y profesionalizar la cadena de valor “hacia adelante y hacia atrás” es un reto importante considerando que a nivel regional, la mayor parte de los proveedores mineros están concentrados en Lima (81.5%), seguido de Arequipa (4.6%), La Libertad (2.6%), Ica (1.2%) y Cajamarca (1.2%)¹⁷.

Avances tecnológicos

A nivel global, la industria minera ha señalado que la pandemia acelerará la automatización e introducción de nuevas tecnologías en las operaciones mineras. En efecto, las compañías mineras están enfocadas en apostar por la tecnología para identificar oportunidades que permitan superar efectivamente las interrupciones en las operaciones por medidas sanitarias u de otro tipo.

A raíz de la pandemia, en la discusión internacional, se están priorizando la adquisición de soluciones mineras automatizadas, como los camiones de acarreo autónomos, los centros de operaciones remotas, las tecnologías de mantenimiento predictivo, software de planificación de minas, la detección de fatiga y la impresión 3D entre otras. Se espera que el mercado en línea acelere la digitalización de la industria minera y la transformación de los flujos de trabajo mineros, aumentando la capacidad de recuperación operativa.

¹⁵ Por ejemplo, en una entrevista reciente, Flávio Penido, presidente de Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) ha señalado que el sector minero en Brasil, a raíz de la pandemia, está en la labor de estrechar los lazos entre empresas mineras que operan en Brasil y proveedores de Sudamérica de una manera acelerada, incluyendo, proveedores del sector para Perú. Ver: <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/mineria-en-brasil-no-sabemos-si-el-proximo-tramo-es-cuesta-arriba-cuesta-abajo-o-igual>

¹⁶ <https://www.australianmining.com.au/features/is-covid-19-changing-mining-for-the-better/>

¹⁷ Datos obtenidos de Osinergmin (2018). Ver https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Mineria-Diciembre-2018-GPAE-OS.pdf

Esta aceleración tecnológica incluye a toda la cadena de valor minera y a todas las etapas de los proyectos mineros, desde la exploración hasta la extracción, el procesamiento y el comercio de mineral procesado. Según GlobalData, en una encuesta realizada en 2019 a 180 minas, la industria global ha realizado grandes avances en la digitalización e inversión hacia estas tecnologías. En todos los casos, al menos el 50% de las minas encuestadas habían realizado una inversión considerable. Además, cerca del 61% de las compañías mineras habían realizado una inversión considerable o habían implementado completamente los sistemas de comunicación minera, como redes privadas LTE o 5G¹⁸.

Franz Wentzel, socio de la consultora global en minería PwC Australia, enfatiza que la pandemia es una oportunidad para invertir en proyectos tecnológicos a pesar de las presiones económicas de la crisis. Entre los beneficios señalados para la industria se destaca señala que soluciones digitales ayudarían a administrar las operaciones de manera segura y eficiente en ubicaciones remotas¹⁹. Para ello, se requiere una mayor inversión en sistemas de comunicación para las minas que buscan extender los niveles de automatización o implementación de dispositivos IoT, impulsando el creciente uso de redes privadas LTE y 5G.

En el Perú, las empresas mineras no han sido ajenas a las tendencias globales. Por ejemplo, Minera Chinalco, opera los componentes principales de su mina Toromocho (Junín) desde sus oficinas en Surco (Lima) mediante una sala de control remoto que le permite “arrancar la planta, operarla, pararla y ver el estado de sus procesos”, siendo esta una herramienta crucial en el contexto actual²⁰. En esta misma línea, desde 2019, Hudbay está llevando a cabo su Plan de Minería Digital mediante la implementación una red privada digital LTE que le permitirá interconectar los diferentes sistemas de información²¹.

Incorporar e integrar estas nuevas tecnologías es importante para la competitividad del país, principalmente, aquellas tecnologías que reducen y minimizan riesgos ambientales e incrementan la productividad de los proyectos mineros, la sostenibilidad de la cadena de suministro y el desarrollo de una mano de obra futura más calificada digitalmente.

A partir de ello, es importante resaltar que las innovaciones tecnológicas y decisiones sobre alternativas productivas no operan en un vacío social, sino que se desarrollan en contextos sociales complejos. En especial, se afecta de manera directa al ámbito laboral, donde cabe esperar, por un lado, una menor demanda de empleo directo y mano de obra no calificada de las operaciones mineras automatizadas y de alta tecnología, como por ejemplo, conductores de camiones y máquinas industriales y

¹⁸ <https://www.globalminingreview.com/special-reports/29042020/tech-always-rising/>

¹⁹ <https://www.mining-technology.com/news/shell-ibm-partner-accelerate-digitalisation-mining/>

²⁰ <http://www.iimp.org.pe/actualidad/covid-19-pandemia-acelerara-la-transformacion-digital-de-la-mineria-en-el-peru>

²¹ <https://pressperu.com/hudbay-continua-su-trayecto-hacia-la-mineria-digital-con-la-implementacion-de-su-red-privada-lte/>

operarios de procesos productivos, posiciones que suelen ser satisfechas con mano de obra local²². Por otro lado, es importante visibilizar las alternativas que existen al generarse empleos de mayor valor que requieran de mayores capacidades técnicas, y al mismo tiempo, servicios locales de mayor valor.

Es claro que las nuevas tecnologías tendrán implicancias importantes en relaciones de las empresas mineras con las comunidades y territorios donde se establecen los proyectos mineros. Las empresas mineras demandarán mayor profesionalización y especialización de los trabajadores mineros en relación al manejo de artefactos digitales. Esto supone un reto y una oportunidad en el sector, considerando que, en la actualidad, parte importante de los trabajadores mineros especializados son foráneos de las regiones donde opera el proyecto o son trabajadores internacionales.

La tendencia global incentiva a la formación profesional debido a que se precisa de nuevas habilidades y conocimientos, de una fuerza laboral con nuevas habilidades y herramientas. Este punto ha sido reconocido en el informe de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible, señalando que se requiere de una conexión más continua y clara con la investigación en las universidades, muchas de las cuales disponen de recursos procedentes del canon que podrían ser usados, de manera estructurada y promovida por el Estado.

Un segundo punto importante refiere a incentivar la formación de clústeres productivos alrededor de las principales operaciones mineras del país donde el acceso a insumos en un ámbito geográfico más cercano podría ser el punto de partida para emprendimientos locales. La Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible considera necesario identificar y desarrollar las posibilidades de desarrollo de clúster y las potencialidades de las cadenas de valor, de los eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás, así como la generación de valor agregado a partir de la acumulación de conocimiento de los proyectos mineros y de toda la cadena de valor. Para ello, estos elementos deben articularse a un Plan de Desarrollo Territorial Sostenible e Integrado.

Competitividad social y ambiental en el sector minero

A nivel internacional, la sostenibilidad es el eje central del desarrollo para el sector. Por tanto, la industria y el Estado deberían considerar la oportunidad que se presenta en este momento de crisis para atender las causas que más restan a la competitividad del país, considerando que el Perú es el primer país de América Latina en el índice de potencial de mejores prácticas mineras en la encuesta Fraser de 2019. Aprovechar esta ventaja comparativa debería incentivar al Estado a trabajar con miras a mejorar las

²² <https://propuestaciudadana.org.pe/wp-content/uploads/2020/05/NIA-30-2020-MINER%C3%8DA-PANDEMIA-Y-REGULACI%C3%93N.-Oportunidades-de-cambio-en-el-sector-minero.pdf>

relaciones con las comunidades y la sociedad civil en aras de incrementar la competitividad del país.

Como nos recuerda el informe de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible, el sector minero es considerado como una de las actividades con mayor exposición a temas ambientales y sociales según el *ESG Sector Risk Atlas* elaborado por S&P Global Ratings. En este sentido, la competitividad del sector debería responder a las prioridades y expectativas de los inversionistas y otros grupos de interés (incluyendo organismos internacionales) que orientan a la industria minera hacia un enfoque de sostenibilidad social y ambiental²³.

¿Por dónde empezar? La industria minera global y los organismos internacionales abogan por un sector minero que aporte directamente al desarrollo sostenible y sea una actividad clave en las transiciones a economías verdes. En tal sentido, la actual pandemia es una oportunidad para debatir y reafirmar una minería sostenible y competitiva. Para ello, se podría partir de la “Visión Minera al 2030” propuesta por RIMAY y, en particular, el informe de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible. El diagnóstico sobre la situación actual de la minería en el país ciertamente identifica desafíos y oportunidades para un sector minero que sea palanca de desarrollo de territorios, debiendo estar articulados a la economía regional y nacional para posibilitar el cierre de brechas sociales.

Por tanto, es importante trasladar el debate sobre la sostenibilidad en propuestas de políticas públicas y normativas que se venían discutiendo previo a la pandemia como el canon minero, incentivar la exploración minera, la Ley General de Minería y los procedimientos para la certificación ambiental. Además se debiera fortalecer las instituciones y agencias estatales a cargo de estas funciones son importantes para la competitividad del sector, tal como lo indicó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en sus recomendaciones para el país²⁴.

En este sentido, el sector minero nacional enfrenta un escenario que, si bien es complejo, brinda una oportunidad importante con miras a orientar un desarrollo sostenible y competitivo con alto valor agregado a nivel global. En especial, atender las demandas y tendencias globales en el marco de la pandemia debe reconocer el rol de las nuevas tecnologías digitales como herramientas importantes para asegurar una cadena de valor y suministros sostenible, orientar a una exportación con valor agregado, reducir riesgos e impactos ambientales y fomentar una transición energética.

²³ Informe de la Comisión para el Desarrollo Minero Sostenible (2020, p.25).

²⁴ <https://www.oecd.org/countries/peru/evaluaciones-del-desempeno-ambiental-peru-2017-9789264289000-es.htm>

1.2. Contexto minero macro región sur

Contexto minero en el Sur del Perú

Gustavo Riesco Lind | Ronal Arela Bobadilla

Centro de Estudios en Economía y Empresa - Universidad Católica San Pablo

A lo largo de la historia, el ámbito geográfico conocido como “sur andino”, “región sur” o “macrorregión sur” ha variado notablemente, así como la importancia que ha tenido la actividad minera en la zona. En el presente documento, como sur del Perú se incluyen los seis departamentos integrantes de la llamada Mancomunidad Regional Macro Región Sur: Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna.

Históricamente, el sur ha estado vinculado a la actividad minera. En la época del Virreinato del Perú, el eje económico de la región fue el mercado creado en torno al centro minero de Potosí (Brown, 2019). Con la Independencia, la minería en el sur entra en decadencia (Jacobson, 2019). A lo largo del siglo XIX y durante la primera mitad del siglo XX, se observa una continuidad de inversiones de empresarios peruanos y europeos en pequeñas compañías mineras; sin embargo, en el sur del país no hubo una inversión comparable con la realizada por la compañía Cerro de Pasco Corporation en la región central del país (Condori, 2019).

La predominancia de la pequeña y mediana minería solo cambiaría a partir de 1954, con la explotación de los yacimientos de Toquepala por parte de Southern Peru Copper Corporation. Pocos años después, el golpe militar de 1968 puso fin al crecimiento de la inversión extranjera a gran escala, por lo menos hasta el proceso de privatización en la década de los años noventa (Seiner, 2019), que incluyó, entre otros, el proyecto minero Cerro Verde en Arequipa.

En la primera década del siglo XXI, la minería metálica se benefició con el alza del precio internacional de los metales, aunque también se acentuaron los conflictos socioambientales. Posteriormente, a partir del año 2010, la desaceleración de la economía china afectó el precio de los metales y la inversión minera en el Perú.

Para el año 2019, los productores cupríferos más grandes de Arequipa, Moquegua, Cusco y Tacna oficializaron la creación del Clúster Minero del Sur, iniciativa integrada por Anglo American Quellaveco, Hudbay Minerals, Southern Copper y Cerro Verde. El clúster espera seguir ampliándose a más empresas mineras y proveedores que brindan equipos,

tecnología y servicios mineros, para transformar a la región sur en un polo de innovación y emprendimiento aplicado a la minería, a través de un sector de proveedores mineros.

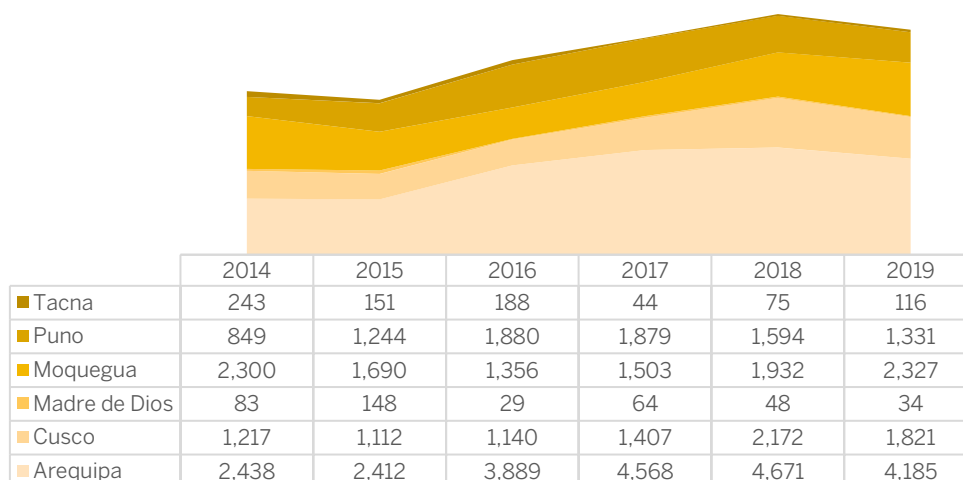
En el año 2020, la pandemia de COVID-19 y las medidas dispuestas para contenerla significaron una contracción de la economía, incluyendo el sector minero, sin precedentes en la historia reciente. En este contexto, el progresivo incremento de los precios de los metales y del comercio internacional sugiere que la actividad minera puede representar un papel preponderante en la recuperación económica del sur.

1. Producción y potencial

1.1. Producción

Desde el año 2015, se observa un incremento de las exportaciones mineras del sur, hasta el año 2018. En el 2019, el valor FOB de las exportaciones muestra una contracción en la mayoría de los departamentos del sur, con excepción de Moquegua y Tacna. Los principales minerales que se extraen en esta zona son cobre, plata, zinc, plomo, oro, estaño y molibdeno.

**Exportaciones mineras tradicionales según departamento, 2014-2019
(Valor FOB en millones de USD)**



Fuente: Sucursales regionales del BCRP

Cobre. Las principales regiones productoras de cobre en el sur del Perú son Arequipa, Cusco, Tacna y Moquegua, en ese orden. Madre de Dios no registra producción de cobre y la de Puno es sumamente baja, alcanzado su máxima producción en el año 2017 con 3.7 miles de toneladas.

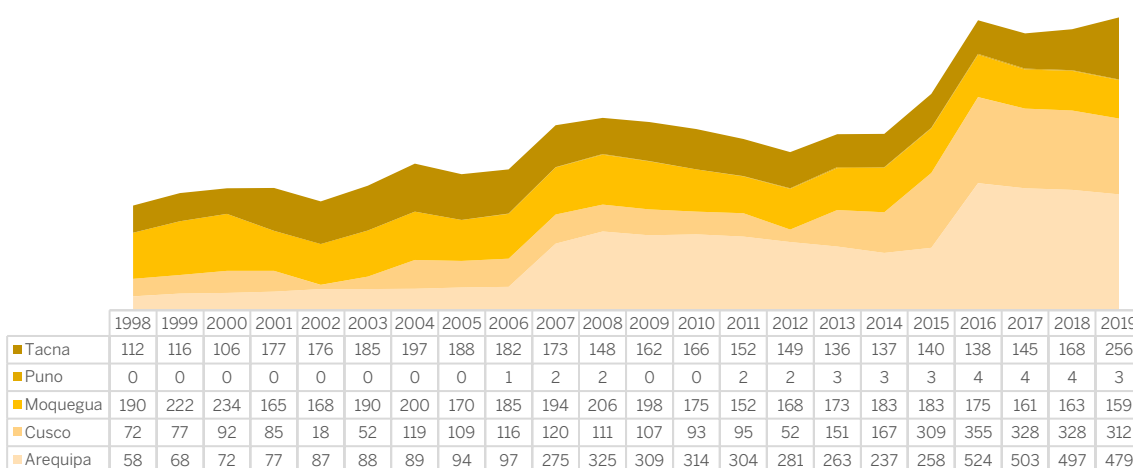
Arequipa es la principal región productora del sur del país. En las primeras dos décadas del siglo XXI, la producción cuprífera en Arequipa se ha mantenido relativamente estable, con excepción de dos incrementos importantes, uno en el año 2007 y otro en el 2016, ambos consecuencia de ampliaciones de la planta de producción de Cerro Verde. Para el año 2019, se registra una producción de 478.7 miles de toneladas.

En el caso de Cusco, se observa un incremento de 130% en la producción de cobre en el año 2004, elevándose a 118.5 miles de toneladas. En el 2012 se registra el nivel más bajo, con 51.9 miles de toneladas, aumentando a 151.2 miles de toneladas para el siguiente año, mientras que en el 2015 se registra un crecimiento significativo, llegándose a producir 309.4 miles de toneladas de cobre. Los incrementos en los niveles de producción obedecen principalmente a las operaciones de las empresas Compañía Minera Antapaccay S.A. y Hudbay Perú S.A.C.

Para Tacna, se registra una producción relativamente estable desde 1998 hasta el 2018; en el 2019 la producción se incrementó en 52.2%, a 255.8 miles de toneladas, debido a la plena operación del proyecto de Ampliación de Toquepala de la minera Southern Perú Copper Corporation.

En Moquegua se registra una producción relativamente estable en la última década, con una producción de 158.6 miles de toneladas en el año 2019. La principal empresa productora de cobre en Moquegua ha sido Southern Perú Copper Corporation con sus operaciones en la mina Cuajone. Asimismo, se encuentra en construcción la mina Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A.

Producción de cobre según departamento, 1998-2019 (Miles de toneladas)



Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería

Plata. Si bien la producción de plata en las regiones del sur peruano es inferior a la de otras regiones del país, la macrorregión sur no deja de tener una importante producción argentífera, especialmente en Arequipa, Cusco, Tacna y Moquegua.

Arequipa es la región que registra la mayor producción de plata en el sur del Perú, con un máximo de 511.3 toneladas en el año 2009. Sin embargo, en el año 2019, la drástica reducción de las actividades de la mina de Orcopampa (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.) llevó a una contracción de la producción regional a solo 148.1 toneladas.

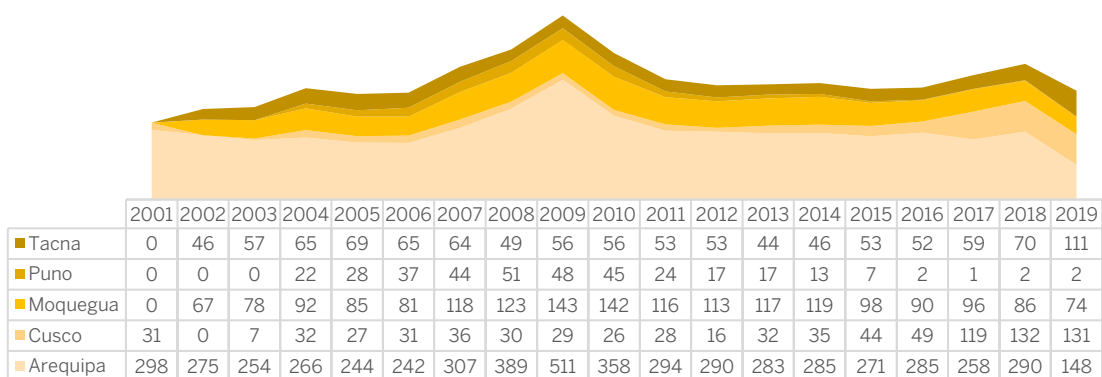
Cusco muestra un importante salto en la producción en el año 2017, con un incremento de 141.6%, para llegar a 118.6 toneladas. En el año 2019, Cusco registra una producción de 130.7 toneladas de plata.

Tacna registra una producción relativamente estable hasta el año 2019, en que se observa un incremento de 58.6% en la producción de plata, alcanzado los 110.6 toneladas.

En Moquegua se observa un incremento de 44.6% en la producción de plata en el año 2007, cuando alcanzó los 117.7 toneladas; en general, la región mantuvo niveles de producción similares o superiores hasta antes de 2015. En el año 2015, la producción se redujo a 98.1 toneladas y desde entonces no se ha recuperado. En 2019, la producción registrada es de 73.6 toneladas.

La región Puno alcanzó un máximo de producción en el 2008. A partir del 2009 la producción se redujo hasta llegar a 1.9 toneladas en el 2019.

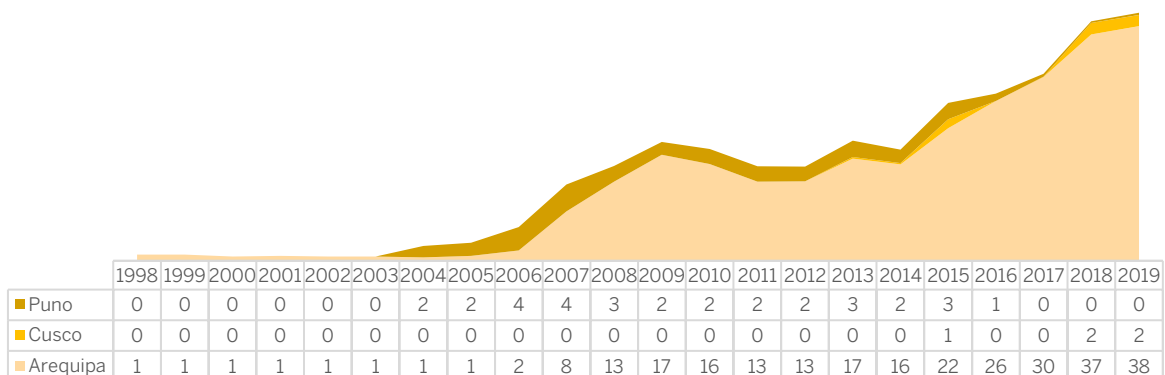
**Producción de plata según departamento, 2001-2019
(Toneladas)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería

Zinc. En el sur del Perú, la principal región productora es Arequipa, que en el 2019 registra 38.1 millones de toneladas de producción.

**Producción de zinc según departamento, 1998-2019
(Miles de toneladas)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería

Plomo. La producción de plomo es liderada por la región Arequipa, con una producción máxima de 26.1 millones de toneladas en el 2019. Mientras que Puno y Cusco registran una producción mucho menor, con 0.9 y 1.1 millones de toneladas respectivamente en el año 2019.

Oro. La mayor producción de oro en la macrorregión sur corresponde a Arequipa, Puno, Madre de Dios y Cusco. En el año 2019, Arequipa registra una producción de 18.8 toneladas; Puno, de 9.1 toneladas; Madre de Dios, de 7.1 toneladas; y Cusco, de 6.2 toneladas.

En Arequipa, la producción de oro se asocia con Minera Veta Dorada S.A.C., con operaciones en la planta de beneficio Veta Dorada, y Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. y sus minas Tambomayo y Orcopampa. En Puno, la producción de oro experimentó un crecimiento considerable en el 2016, aumentando su producción en 114.6% y alcanzando las 10.3 toneladas. Entre los productores principales se encuentran Cori Puno S.A.C., con la acumulación Qori Untuca, y Aruntani S.A.C., con la acumulación Andrés.

En la última década, Cusco muestra una tendencia creciente en la producción. La producción principal en el 2019 se asocia con la empresa minera Anabi S.A.C., con la

acumulación Anabi, y Compañía Minera Antapaccay S.A., con las operaciones en Antapaccay 1.

En Moquegua, la producción de oro ha venido decreciendo año a año, pasando de producir 5.7 toneladas en el año 2012, a 0.4 toneladas en el 2019. Las principales compañías en el 2019 fueron Southern Perú Copper Corporation, con la mina de Cuajone, y Aruntani S.A.C., con la acumulación Mariela.

Estaño. La región productora de estaño en el Perú es Puno, donde se ubica San Rafael (Minsur), la principal mina productora de estaño en Sudamérica. Desde el 2008, se registra una reducción en la producción, pasando de 39 millones de toneladas en aquel año a 19.9 millones de toneladas en el 2019.

Molibdeno. Las principales regiones productoras de molibdeno en el sur del Perú son Arequipa, Tacna y Moquegua.

Arequipa registra una tendencia creciente en la producción de molibdeno desde el año 2010, con un incremento considerable en el 2016, como consecuencia de la ampliación del proyecto Cerro Verde. La producción máxima registrada corresponde al año 2019, con una producción de 13.0 millones de toneladas.

Tacna registra 7.3 millones de toneladas en el año 2019. En esta región la principal empresa es Southern Perú Copper Corporation con la acumulación Toquepala 1.

En Moquegua, en el año 2019 se produjeron 3.3 millones de toneladas de molibdeno. La producción de molibdeno se explica principalmente por las operaciones de Southern Perú Copper Corporation con la mina de Cuajone.

Producción minera en el sur del Perú, 1998-2019

Mineral	Unidad	Región	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Cobre	Millones de toneladas	Arequipa	57.6	68.4	71.7	77.4	86.9	87.8	89.1	94.1	97.1	275.1	325.2	309.5	313.6	304.4	281.0	262.8	236.8	257.7	524.0	503.3	496.9	478.7	
		Cusco	72.5	76.8	91.7	85.2	18.2	51.6	118.5	109.4	115.6	119.5	110.8	107.2	93.0	95.3	51.9	151.2	167.2	309.4	354.8	328.3	327.6	311.5	
		Moquegua	190.4	221.9	233.6	165.1	168.1	189.8	199.9	169.5	184.6	194.2	206.4	197.8	174.6	152.1	167.7	172.8	183.1	183.1	174.9	161.1	162.8	158.6	
		Puno									1.0	1.8	2.3	0.4	0.0	2.1	2.2	2.9	3.1	2.9	3.7	3.9	3.5	3.3	
		Tacna	111.9	116.3	105.6	176.8	176.2	184.8	197.5	188.1	182.3	172.6	148.3	162.0	166.4	152.2	149.4	136.1	136.9	139.9	137.9	145.0	168.0	255.8	
Estaño				37.4	38.2	38.8	40.2	41.6	42.1	38.5	39.0	39.0	37.5	33.8	28.9	26.1	23.7	23.1	19.5	18.8	17.8	18.6	19.9		
Molibdeno		Arequipa										0.4	1.5	0.9	3.5	4.8	4.0	5.8	4.7	3.3	9.6	12.5	12.6	13.0	
		Cusco																			0.2	0.5	0.9	1.3	
		Moquegua				4.3	3.9	4.9	4.7	5.3	3.5	3.8	4.4	5.3	5.3	2.8	2.9	3.1	4.0	4.4	3.9	3.7	3.1	3.3	
		Tacna				4.1	4.0	4.2	6.0	5.3	5.8	6.2	4.7	3.6	4.8	5.4	4.5	4.7	6.1	7.9	6.3	4.2	4.2	7.3	
Plomo		Arequipa	0.6	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.8	0.8	1.0	4.8	8.8	13.8	12.5	10.1	9.6	10.8	9.0	13.5	18.4	20.1	22.1	26.1	
		Cusco													0.0	0.0	0.2	0.2	1.0	0.0	0.0	1.2	1.1		
		Puno						1.5	1.6	2.4	3.1	1.9	2.1	2.2	1.8	1.7	1.6	1.5	2.7	1.3	1.6	0.4	0.9		
Zinc		Arequipa	1.0	1.0	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.8	1.7	8.0	12.9	17.2	15.7	12.9	12.9	16.6	15.6	21.5	26.0	29.9	36.8	38.1	
		Cusco													0.0	0.0	0.2	0.3	1.5	0.0	0.0	1.9	1.8		
		Puno						1.9	2.1	3.8	4.4	2.5	2.0	2.4	2.5	2.4	2.6	2.2	2.6	1.2	0.5	0.3	0.4		
Oro		Toneladas	Arequipa				14.9	16.5	16.5	17.3	18.5	16.7	17.6	16.1	17.0	17.5	17.4	16.6	12.6	14.1	13.7	16.8	21.9	22.0	18.8
			Cusco				1.2	0.0	0.1	0.9	1.0	1.3	1.2	1.1	1.2	2.4	3.3	2.5	3.7	2.5	3.9	3.6	4.9	5.9	6.2
			Madre de Dios				10.8	12.5	12.9	14.8	16.3	15.9	16.5	16.8	17.3	19.1	22.6	12.3	16.1	8.0	12.7	17.6	12.8	10.2	7.1
			Moquegua					1.8	3.4	4.1	6.6	5.9	5.3	4.8	5.5	6.6	6.3	5.7	5.1	3.6	1.6	0.9	0.6	0.5	0.4
			Puno				3.3	2.9	0.0	0.1	0.1	0.8	2.1	3.3	3.3	2.8	3.0	3.9	4.5	5.0	4.8	10.3	10.7	10.1	9.1
Tacna							0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	3.4	3.8	3.4	3.2	3.3	3.4	
Plata			Arequipa				297.9	274.6	253.9	265.8	243.6	242.3	306.8	389.1	511.3	357.9	293.6	290.0	283.4	285.2	271.0	285.5	257.9	289.9	148.1
			Cusco				31.2	0.4	7.0	31.6	26.7	31.2	35.9	30.0	29.1	25.8	27.6	16.4	32.0	34.8	43.9	49.1	118.6	132.0	130.7
			Moquegua					67.1	78.4	92.2	84.6	81.4	117.7	122.7	143.0	142.2	116.3	113.3	116.6	118.6	98.1	90.3	95.8	86.1	73.6
	Puno							21.5	27.5	37.2	43.7	50.9	48.1	45.2	24.4	16.7	16.5	13.0	6.5	2.5	1.4	1.8	1.9		
	Tacna						45.7	56.7	64.6	69.4	64.8	63.7	49.5	55.6	56.0	53.1	52.6	43.7	46.4	53.4	52.0	58.8	70.3	110.6	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería

1.2. Reservas

Cobre. En el sur del Perú, las mayores reservas de cobre se concentran en Moquegua con reservas por 23.3 millones de toneladas métricas de contenido fino (TMF), seguida por Arequipa con reservas por 15.4 millones de TMF, Tacna con reservas por 12.9 millones de TMF, Cusco con 4.1 millones de TMF y Puno con 0.03 millones de TMF, según datos del 2018.

Reservas según mineral y región, 2018 (Millones de TMF)

REGIÓN	Cobre	Oro	Plata
Arequipa	15	138	2
Cusco	4	104	3
Madre de Dios	-	16	-
Moquegua	23	0	-
Puno	0	170	8
Tacna	13	17	0
Total	56	446	13

Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería.

Oro. Las reservas de oro en el sur del Perú se concentran en Puno, Arequipa y Cusco. Según datos del 2018, Puno registra reservas por 170 toneladas; Arequipa, por 138 toneladas, y Cusco, por 104 toneladas.

Plata. Las mayores reservas de plata en el sur del Perú se concentran en Puno, Cusco y Arequipa. Según datos del 2018, Puno concentra 7.9 miles de toneladas en reservas; Cusco, 3.4 miles de toneladas, y Arequipa, 1.8 miles de toneladas.

2. Inversiones

Todas las regiones del sur del Perú registran inversiones en minería en el año 2019. La región que registró la mayor inversión en el 2019 fue Moquegua con 1,481.7 millones de USD, seguida de Arequipa con 410.8 millones, Tacna con 272.4 millones, Cusco con 218.6 millones y Puno con 174.5 millones. Madre de Dios alcanzó los 21.3 millones de USD.

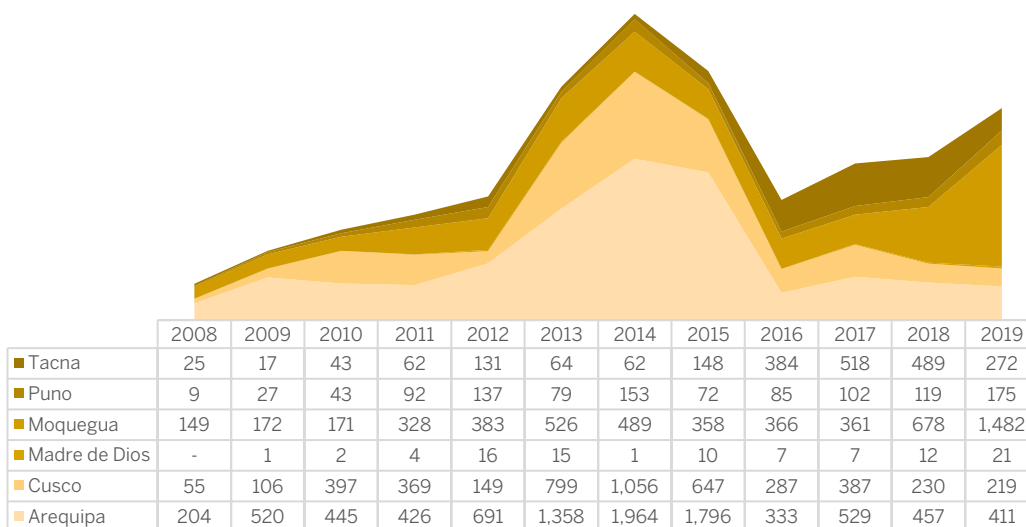
En el caso de Moquegua, el flujo de inversión minera en el 2019 representa un incremento de 119% respecto al año 2018 y de 311% respecto al 2017, debido a la construcción del proyecto de Anglo American Quellaveco S.A.

Otra región que registra un incremento en el flujo de inversión en minería en el 2019 es Puno, con un crecimiento de 47% respecto al año anterior, con un flujo de 175 millones de USD, debido a la ampliación de infraestructura para la producción.

Por su parte, Tacna experimenta en el 2019 una reducción en la inversión minera, con una variación de -44.4% respecto al año 2018.

En el caso de Arequipa, si bien se ubica en segundo lugar en cuanto a flujos de inversión en minería en el año 2019, los flujos se han venido reduciendo en los últimos años. La mayor inversión en la última década se registró en el 2014, con 1,964.4 millones de USD, con la ampliación del proyecto Cerro Verde.

**Inversión en minería según departamento, 2008-2019
(Millones de USD)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Minería

Cartera de proyectos de construcción de minas en el sur del Perú

Región	Puesta en marcha	Proyecto	Operador	Producto principal	Etapas de avance	Inversión global en millones de USD
Puno	2019	Relaves B2 San Rafael	Minsur S.A.	Estaño	Construcción	209
Moquegua	2022	Quellaveco	Anglo American Quellaveco S.A.	Cobre	Construcción	5,300
Cusco	2022	Integración Coroccohuayco	Compañía Minera Antapaccay S.A.	Cobre	Factibilidad	590
Puno	2023	Corani	Bear Creek Mining S.A.C.	Plata	Ingeniería de Detalle	585
Moquegua	2023	San Gabriel (Ex Chucapaca)	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Oro	Pre-Factibilidad	431
Arequipa	2024	Pampa Pongo	Jimzhao Mining Perú S.A.	Hierro	Ingeniería de detalle	2,200
Arequipa	2024	Zafranal	Compañía Minera Zafranal S.A.C.	Cobre	Factibilidad	1,157
Cusco	Pendiente	AZOD (Accha y Yanque)	Exploraciones Collasuyo S.A.C.	Zinc	Pre-Factibilidad	346
Arequipa	Pendiente	Don Javier	Junefield Group S.A.	Cobre	Pre-Factibilidad	600
Moquegua	Pendiente	Los Calatos	Minera Hampton Perú S.A.C.	Cobre	Pre-Factibilidad	655
Puno	Pendiente	Macusani	Macusani Yellowcake S.A.C.	Litio	Pre-Factibilidad	800
Puno	Pendiente	Ollachea	Minera Kuri Kullu S.A.	Oro	Factibilidad	165
Cusco	Pendiente	Quechua	Compañía Minera Quechua S.A.	Cobre	Factibilidad	1,290
Arequipa	Pendiente	Tía María	Southern Perú Copper Corporation, sucursal del Perú	Cobre	Ingeniería de detalle	1,000
TOTAL (14 PROYECTOS)						15,328

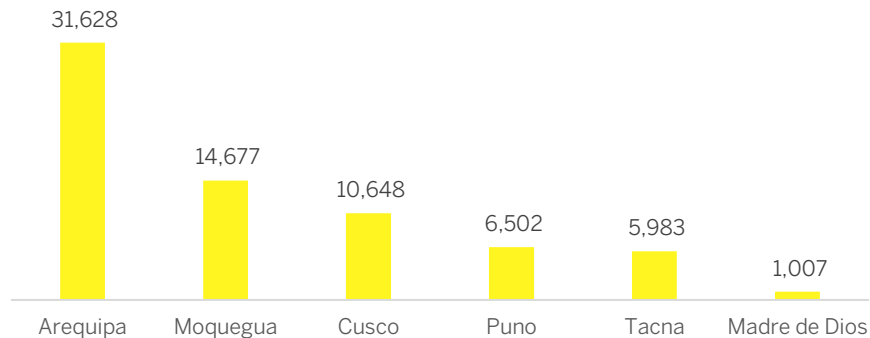
Fuente: Cartera de Proyectos de Construcción de Minas, octubre 2019. Ministerio de Energía y Minas

3. Impacto

3.1. Empleo directo

El número de trabajadores directamente empleado en minería es liderado por la región Arequipa, como consecuencia de la magnitud de los proyectos ejecutados en la región. En segundo lugar, se ubica Moquegua, seguida por Cusco, Puno, Tacna y Madre de Dios.

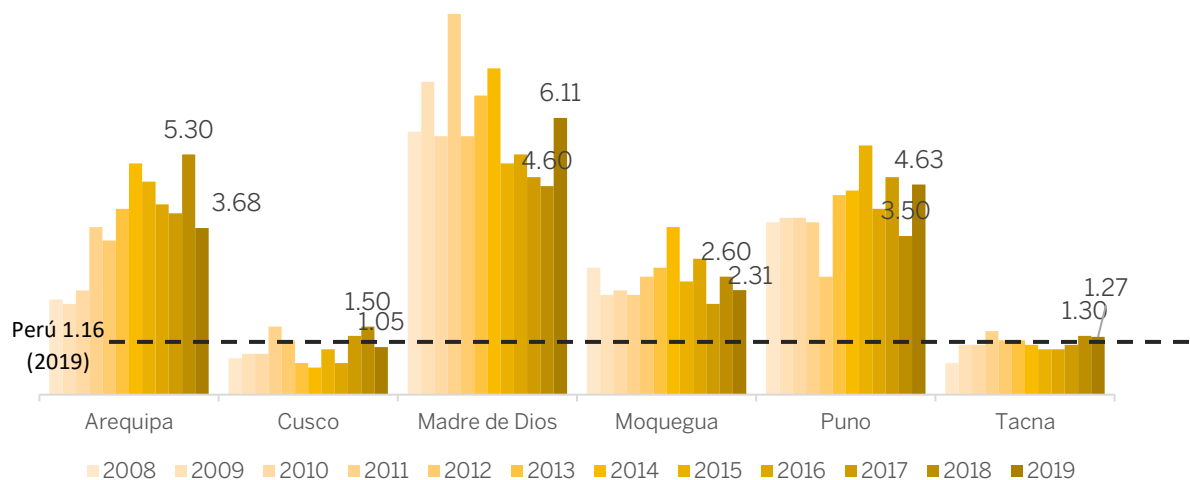
Empleo directo en minería en el sur del Perú, según región, 2019 (Personas)



Datos preliminares.
Fuente: Ministerio de Energía y Minas 2010-2018. Declaración Anual Consolidada (DAC) 2019: Declaración Estadística Mensual (ESTAMIN)

El porcentaje de la población económicamente activa ocupada (PEAO) en minería varía entre las regiones del sur. Según estimaciones a partir de los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) 2019, la región con la mayor proporción de la PEAO en minería es Madre de Dios, con 6.1%; le siguen Arequipa (3.7%), Puno (4.6%), Moquegua (2.3%), Tacna (1.3%) y Cusco (1.1%).

PEA ocupada en minería según región, 2008-2018 (Participación % en la PEAO regional)



Fuente: Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (SIRTOD), ENAHO 2008-2019

3.2. Empleo indirecto

El Instituto Peruano de Economía (IPE) utiliza las tablas de insumo-producto de 2012 para estimar que por cada puesto de trabajo directo en minería se generan 6.25 empleos adicionales: 1 puesto de forma indirecta, 3.25 por el efecto inducido en el consumo y 2 por el efecto inducido en la inversión.

Sur: Empleo directo, indirecto, efecto consumo y efecto inversión de la minería, 2019

Región	Empleo directo	Empleo indirecto	Efecto consumo	Efecto inversión	TOTAL
Arequipa	31,628	31,628	102,791	205,582	340,001
Cusco	10,648	10,648	34,606	69,212	114,466
Madre de Dios	1,007	1,007	3,273	6,546	10,825
Moquegua	14,677	14,677	47,700	95,401	157,778
Puno	6,502	6,502	21,132	42,263	69,897
Tacna	5,983	5,983	19,445	38,890	64,317
TOTAL	70,445	70,445	228,946	457,893	757,284

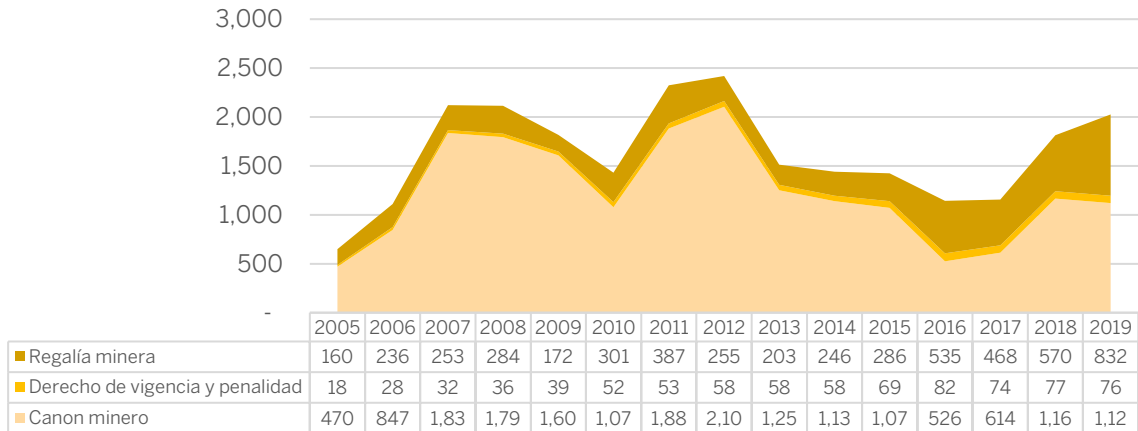
Fuente: Elaboración propia basada en las estimaciones del IPE

3.3. Transferencias

Las transferencias anuales por canon minero en el sur del Perú muestran una gran variabilidad en la última década. Para el 2019, las transferencias por concepto de canon minero alcanzaron los 1,120 millones de soles.

Por su parte, las regalías mineras se han venido incrementando desde el año 2014, hasta alcanzar los 832 millones de soles en el 2019.

**Transferencias mineras en el sur del Perú, según
tipo de transferencia, 2005-2019
(Millones de soles)**



Nota: Comprende Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna.
Fuente: Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (SIRTOD)

En el 2019, el mayor monto de las transferencias por canon minero corresponde a la región Arequipa, seguida por Cusco y Tacna. Las transferencias por derecho de vigencia y penalidad también registraron su máximo valor en el 2019 en la región Arequipa, alcanzando los 30.8 millones de soles; le siguieron Puno y Cusco con un monto cercano a 13 millones de soles. Por su parte, las regalías mineras registradas en Arequipa fueron ampliamente mayores a las de las otras regiones, alcanzando los 560.3 millones de soles en el año 2019, mientras que la región Cusco llegó a 126.8 millones y Tacna a 66.9 millones de soles.

Referencias Bibliográficas:

- Brown, Kendall (2019). Economía del sur peruano colonial. En: Martín Monsalve, Historia económica del sur peruano, BCRP-IEP.
- Jacobson, Nils (2019). Ciclos cambiantes de materias primas, internacionalización limitada y productividad restringida: la economía del sur peruano, 1821-1932. En: Martín Monsalve, Historia económica del sur peruano, BCRP-IEP.
- Condori, Víctor (2019). Minería regional en el sur peruano, siglo XIX. En: Martín Monsalve, Historia económica del sur peruano, BCRP-IEP.
- Seiner, Lizardo (2019). Desarrollo de la minería en la región sur durante el siglo XX. En: Martín Monsalve, Historia económica del sur peruano, BCRP-IEP.
- Ministerio de Energía y minas (2020). Anuario Minero 2019. Perú.
- Instituto Peruano de Economía (2017). El valor agregado de la minería en el Perú. Instituto de Estudios Energético Mineros: Lima.

Transferencias mineras según región y tipo, 2005-2019
(Millones de soles)

Región	Indicador	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Arequipa	Canon minero	56.5	71.2	157.5	457.5	530.8	347.5	662.6	781.6	445.8	383.2	356.8	22.0	258.6	531.8	409.6
	Derecho de vigencia y penalidad	7.2	9.9	11.3	11.8	13.2	17.2	18.4	18.9	21.2	20.8	25.9	31.5	27.7	29.0	30.8
	Regalía minera	7.8	10.8	15.2	32.4	37.7	47.8	62.3	34.0	28.5	62.1	71.0	346.1	242.2	293.1	560.3
Cusco	Canon minero	18.6	67.2	272.9	242.4	135.3	103.6	170.1	357.2	35.0	100.9	137.1	49.0	81.3	211.6	228.0
	Derecho de vigencia y penalidad	4.1	5.4	6.5	8.3	8.3	7.6	9.7	10.9	12.4	12.0	13.6	16.9	12.3	13.6	13.1
	Regalía minera						19.4	40.0	28.3	21.3	38.0	91.0	108.1	127.2	154.5	126.8
Madre de Dios	Canon minero	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	1.7	0.8	0.1	0.6	0.9	1.5	1.5
	Derecho de vigencia y penalidad	0.7	1.2	1.4	1.5	1.8	1.9	2.1	2.3	3.4	3.7	5.5	6.5	5.6	4.7	4.6
	Regalía minera															
Moquegua	Canon minero	148.5	270.6	487.2	211.4	385.6	245.5	392.5	325.4	297.5	249.4	233.5	189.4	87.4	162.3	194.0
	Derecho de vigencia y penalidad	1.7	3.3	3.6	3.9	5.2	5.9	5.0	7.1	6.1	5.1	4.2	5.4	6.7	6.2	7.4
	Regalía minera	65.2	100.2	95.3	104.6	55.3	93.9	102.6	88.8	58.6	49.2	50.2	31.0	35.2	48.5	55.9
Puno	Canon minero	95.2	117.5	144.3	172.5	247.7	181.6	307.2	304.3	218.5	177.5	136.9	87.2	91.4	91.8	67.6
	Derecho de vigencia y penalidad	3.6	5.7	6.8	7.0	7.3	14.3	13.5	13.7	10.5	11.0	13.6	15.3	15.1	16.1	13.5
	Regalía minera	26.2	25.7	36.7	62.4	38.5	64.9	76.7	59.1	46.6	49.0	26.8	19.7	30.1	26.2	21.8
Tacna	Canon minero	151.1	320.5	773.3	711.6	307.2	199.2	350.1	336.5	251.9	226.8	205.7	177.7	94.7	166.7	219.0
	Derecho de vigencia y penalidad	1.3	2.7	2.4	3.1	3.2	4.8	4.1	4.8	4.4	5.2	6.0	6.7	6.7	7.1	6.8
	Regalía minera	60.9	99.6	106.1	84.7	40.8	74.8	105.8	45.2	48.2	47.2	47.4	30.4	33.1	48.2	66.9

Fuente: Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (SIRTOD)

1.3. Tecnología en la minería en el contexto de Covid-19

Tecnología en la minería en el contexto de COVID-19

Tulio Antonio Antezano Inga

Universidad de Ingeniería y Tecnológica - UTEC

A raíz de la dispersión del contagio del virus denominado COVID-19 en todo el mundo, las operaciones mineras no quedaron exentas del efecto pandémico de este virus. Al respecto varias empresas mineras de envergadura iniciaron la implementación de protocolos para prevenir el contagio, identificando a tiempo a los trabajadores asintomáticos infectados para su aislamiento inmediato.

Para implementar tecnologías que ayuden en reducir el riesgo de contagio, presentamos dos grupos de propuestas. La primera para implementar a corto plazo medidas para evitar el contagio y la segunda para reducir la población de trabajadores en mina y posicionarlos en lugares fuera de la operación. Esta última es para efectivizarla a mediano plazo.

Propuestas para evitar el contagio

- Sistema para seguimiento del distanciamiento social efectivo de los trabajadores desde un centro de monitoreo a distancia
- Sistema de control de temperatura corporal a distancia
- Implementar sistema de climatización automática de ambientes de dormitorios y comedores. En el caso de dormitorios asegurar una velocidad de flujo de ventilación y extracción de aire ambiental, en función del número de personas por ambiente. Sistema monitoreado las 24 horas del día
- Establecer el trabajo a distancia para personal de supervisión de las actividades de perforación, voladura, carga y transporte desde módulos existentes en la mina

Propuestas para reducir la población de trabajadores en mina y posicionarlo fuera de la operación

- Trabajo remoto desde ciudades capital para trabajadores, de planeamiento e ingeniería, control de operaciones, administrativos y gerencias cuya presencia en mina es requerida ocasionalmente

- Implementación del modelo digital o “Digital Twin” para la gestión de mantenimiento de equipos de mina y de planta, gestionado desde Lima. Objetivo reducir personal de esta área en mina
- Introducir el transporte de materiales de extracción a gran distancia utilizando fajas transportadoras, especialmente del material estéril en las minas a tajo abierto. Objetivo reducción de personal de operadores de equipos

Propuestas para evitar el contagio

Detalles de las iniciativas:

1. Sistema de seguimiento del distanciamiento social efectivo de los trabajadores.

Esta propuesta consiste en la creación de una APP similar al elaborado por el gobierno denominado “Perú en tus manos”. Se utilizan los teléfonos móviles como medio para controlar el distanciamiento social entre los trabajadores.

Para el caso del control del Covid 19 se puede crear un sistema similar con diferentes algoritmos. La idea es crear una APP para uso exclusivo en las minas que reporte cuando un trabajador se acerca a otro sin respetar la distancia establecida. Para esto es necesario que cada trabajador porte un teléfono móvil el cual será registrado para ser monitoreado en un centro de control. Utilizará el GPS y el Bluetooth del teléfono como agentes emisores de información. Esta APP identificará a los trabajadores que incumplan la medida. Faltaría verificar la resolución del GPS para evitar inexactitudes en las mediciones de la distancia.

2. Sistema de control de temperatura corporal a distancia.

Una tarea que se considera importante en la contención del contagio del virus, es identificar a tiempo a aquellos trabajadores que manifiestan los primeros síntomas cuando ya están laborando en la operación. Lo tradicional es acudir a una posta médica y efectuar un triaje de evaluación de los síntomas.

La propuesta nuestra es equipar a los trabajadores con una camiseta (underwear) que lleva un sensor de temperatura corporal y que puede reportar esa lectura. La fiebre superior a 38° C durante las primeras 24 horas de manifestación continua ha sido considerada como un indicador fiable para detectar la presencia del virus en una persona.

La empresa Mitsufuji, una empresa japonesa textil especializada en fabricar ropa inteligente (Smart clothes), ofrece una camiseta que ellos denomina "Mitsufuji data-collecting shirt". La camiseta recopila una serie de datos biométricos sobre su usuario, incluida la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal, junto con factores ambientales relevantes, como la humedad, la temperatura y otros. Luego, la camiseta envía información a los supervisores a través de la plataforma Worker Insights, desarrollada por IBM-Watson IoT. La totalidad de trabajadores podrán ser monitoreados sin la necesidad de llevar equipo especializado engorroso. Más información se puede obtener en las web pages; <http://www.hamon.tech/en/>, <https://www.ibm.com/case-studies/mitsufuji-watson-iot-maximo-worker-insights>

3. Implementar sistemas de climatización en ambientes donde concurren en grupos los trabajadores. Comedores y dormitorios.

Los sistemas de climatización de ambientes cerrados, hoy ya no solo suministra confort, si no también puede alimentar de ventilación fresca, filtrada e higienizada a instalaciones donde se reúne el personal para tomar sus alimentos o para descansar. Uno de los factores de contagio es compartir el espacio ambiental en estos lugares sin ventilación adecuada. Está siendo difundida noticias, respecto a la permanencia en el aire ambiental de micro-partículas de sustancias que exhalan o expulsan personas infectadas, asintomáticas, en este caso el virus. Esta ha sido calificada con la causa del contagio en mercados, supermercados, bancos y otros donde acuden muchas personas. La propuesta resalta la posibilidad de generar una renovación del aire ambiental de forma continua en ambientes cerrados.

4. Establecer el trabajo a distancia en la misma locación de la mina para supervisores.

Afortunadamente en nuestras minas de superficie, existen oficinas localizadas en lugares estratégicos para la operación. En esas facilidades los supervisores pueden ejercer su labor, instalando dispositivo de comunicación de voz, video, mail, registro de data operativa en tiempo real. Esto es ya una realidad y la propuesta es ampliar estos servicios para operar equipos a distancia en la línea de mira, por ejemplo, perforadoras, equipos de demolición y otros de operación estacionaria o movimiento limitado. La empresa Epiroc ha introducido al mercado una plataforma móvil que se puede transportar hasta una zona segura donde un operador puede operar simultáneamente hasta 3 equipos de perforación para pre-corte, actividad que se efectúa muy cerca de las paredes de un banco. Esta modalidad denominada tele-operación se puede extender a otros

equipos previo estudio. El objetivo en el fondo es limitar la presencia de personal en el área operativa.

Propuestas para reducir la población de trabajadores en mina

Detalles de las iniciativas:

1. Trabajo remoto desde ciudades capital (Lima, por ejemplo).

Esta modalidad se sugiere para el personal del departamento de planeamiento e ingeniería, control de operaciones (sistema dispatch) administrativos de una empresa minera, que ocasionalmente podrían visitar la operación por motivo justificado. En estas áreas laboran, profesionales y técnicos de diversas especialidades. Se requiere inversión para instalar en la capital una oficina con ambientes independizados en base a la función que cumplen, acatando las normas de higienización y protección contra el contagio.

Existe un tema de tiempo para trasladar los servidores, hardware, software y de comunicación de voz, data y video ya instalados en mina o duplicar aquellos para su funcionamiento en la capital. Estas herramientas son de uso corriente en este tipo de trabajo. Debe asegurarse la disponibilidad de una conectividad segura y eficaz con los diferentes sistemas de control de producción, mantenimiento, servicios de agua, energía, logística, administración, recursos humanos, comercialización y otros de acuerdo al layout organizacional de una mina.

Se estima que con trabajo remoto se podrían trasladar a la capital entre 40 a 60% de los trabajadores de las áreas mencionadas y dependiendo del éxito de este cambio, quedar como un estándar de trabajo a futuro en las minas de gran envergadura.

2. Implementación del modelo digital o “Digital Twin” para la gestión de mantenimiento.

Una de las áreas que es vital para contar con equipos en buena condición operativa es el de mantenimiento. Esta labor implica continuo seguimiento a toda la flota de equipos mediante un sistema de gestión para optimizar los trabajos preventivos, correctivos y de reparaciones. Últimos desarrollos sobre mantenimiento se están introduciendo a las minas de mayor producción. El modelo digital de gestión, denominado “Digital Twin” o “Gemelo Digital” posibilita dividir el personal de esta área en trabajo en oficinas y otros en campo. El modelo

digital se basa en implementar en los equipos una serie de sensores para monitorear el funcionamiento de los principales componentes de un equipo, generando abundante información que se registra y que sirve para hacer un análisis predictivo y alertar de posibles fallas para dar solución antes que el equipo paralice. El personal que opera este sistema puede estar localizado en la capital y solo el personal de campo permanecer en mina. Se estima que entre personal de planeamiento y monitoreo de flota sumen un número entre 30 a 40 personas que pueden hacer esta labor desde la capital. Es importante mencionar que esta transformación del área pueda ser ejecutada por etapas por el monto de inversión que demanda

3. Introducir sistemas de transporte continuo de materiales para reducir población de camiones mineros y por consecuencia el número de trabajadores en la operación.

Una característica común de muchas operaciones a tajo abierto es el tamaño de la flota de camiones. Esta población llega a casi 100 unidades por ejemplo en Antamina. La cantidad de operadores conductores para este centenar de equipos es de 400 trabajadores, divididos en 3 titulares y un suplente por cada camión. La propuesta es reducir la población de estos vehículos hasta donde sea posible, reemplazando por sistemas de transporte por fajas transportadoras con accionamiento eléctrico evitando el consumo de combustible fósil que contamina el ambiente. Las fajas otorgan un menor costo por tonelada transportado. Sin embargo, la inversión en este sistema denominado IPCC (In Pit Crushing and Conveying) es alto porque incluye además de las fajas, la incorporación de una chancadora primaria semi-móvil a ser instalada dentro del tajo. Este equipo va a uniformizar el tamaño de los fragmentos de material que será transportado por las fajas. Se estima que este sistema de transporte puede reducir el número de trabajadores en un 50% o más.

1.4. Marco regulatorio en la minería en el contexto de Covid-19

Conceptos para la Regulación de la Actividad Minera ante la Pandemia

Alfredo Dammert L.

Maestría de Economía, Regulación y Gestión Minera - PUCP

La actividad minera no ha escapado de los problemas de contagio del Coronavirus o Covid-19. Un gran número de trabajadores mineros se ha contagiado con el virus y como consecuencia, varias operaciones mineras han debido cesar sus operaciones. Según MINEM, al 9 de julio de 2017 los contagios de coronavirus en el sector minero ascendieron a casi 3.000 trabajadores, cerca del 2% de los que habían vuelto a trabajar (Reuters, Itareuters.com). Por lo tanto surgen dos grandes interrogantes:

- Cuáles son las medidas que deben tomar el estado, las empresas y los trabajadores con el fin de evitar este contagio, y
- Qué acciones se deben tomar para atender al personal contagiado.

Antes de responder a estos temas es conveniente presentar un resumen de la normativa actual respecto a la Seguridad y Salud en el Trabajo en el sector minero.

Normativa y Situación sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo

Según OSINERGMIN, “la regulación es una forma de intervención pública...orientada a seguir un marco de acción que restringe, influye o condiciona el actuar de los agentes económicos. La regulación social y económica son dos formas de intervención. La primera se efectúa en aquellos sectores cuyas actividades podrían afectar la salud, el bienestar, y la seguridad de los agentes económicos ...” (OSINERGMIN, La Industria de la Minería en el Perú (2017), Lima-Perú).

De acuerdo con lo mencionado, el estado peruano ha establecido tres instituciones encargadas con implementar la regulación social:

- OSINERGMIN, cuya función es supervisar el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas con respecto aspectos de seguridad de infraestructura y gestión de seguridad

- SUNAFIL, cuya función es supervisar y fiscalizar en materia de seguridad y salud en el trabajo. El ámbito de aplicación es: (a) los accidentes de trabajo, sus causas y la responsabilidad de las partes, así como la obligación de estas últimas de crear las condiciones para evitarlos, y (b) las enfermedades contraídas como resultado a la exposición de factores de riesgo relacionadas al trabajo.
- OEFA, cuya función es supervisar y fiscalizar en materia ambiental.

Respecto al tema bajo estudio existe una relación entre la labor de OSINERGMIN y de SUNAFIL, en el sentido de que la seguridad y estado de la infraestructura influye en los accidentes de trabajo y en la salud de los trabajadores. Sin embargo, aquí se tratará sobre temas organizacionales y funciones de SUNAFIL por ser los más relevantes. En principio, esta institución debería ser la encargada de llevar a cabo las acciones propuestas. Sin embargo, ello requeriría un reforzamiento de dicha institución (en este artículo no se analizan las acciones necesarias para el mismo).

Funciones de SUNAFIL

De acuerdo a la Ley 30222, y al DS 006-2014-TR SUNAFIL tiene como funciones:

- Supervisar el cumplimiento de la normativa sociolaboral
- Aprobar las políticas institucionales en materia de inspección del trabajo
- Formular y proponer normativa
- Vigilar y exigir el cumplimiento de las normas y reglamentos en el orden sociolaboral
- Imponer sanciones por incumplimiento
- Fomentar y brindar apoyo para promover las normas socio-laborales
- Brindar asistencia técnica
- Ejecutar la facultad de sanción coactiva
- Vigilar y exigir el cumplimiento de las normas
- Suscribir convenios de gestión con los gobiernos regionales
- Otras

La Pandemia en el Sector Minero

Durante los primeros meses de la pandemia, desde Marzo 2020, el Gobierno, ordenó la paralización de las actividades mineras. Recién a partir de Junio 2020, autorizó la reapertura de operaciones.

Como consecuencia de la reapertura, los trabajadores mineros se vieron afectados por el virus en muchas unidades del sector. Así tenemos reportes de coronavirus en al

menos 9 empresas de la Gran y Mediana Minería al 15 de mayo de 2020 (Cooperación.org.pe).

Dadas las características del virus, en las unidades afectadas éste se expandió afectando a todos los trabajadores del mismo grupo de trabajo. Como consecuencia las actividades de dichas unidades debieron paralizarse.

Si bien, la normativa existente obliga a las empresas a tomar ciertas acciones, esta es general sin que existan normas específicas que establezcan la organización y acciones a tomar para prevenir el contagio y en casos de infección tomar las medidas para reducir y minimizar su impacto.

Por razones de espacio, este artículo presenta algunas reflexiones sobre aspectos a considerar por el gobierno, las empresas mineras y los trabajadores.

Medidas. Las medidas a tomar deberán estar alineadas con las disposiciones generales, pero adaptadas al modus operandi de la actividad minera. Las principales sería: (a) asegurar que los trabajadores no estén contagiados a través de un análisis periódico de los mismos, (b) comprobar que los lugares donde se reúnen los trabajadores y sus familiares (centro de trabajo y campamentos) estén libres del virus o que aquellos contagiados en los campamentos estén aislados del resto, (c) obligar a las empresas a que cuenten con el equipo de detección necesario y suficiente tanto en el lugar de trabajo como en los campamentos, (d) establecer protocolos de pruebas para trabajadores y visitantes externos al centro de trabajo y los campamentos, (e) capacitar al personal de las empresas para implementar las medidas necesarias, (f) establecer que las empresas cuenten con los centros médicos necesarios para atender a los contagiados incluyendo sus familiares en los campamentos, (g) dar charlas periódicas sobre como provenir los contagios a los trabajadores y sus familiares, (h) establecer obligatoriedad de la empresa para reportar situaciones de contagio a las autoridades (SUNAFIL), y (i) dar normas sobre paralización de actividades y sanciones para empresas que incumplen las medidas.

Organización. Se necesita establecer la organización para asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas. Conjuntamente, se debe realizar un diagnóstico situacional con objeto de entender la magnitud del problema actual y proyecciones. Así mismo, se debe realizar un diagnóstico sobre la capacidad de las autoridades a cargo (SUNAFIL y las regiones, entre otros) y asegurar su efectividad y eficiencia, incluyendo recomendaciones y asistencia técnica.

Responsabilidad de las Partes. El gobierno tiene la responsabilidad de implementar un mecanismo para evitar que la pandemia se extienda. Las empresas tienen la obligación de tomar las medidas necesarias para evitar el contagio y atender a los enfermos. Los trabajadores están obligados a cumplir la normativa y protocolos.

Ámbito de Aplicación de las Obligaciones. A diferencia de otras acciones de seguridad, dadas las características de las infecciones, la normativa debe asegurar que se eviten los contagios. Esto es posible si: (a) las acciones para prevenir el contagio se aplican no sólo al centro de trabajo, sino también a los campamentos de manera integral; y (b) se desarrollan normas para inspeccionar la salud de los que ingresan fuera del centro de trabajo y del campamento.

Asistencia Técnica. Dada la dimensión y complejidad de las medidas a tomar es conveniente que el gobierno contrate asistencia técnica especializada. Se ha podido apreciar que medidas tomadas por grupos ad-hoc han estado llenas de problemas que además han llevado a marchas y contramarchas con resultados negativos.

Supervisión y Seguimiento. Se debe desarrollar e implementar un sistema de supervisión y seguimiento para este tema, separado de los sistemas para otras actividades. Ello se justifica por la magnitud y severidad del problema.

Paralizaciones y Sanciones. Es también necesario establecer un sistema que determine cuando se necesitan paralizar las operaciones, así como de sanciones a imponer por incumplimiento para todas las partes.

Reflexiones Finales

Este artículo presenta una propuesta de trabajo sobre aspectos regulatorios a tener en cuenta para prevenir y/o reducir la pandemia del coronavirus en el sector minero. Intenta contribuir con reflexiones sobre el tipo de acciones a tomar para ello, así como la organización que se requeriría para implementarlas. Si bien es una propuesta tentativa, considera que de no considerarse los temas que aquí se incluyen no se logrará con éxito controlar la pandemia en el sector. También propone el establecimiento de un marco especial incluyendo aspectos normativos y organizacionales, así como los recursos financieros y la asistencia especializada para su eficaz cumplimiento. Como ya se ha experimentado con las medidas tomadas a la fecha, así como con otros casos, el tomar medidas puntuales, sin un análisis y un programa integral, ha dado resultados poco exitosos y hasta contraproducentes.



2 | CONFORMACIÓN DE LA INICIATIVA

CONFORMACIÓN DE LA INICIATIVA

El domingo 15 de marzo de 2020 el Presidente de la República promulgó el Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19. Las medidas establecidas por el gobierno para enfrentar la emergencia sanitaria en el país significaron la paralización de la actividad económica a nivel nacional, incluyendo la actividad minera.

Este hecho sin precedentes trajo en el sector minero y el sector de proveedores de la minería una gran incertidumbre. Linkminers no fue ajeno a esta situación, de esta manera, dentro de su rol articulador, asumió de manera proactiva la tarea de convocar a las distintas instituciones vinculadas a la minería, a la academia, a la empresa privada y a entidades del estado. Juntos Podemos por la Minería nació con la intención de articular a todos estos actores para lograr identificar tecnología que permita viabilizar a la minería en este nuevo contexto de pandemia.

Durante el mes abril se sumaron las diversas instituciones que fueron parte de esta iniciativa. El Clúster Minero de Sur del Perú - CMSP fue la primera organización que se sumó, en conjunto con sus aliados: El Banco de Desarrollo de América Latina – CAF y la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa - CCIA; y las empresas mineras Anglo American, Cerro Verde, Hudbay Perú y Southern Perú. El Hub de Innovación Minera del Perú participó en conjunto con sus empresas mineras aliadas: Buenaventura, Gold Fields y Nexa. MMG Las Bambas y MINSUR también se incluyeron de manera independiente en la iniciativa. La Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía – SNMPE y El Banco Interamericano de Desarrollo – BID (en conjunto BID Lab) también respondieron a la convocatoria. Por parte del estado se sumaron el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de la Producción y COFIDE. Por parte de la academia, se incluyeron al Centro de Estudios Sobre Minería y Sostenibilidad – CEMS de la Universidad del Pacífico; a la Maestría de Regulación, Gestión y Economía Minera de la PUCP; la Universidad de Ingeniería y Tecnología y la Universidad Católica de San Pablo, quienes tuvieron un rol muy activo en la elaboración del presente informe.



La iniciativa fue diseñada en base a cuatro ejes de desafíos operacionales estratégicos: (1) Higienización de COVID-19, (2) Prevenir Riesgo de Ingreso de COVID-19, (3) Telepresencia y (4) Detección y Atención Médica de Personal en Mina por COVID-19.

En base a estos ejes, se lanzó una convocatoria a proveedores del mundo para que envíen sus propuestas conceptuales de solución a través de la plataforma digital de Linkminers. La iniciativa se dividió en tres etapas: Postulación, Preselección y Selección. Para la evaluación de las propuestas de solución, se conformó un comité de evaluación compuesto por representantes de las instituciones y empresas aliadas a la iniciativa.



La etapa de postulación inició el 04 de mayo y estuvo activa hasta el 25 de mayo. Durante este periodo se recibieron **161 soluciones** de diversas partes del mundo, las cuales fueron calificadas por el comité de evaluación. **21 soluciones** fueron preseleccionadas por el comité para realizar una presentación bajo la metodología de “pitch” en un Demo Day Virtual. De esta manera, cuatro Demo Days fueron realizados.

Uno por cada eje de desafío operacional. El Clúster Minero del Sur del Perú organizó los Demo Days para los desafíos de Higienización de COVID-19 y Telepresencia. El Hub de Innovación Minera del Perú organizó los de Prevenir Riesgo de Ingreso de Covid-19 y Detección y Atención Médica de Personal en Mina.

Finalmente, cuatro soluciones fueron seleccionadas, una por cada eje de desafío operacional estratégico. Estas soluciones fueron presentadas en una edición especial de “Conexión Minera”, programa de Linkminers, transmitido por LinkedIn a toda la comunidad minera.



An aerial, grayscale photograph of a large-scale open-pit mine. The mine's terraced levels and steep, rocky walls are clearly visible. A dirt road winds through the lower right portion of the site, with a few small vehicles on it. At the bottom of the image, a black banner with rounded corners contains the text '3 | EJES OPERACIONALES' in white, bold, sans-serif font. A vertical yellow bar is positioned to the left of the number '3'.

3 | EJES OPERACIONALES

3.1. Tecnologías encontradas

Soluciones Recibidas

A través de la plataforma digital de Linkminers, se recibieron **161 propuestas de solución** de empresas de diversas partes del mundo, para atender los 4 desafíos estratégicos operacionales planteados en la iniciativa: Higienización de COVID-19 (HC), Telepresencia (TP), Prevención de riesgo de ingreso de COVID-19 a la operación minera (PV) y Detección, monitoreo y atención de personal en mina por COVID-19 (DM). La metodología de convocatoria utilizada se basó en principios de innovación abierta, lo cual promueve la apertura a distintos tipos de enfoques de solución y tecnologías provenientes de diversos sectores.



Dada la naturaleza de los desafíos, el **70%** de las propuestas recibidas se basan en **tecnologías digitales**. Para catalogar estas tecnologías tomamos como referencia al marco conceptual propuesto por la Iniciativa de Transformación Digital del Foro Económico Mundial²⁶, el cual define 4 temas digitales, dentro de los cuales incluye 10 iniciativas digitales.

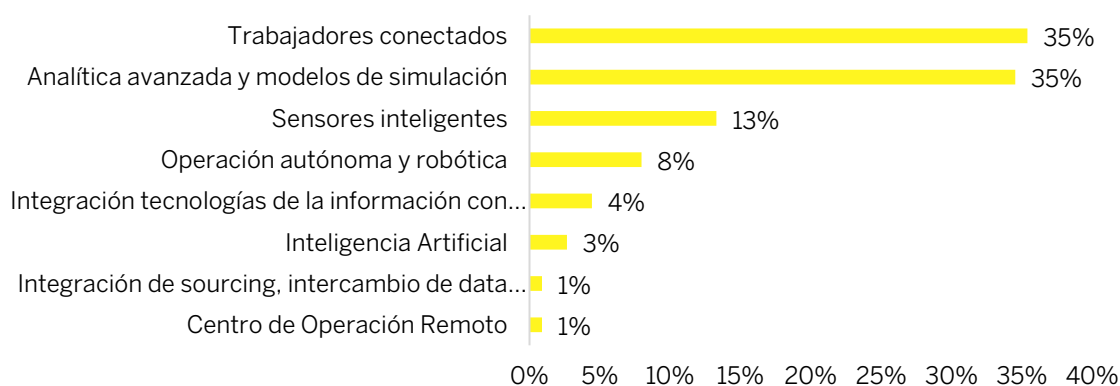
²⁶ Digital Transformation Initiative, Mining and Metals Industry. World Economic Forum. 2017. <http://bit.ly/2QUb8yX>

Iniciativa Tecnológica Digital	Tema Digital
Analítica avanzada y modelos de simulación	Analítica y soporte para la toma de decisiones
Inteligencia artificial	Analítica y soporte para la toma de decisiones
Sensores inteligentes	Automatización, robótica y hardware operacional
Operación autónoma y robótica	Automatización, robótica y hardware operacional
Impresión 3D	Automatización, robótica y hardware operacional
Integración de sourcing, intercambio de data y comercio	Empresa, plataformas y ecosistema integrado
Ciberseguridad	Empresa, plataformas y ecosistema integrado
Integración tecnologías de la información con tecnologías de la operación	Empresa, plataformas y ecosistema integrado
Trabajadores conectados	Mano de obra empoderada digitalmente
Centro de operación remoto	Mano de obra empoderada digitalmente

Fuente: World Economic Forum

Las **iniciativas tecnológicas digitales** recibidas por la iniciativa estuvieron enfocadas en conectar a los trabajadores con la mina (35%) y en implementar procesos de analítica avanzada que permitieran integrar la data para tomar mejores decisiones (35%). Cabe resaltar que fue natural encontrar una gran cantidad de tecnologías de telepresencia debido a que uno de los ejes de la iniciativa buscó específicamente ese tipo de soluciones. Así mismo, se logró identificar una importante cantidad de soluciones que proponen el uso de sensores inteligentes para detectar el COVID-19 (13%). La utilización de la robótica y la automatización estuvo más enfocada en acciones de higienización (8%).

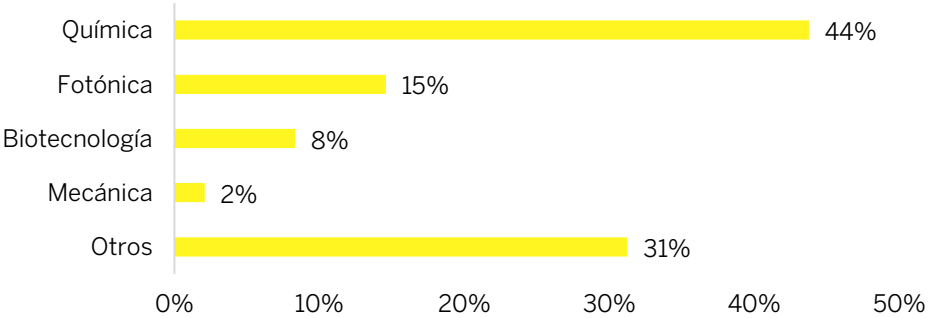
Iniciativas Digitales JPPM



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el **30%** de las propuestas recibidas por la iniciativa **no contaron con un componente digital**. Dentro de estas iniciativas no digitales, se identificaron tecnologías con base en la química (44%), en la fotónica (15%) y en la biotecnología, especialmente para la higienización y detección del COVID-19.

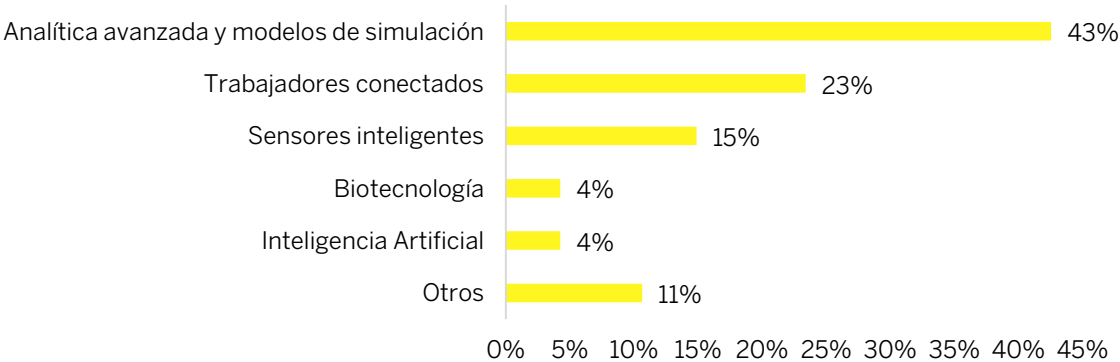
Iniciativas no Digitales JPPM



Fuente: Elaboración propia

En el eje de **“Detección, monitoreo y atención de personal en mina por COVID-19”**, fueron recibidas 47 iniciativas, de las cuales, el 85% tuvieron un componente digital. El 43% de las iniciativas recibidas estaban enfocadas en brindar soluciones de analítica avanzada y modelos de simulación. Las plataformas digitales que integran la data obtenida para detectar el virus y monitorear su avance fueron una de las principales propuestas. En segundo lugar, contar con trabajadores conectados (23%) empoderándolos con herramientas para realizar un adecuado monitoreo.

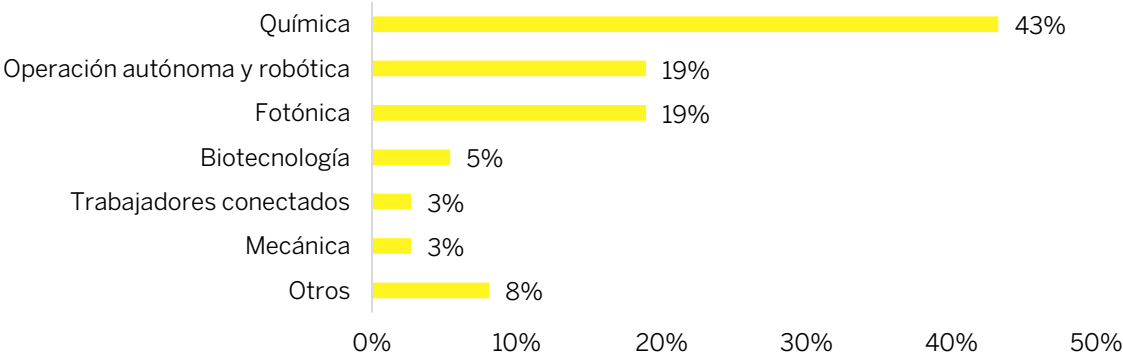
Iniciativas Tecnológicas JPPM Eje Detección y Monitoreo



Fuente: Elaboración propia

En el eje de **“Higienización de COVID-19”** se recibieron 37 propuestas de solución. El 78% no contaron con un componente digital, lo cual fue un comportamiento muy particular de las soluciones recibidas en este eje. Las tecnologías identificadas en las iniciativas estaban vinculadas a mecanismos de limpieza que utilizaban componentes químicos (43%) adecuados para asegurar una desinfección adecuada, de manera eficiente, sin afectar la salud de las personas. Se evidenció propuestas innovadoras en el campo de la fotónica (19%) y la biotecnología (5%). Como iniciativas digitales, se destacó las propuestas de robótica (19%) como medio para realizar las labores de higienización sin el uso de humanos.

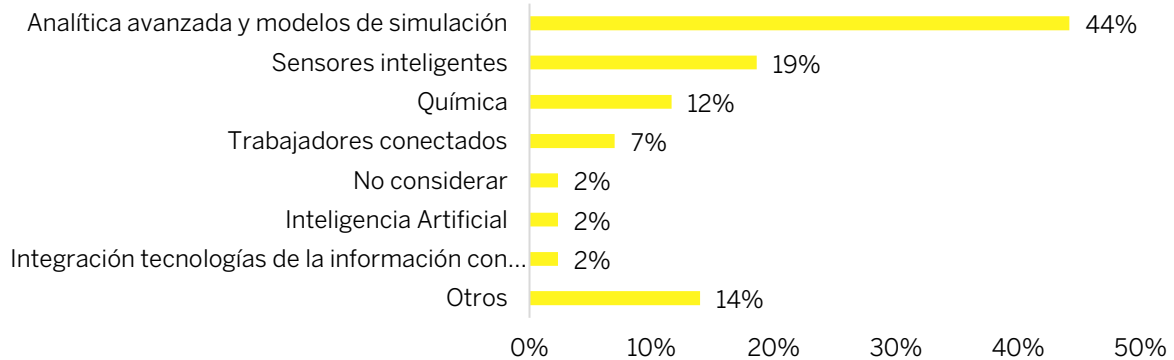
Iniciativas Tecnológicas JPPM Eje Higienización



Fuente: Elaboración propia

En el eje de **“Prevención de riesgo de ingreso de COVID-19”** en la operación minera fueron identificadas 43 iniciativas, de las cuales el 74% tuvieron el componente digital. Las iniciativas de analítica avanzada (44%) fueron la principal tecnología propuesta en este eje. Las plataformas digitales para la gestión de riesgos de ingreso de COVID-19, utilizando diversas fuentes de información, fueron un claro ejemplo de esto. En este eje resaltó también el planteamiento para la utilización de sensores inteligentes (19%) que detecten la presencia del virus en puntos estratégicos.

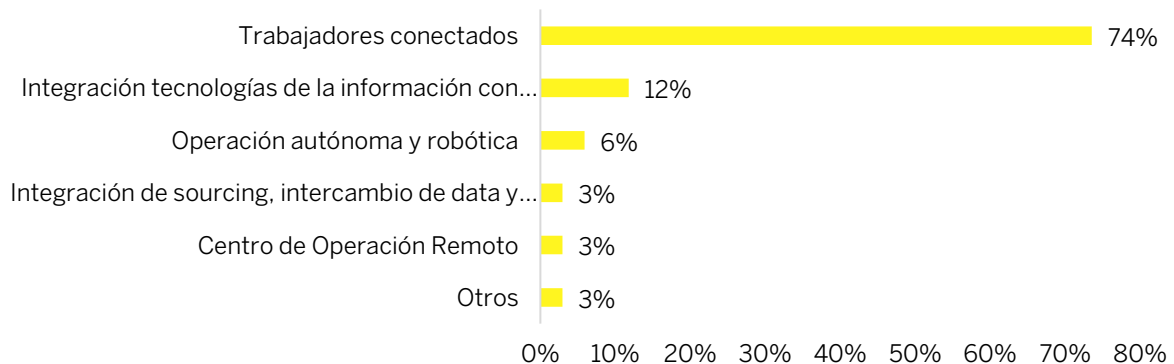
Iniciativas Tecnológicas JPPM Eje Prevención de Ingreso



Fuente: Elaboración propia

El eje de “**Telepresencia**” recibió 34 propuestas de iniciativa tecnológica, de las cuales el 97% fueron digitales. Debido a la naturaleza del desafío, el 74% de las tecnologías identificadas estaban relacionadas con trabajadores conectados. Se recibieron diversas propuestas donde los trabajadores serían empoderados para realizar tareas de manera remota y así promover el distanciamiento social o para atender casos de COVID-19 de manera remota. El 12% de las iniciativas recibidas buscaron integrar a las tecnologías de la operación (equipos de mina o de planta) con tecnologías de la información, para reducir la presencia de humanos en la operación. Lo interesante de este grupo de tecnologías es que no solo se limita al contexto de COVID-19, debido al potencial que tienen para mejorar la eficiencia en la operación.

Iniciativas Tecnológicas JPPM Eje Telepresencia



Fuente: Elaboración propia

3.2. Soluciones recibidas en el eje: Higienización de Covid-19

SOLUCIÓN SELECCIONADA:

Empresa: Ligabue Perú

Contacto: wilson.barbosa@ligabue.it

Título de la solución: Limpieza y desinfección que no daña a las personas ni al medio ambiente.



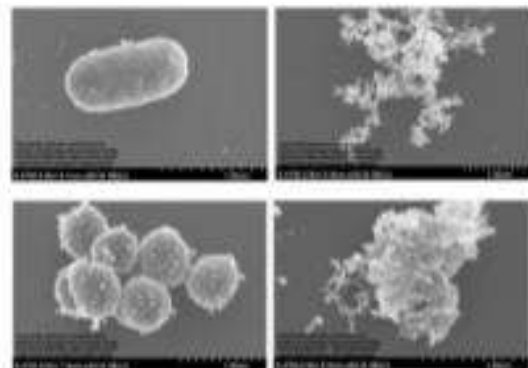
El ozono(O₃) es un poderoso desinfectante natural que funciona de manera similar al cloro mediante oxidación destruyendo directamente la pared celular del microorganismo.

La solución ofrece la producción (in-situ) de Ozono acuoso con nano tecnología para limpieza, sanidad y desinfección.

El ozono acuoso es una solución a base de agua con nano burbujas de ozono, que al unirse se convierten en una solución altamente efectiva y poderosa que ofrece los siguientes atributos:

- Elimina hasta 99.99% de virus, bacterias, hongos y levaduras.
- Es 50% más potente que la lejía.
- Actúa 3.5 veces más rápido que la lejía.
- No es tóxico y es 100% ecológico.

La capacidad de limpieza que tiene el ozono es bastante considerable, ya que permite desinfectar, desodorizar, y limpiar a profundidad el aire y las superficies, además es totalmente seguro. Sus propiedades no presentan ningún tipo de toxicidad en sus usos, por ende, se puede utilizar en zonas delicadas.



SOLUCIONES FINALISTAS:

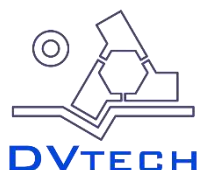


Empresa: Americorp Group

Contacto: w.romero@americorpsac.com

Título de la solución: Desinfección en interior de buses y vehículos con ozono.

Los equipos portátiles de desinfección de ozono con procedimientos adecuados, tienen alto poder de desinfección en ambientes cerrados. Empresa que suministra generadores de ozono para desinfección de buses, oficinas, salas de reuniones, comedores, edificios, etc.



Empresa: DV Tech

Contacto: nrivasg@dvtech.cl

Título de la solución: Robot Sanitizador UV.

Equipo robótico diseñado para realizar de manera completamente autónoma la sanitización de espacios. Cuenta con aplicación de luz ultravioleta (UV-C) que es capaz de atravesar las paredes celulares bacterianas, virales y esporas bacterianas, dañando su sistema reproductivo y evitando así su reproducción.



Empresa: Innovaxxion

Contacto: aldo.labra@innovaxxion.com

Título de la solución: Nanosafer y Nanotape: Biocida de nanopartículas para superficies.

NanoSafer es un biocida de prolongado efecto, compuesto de una base acuosa, excipientes que fijan las nanopartículas a las fibras, y nanopartículas de Oxido de Cobre y de Dióxido de Titanio, las que lo hacen foto reactivo y duplican su capacidad germicida.



Empresa: Joslin

Contacto: msequeiros@joslinperu.com

Título de la solución: Robot de desinfección de espacios con rociador y rayos UV -C a control remoto.

La solución consiste en un robot controlado remotamente lo que permitirá reducir el riesgo de exposición del personal de limpieza frente al virus.

El robot cuenta con un rociador y emisores UV-C, asegurando la desinfección en lugares de difícil acceso.

OTRAS SOLUCIONES PRESENTADAS:

PERÚ

Empresa	Contacto	Título de la Solución
4HELIX LABS	cuellar.ff@gmail.com	Robot móvil de monitoreo y desinfección remota en espacios amplios.
BIOMARINO	jsorianina@gmail.com	Lavamanos automático portátil - semi autónomo - con energía solar.
CEYESA	bchoque@ceyesa.com.pe	Tecnologías UVC para continuidad operativa en Minería – Higienización del Covid.
Conticorp	mesparza@conticorp.pe	Generación de desinfectante portátil, en base a electrólisis de agua y sal.
Dronautica	hola@dronautica.pe	Dron híbrido especializado en desinfección de áreas y equipos.
Engie Services Perú	fabiola.briceno@engie.com	Desinfección automatizada de espacios amplios outdoor mediante Drones.
		Desinfección terrestre para amplios espacios.
Gaion Electronic	bolivarvilcaedwin@gmail.com	Uso de radiación no invasiva UV para higienizar ambientes.
GM&CE	elvisgutierrez@gmyce.com	Sistema de Desinfección con Ozono OZTECH.
HANFLOW	wilson.fuentes@hanflow.com	Arcos de desinfección para vehículos y personas.
Minfluid Perú	roger.minaya@minfluidperu.com	Germinicida con lámpara de desinfección UV.
		Equipos para la pulverización de desinfectante con niebla fina.
Netafim Perú	cristian.miguel@netafim.com	Desinfección de espacios exteriores con cañones nebulizadores y túneles.
Piedrasjuntas	oscar.ubillo@piedrasjuntas.com	Producto sanitizante de larga duración a base de amonio cuaternario y nanopartíc.
Proyectos JyT electricis	jackdenegri@gmail.com	Desinfección de superficies y epps, mediante sistema de radiación UVC.
qAIRa	hola@qairadrones.com	Lockers automáticos que irradian UVC para la desinfección de herramientas y EPPs.
Sanitech Solutions (Deutsche Pharma)	francisco.silva@silvacons.com	99 T desinfecta superficies, ambientes internos y unidades de personal y carga.
Scontrol Ingeniería	jalban@scontrol.pe	Distanciamiento social para la limpieza de escombros.
Techbrand Perú	Fernando.figueroa@tbp.com.pe	Maquina dispensadora de mascarillas e insumos de sanitización contra el Covid 19.
VISIONLINUX	info@visionlinux.com	RFIDwash - Sistema desinfectante con control de acceso automatizado.

CHILE

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Open World	cmadrid@openworldlatam.com	Kit de protección personal e higienización para la industria minera.
The Mining Technology Group	projects@t-mtg.com	Sistema sanitizador sector interior mina.
TRES60	fvasquez@tres60.cl	Sanitización de Aire Acondicionado y cabina en CAEX.

ARGENTINA

Empresa	Contacto	Título de la Solución
LUMI	santiago@lumi-uv.com.ar	Lumi, sistema de desinfección por UV Germicida.
RUF	jessica.nieto@ruf-desarrollos.com.ar	Columna higienizaste.

MÉXICO

Empresa	Contacto	Título de la Solución
MEXROLL	edna.ibarra@mexroll.com.mx	Controles de temperatura, cabinas desinfectantes, y grupos operacionales.

USA

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Nebtec LLC	cch@nebtec.us	Atmosphere generación de neblinas desinfectantes con certificación EPA SARS CoV2.

3.3. Soluciones recibidas en el eje: Prevenir Riesgo de Ingreso COVID-19

SOLUCIÓN SELECCIONADA:

Empresa: Zyght Soluciones en Minería SpA

Contacto: ana.espinosa@zyght.com

Título de la solución: ZYGHT® HSE Technology – Covid-19.



Tecnología: ZYGHT® (App móvil - Software web – Power BI Embedded)

La solución considera un set de herramientas digitales integradas que se hace cargo de los principales puntos de interacción humana. Según protocolos vigentes y las buenas prácticas internacionales en el control del contagio, se recomienda la aplicación de test para aislar rápidamente a los sospechosos y así disminuir la exposición de personas sanas al agente. Con el Autotest completado bajo el formato de Declaración Jurada, se establece un primer control para el cumplimiento de estas recomendaciones, incluyendo la data correspondiente para una eficiente gestión de dotación y trazabilidad diaria.

La solución tiene la facilidad de integrarse a cámaras de video y/o sensores con Inteligencia Artificial y tecnologías de Machine Learning para el control, tanto del personal como de los ambientes, garantizando el cumplimiento de protocolos vigentes.

Los datos son analizados mediante técnicas estadísticas, analíticas y son visualizados en tableros de control (Dashboards) y emisión de alertas.

ZYGHT es partner oficial de Microsoft, donde la tecnología Cloud es ofrecida en Microsoft Azure y Office 365. Además cuenta con API propietaria para la integración con ERP.

La App móvil funciona con y sin acceso a internet.



SOLUCIONES FINALISTAS:



Empresa: MDP Consulting

Contacto: Victoria.meza@mdp.com.pe

Título de la solución: Smart Security Office (SSO): Triaje, Identifai, Monitoreo, Prevención y Gestión.

Solución que permite realizar el triaje constante de los colaboradores, evitar contacto con los sistemas de acceso, detectar proactivamente la presencia de fiebre en, controlar las interacciones y cercanía entre colaboradores. Identifica el nivel de riesgo de contagio gestionando de manera íntegra los datos.



Empresa: MiningTag

Contacto: h Moran@miningtag.com

Título de la solución: MT Guardia - Prevención del Contagio.

Solución que permite conocer la temperatura corporal y realizar seguimiento de la localización de las personas, mediante reportes de las interacciones entre ellas. Además traza posibles contagios para garantizar la continuidad operacional. Cada persona debe portar su respectivo TAG.

Empresa: Wirakocha

Contacto: wirakochabot@gmail.com

Título de la solución: Distanciamiento social automático y asistencia remota.

Seguimiento automático de la posición de las personas mediante sensores en formato de fotocheck que se deberá usar por cada persona que ingrese a la mina. Cuenta con alarmas de incumplimiento de la distancia y acceso a la información de todos los contactos y lugares que estuvo alguien, en caso de contagio.



Empresa: Simbiosys Software

Contacto: p4ch1n@simbiosysonline.com

Título de la solución: Sistema minero para contención del Covid-19.

Solución que integra diferentes tecnologías: uso de Smartwatch y aplicativo móvil para realizar el seguimiento de síntomas y red de contacto del personal en mina. Uso de cámaras infrarrojas con capacidad de detección de temperatura y mediante inteligencia artificial detectar las personas que están utilizando mascarilla en tiempo real.



Empresa: The Mining Technology Group

Contacto: projects@t-mtg.com

Título de la solución: Sistema de identificación temprana de síntomas.

Seguimiento continuo por dispositivo de control de parámetros biométricos (temperatura corporal, ritmo cardíaco, saturación de oxígeno y presión arterial). Se emite señales ante cualquier alteración. Así mismo la solución brinda apoyo y acceso a las aplicaciones de monitoreo a la familia del trabajador para brindar bienestar integral.



OTRAS SOLUCIONES PRESENTADAS:

PERÚ

Empresa	Contacto	Título de la Solución
BIOMARINO	jsorianina@gmail.com	Lavamanos automático portátil semi autónomo con energía solar y/o convencional.
Brimatech Solutions	grover.ramirez@brimatechsolutions.com	Kaizen: Control inteligente del Uso de EPPs/Mascarillas/Distanciamiento Social.
BUREAU VERITAS	delonis.flores@gmail.com	"Plan integral COVID - Cero"- Algoritmo matemático de prevención.
CavernaLab	luis.ramirez@cavernalab.com	Rastreo de colaboradores con tecnología beacon.
Communications and Systems Development	jneira@communications.com.pe	Cabina de desinfección para ingreso a mina.
Conticorp	mesparza@conticorp.pe	Prueba rápida innovita con registro sanitario peruano y servicio clínico on site.
Contructions Industries Global 3CCS	waltercasquino@global3ccs.com	Monitorización, detección e identificación riesgos COVID-19 con IA-SMART-RPA.
Cosmotec Perú	gerencia@cosmotecperu.pe	"WAYRA" cabina inflable para desinfección de personal Covid-19.
Delko Industrial	Jorge-soto@delkoindustrial.com	Desinfección integral de personal y equipos usando agua ozonizada estabilizada.
Engie Services Perú	fabiola.briceno@engie.com	Detección de temperatura mediante cámaras termográficas y de reconocimiento facial.
FireSafety	Ronald.abanto@firesafety.com.pe	Cámaras térmicas con detección en tiempo real de grupos, alertas y reportes.
Gae Perú	rolandohinostrozaktg@gmail.com	Entornos saludables con bioseguridad compartida.
Hanflow	wilson.fuentes@hanflow.com	Arcos de desinfección de vehículos pesados, livianos y personas.
Innovación Disruptiva	erickson.cunza@innovadis.pe	Solución inteligente "Smart&Safe Site".
ITELCA	alexander.urteaga@itelca.com.co	Detección y control de acceso de personas con fiebre en diversos entornos.
JACCH Multi Trade	jcot0539@hotmail.com	Comando Covid.
Manpower Professional Services	vanessa.postigo@manpower.pe	Seguridad Basada en el Comportamiento - Covid19
NEORIS	rodrigo.kennedy@neoris.com	NEORIS HealthCheck es cuidar de nuestro equipo de trabajo y nuestras familias.
Paxmark Perú	jcnegron@paxmark.org	Mitigación de COVID 19 en ambientes cerrados y cámara detección de temperatura corporal.
Proefex	ctalavera@proefexperu.com	Proximity, control y monitoreo mediante tecnología beacons y geolocalización.
qAIRa	hola@qairadrones.com	Sistema cámaras visuales y térmicas con uso de IA para prevenir COVID-19.
Soluciones Sitech Perú	miguel.armas@sitech.com.pe	Tags UWB para asegurar distanciamiento social.
	gustavo.martinez@sitech.com.pe	Sistema integrado de medición de temperatura con reconocimiento facial.
Techbrand Perú	Fernando.figueroa@tbp.com.pe	Gabinete inteligente con sistema Stla Box + Dispensadora de Epp's (p/Truckshop).
	Fernando.figueroa@tbp.com.pe	Suministro automatizado de insumos para operarios en mantenimiento de plantas.
Textil Viso	arodri@textilviso.com	Monitor de temperatura corporal-GPS, para el ingreso y estadía en el trabajo.
VISECO	munoz.eizo@pucp.pe	VISECO, visor protector facial integrable a los cascos ya presentes en obras.
White Lion	jclemente@whitelion.pe	Tecnología prevención en mina de riesgo de ingreso transporte personal /Covid19.

CHILE

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Antirion	daniela.mateluna@antirion.cl	Plataforma web para la gestión de riesgos operacionales críticos SSOMA.
Austral3D	danielb@austral3d.com	AVIT ED, plataforma en realidad virtual con modelos 3D de distintas salas.
Consultoría y Servicios de Ingeniería	contacto@2crconsultores.com	Protocolo de prevención y control de contagios de Covid19, en faenas mineras.
DeepCopper	erich.lucic@deepcopper.com	Kintun, sistema en tiempo real de para detección y advertencia de contagio.
Innovaxxion	aldo.labra@innovaxxion.com	ISAFER: gestión integral de trabajadores ante posibles contagios de forma de minimizar.
Phineal	eduardo.soto@phineal.com	Medición de temperatura, detección de mascarilla y aplicación de alcohol gel.
Safety for Life	mario@safetyforlife.cl	Pasaporte Covid19.
TRADETEK	rsolovera@tradetek.cl	Identificación y telemonitoreo en tiempo real de parámetros clínicos Covid19.

BRASIL

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Hexagon	rodrigo.collombara@hexagon.com	Plataforma integrada de conciencia situacional y monitoreo en tiempo real.

3.4. Soluciones recibidas en el eje: Telepresencia

SOLUCIÓN SELECCIONADA:

Empresa: qAIRa

Contacto: hola@qairadrones.com

Título de la solución: Supervisión remota automatizada con IA y sistema drone-hangar en minería.



La propuesta consiste en realizar monitoreo automatizado de las operaciones mineras, utilizando tres componentes básicos:

- I. Sistema aéreo no tripulado, que tenga la capacidad de volar de manera autónoma dentro de las instalaciones grabando video y transmitiendo en tiempo real, con una cámara dual para monitoreo diurno y nocturno.
- II. Hangar automatizado, que permita el despegue / aterrizaje del drone y recargue las baterías mientras lo protege del clima, permitiéndole realizar monitoreos continuos.
- III. Software de analítica de videos en base a algoritmos de inteligencia artificial para identificar patrones de movimiento en maquinaria pesada y cumplimiento de parámetros de seguridad.

El sistema drone-hangar también puede ser customizado para el uso de drones DJI.

Esta propuesta permite incorporar un componente totalmente autónomo al drone para realizar tareas de análisis de video en el momento en que está ocurriendo.

Así mismo permite controlar los comandos y visualizar en tiempo real los parámetros del equipo, de las condiciones climáticas, entre otros.



SOLUCIONES FINALISTAS:



Empresa: NASPERÚ

Contacto: webmaster@nasperu.com

Título de la solución: Plataforma de capacitación online: Capacitoria.

Capacitoria es una plataforma de capacitación a distancia diseñada especialmente para el personal operativo y personas con bajo conocimiento tecnológico, permite implementaciones con plataformas de comunicación a distancia (ej:zoom). Compatible 100% con móviles.



Empresa: Tecsup

Contacto: abarreda@tecsup.edu.pe

Título de la solución: Manual de operaciones y mantenimiento con comunicación remota integrada.

Plataforma de gestión que conecta en tiempo real (en vivo) a un experto con el operario para obtener orientación. La plataforma tiene un módulo de acceso rápido a la información de equipos o sistemas mediante un lector QR o búsqueda de TAG, dicha información pueden ser animaciones 3D interactivas.



Empresa: TRADETEK

Contacto: rsolovera@tradetek.cl

Título de la solución: Realidad aumentada para supervisión remota y prevención de contagios Covid-19.

Uso de realidad aumentada y asistencia remota en línea a través de un software y dispositivos Smart Glasses para realizar actividades de prueba, evaluaciones, inspecciones, certificaciones, supervisión en faenas mineras, obras de construcción y controles de estado físico, actividades de auditoría, controles de calidad y seguridad.



Empresa: TRES60

Contacto: fvasquez@tres60.cl

Título de la solución: SafetyDispatch.

SafetyDispatch es una solución que permite gestionar la seguridad a distancia, |visibilizar todos los frentes de trabajo y hacer gestión con todos los datos de seguridad para tomar las mejores decisiones. Mediante una plataforma simple, los equipos de trabajos envían su documentación de seguridad a una central (puede estar en cualquier lugar) donde se revisan los documentos y se aprueban/rechazan

OTRAS SOLUCIONES PRESENTADAS:

PERÚ

Empresa	Contacto	Título de la Solución
4HELIX LABS	cuellar.ff@gmail.com	Robots de telepresencia y desinfección con software de gestión de tareas.
Certus	roy.guzman@cerv.com.pe	Plataforma de capacitación para cursos de seguridad DS024.
		App móvil para gestión de formatos de seguridad.
		Simulador con realidad virtual para mantenimiento, operaciones y seguridad.
CEYESA	bchoque@ceyesa.com.pe	Sist. Telepresencia con realidad aumentada, asistencia remota y cloud con IA.
Communications and Systems Development	jneira@communications.com.pe	Entorno de RA para facilitar el apoyo de los expertos a personal en mina.
Conticorp	mesparza@conticorp.pe	Whatsapp Business & Cisco Webex (sin costo hasta por 100 usuarios)
Contructions Industries Global 3CCS	waltercasquino@global3ccs.com	Frente COVID-19 control con Telepresencia con IA-SMART-RPA.
Globalsat Perú Telecomunicaciones	jack.yanez@globalsat.com	DigiView y DigiChat para Videoconferencia, Asistencia Técnica y Telepresencia.
Globelec del Perú	victor.salas@globelec.com.pe	Plataforma de soporte técnico especializado virtual.
Huawei del Perú	gabriel.valencia@huawei.com	Huawei Intelligent Collaboration.
IMPROMINING	kemperportocarrero@impromining.com	Primero para solucionar la telepresencia es necesario hacer un Roadmap Digital
ITELCA	alexander.urteaga@itelca.com.co	Calendarización y atención de citas médicas virtuales.
Medical Innovation & Technology	info@medical-int.com	Implementación de un servicio de Tele-capacitaciones y Tele-educación en salud.
MiningTag	h Moran@miningtag.com	MT Guardian - Dispositivo capaz de medir las interacciones entre las personas.
PachApp	ventas.stabrozglobal@gmail.com	PachApp.
Premier Solutions	elyan.rondon@premiersolutionsac.com	Visibilidad remota y tiempo real del comportamiento de equipos y maquinas.
Rockwell Automation	abautis7@ra.rockwell.com	Vuforia Chalk- Herramienta de colaboración remota.
Schneider Electric	miltonmag@gmail.com	Centro de control integrado.
Techbrand Perú	Fernando.figueroa@tbp.com.pe	Remote Spark: Realidad aumentada para soporte remoto y mantenimiento a distancia.
JMV ingeniería	felix.jimenez@jmvingenieria.com	Asistencia remota mediante uso de RealWear y plataforma especializada industrial.
TIVIT Perú	carla.bayona.ext@tivit.com	Colaboración virtual.

CHILE

Empresa	Contacto	Título de la Solución
DV Tech	nrviasg@dvtech.cl	UBIMAX-Lentes inteligentes que mejoran los procesos de servicio y mantenimiento.
Ericsson	roberto.cabanillas@ericsson.com	Redes de Telecomunicaciones 4G/5G Privado y Público para Minería Inteligente.
Indimin Spa	smartcoach@indimin.com	Smart Mining Coach: Operador, Aplicación para comunicar.
Proter	pamela.godoy@proter.cl	Digital Twin Operacional.
Shutdown	e.berho@shutdown.cl	Shutdown App: Reporte y Supervisión remota de ejecución de mantención mayor.

ESPAÑA

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Control Systems Technology	sbetancur@controlsystems.com.au	Integrador electrónico para pesómetros con aplicación para conectividad remota.

3.5. Soluciones recibidas en el eje: Detección, Monitoreo y Atención Médica de Personal en Mina

SOLUCIÓN SELECCIONADA:

Empresa: Innovaxxion

Contacto: contacto@innovaxxion.com



Título de la solución: Isafer: gestión integral de test rápidos y trabajadores positivos de Covid-19.

Plataforma tecnológica compuesta por un sistema inteligente de monitoreo y gestión de posibles contagiados de Covid-19 asociado a una app móvil iSafer o un “sensor de llavero”.

La solución abarca desde el registro de los posibles contagiados, la trazabilidad automática de contacto hasta la gestión de las cuarentenas. Realizando el testeo rápido, el sistema genera bases de datos que alimentan el modelo dinámico de sugerencias, permitiendo controlar al máximo la propagación del virus. La información se puede ver en tiempo real.

La app móvil de trazabilidad iSafer, mediante bluetooth, detecta a otros móviles con la app que se encuentran cerca, enviando la información a la plataforma cloud cada vez que se produce un contacto entre personas. Si no se dispone de la app, también se puede utilizar “sensores de llavero”.

Una vez que se haya identificado a una persona contagiada, el sistema identifica eficientemente y automáticamente los trabajadores y equipos que han estado en contacto con esa persona en los últimos 30 días, logrando segmentar y tomar medidas de aislamiento.



SOLUCIONES FINALISTAS:



Empresa: Engie Services Perú

Contacto: fabiola.briceno@engie.com

Título de la solución: E-Willá wristband by ENGIE, solución de monitoreo de indicadores de salud online.

La solución está enfocada en detección temprana y preventiva de síntomas usando inteligencia artificial. Ofrece pulseras ergonómicas de seguimiento online que mide el recorrido, e indicadores de salud (temperatura corporal, saturación de oxígeno, presión arterial y frecuencia cardíaca).



Empresa: qAIRa

Contacto: hola@qairadrones.com

Título de la solución: Sistema de escaneo y prueba térmica a los colaboradores en la operación.

Máscaras que alteran su composición o que al ser iluminadas con luz UV muestran la presencia del Covid-19 en la saliva de las personas. Una vez identificada la persona, se le coloca en aislamiento y es monitoreada utilizando herramientas a distancia.



Empresa: LOLIMSA

Contacto: japinto@lolimsa.com.pe

Título de la solución: Plataforma tecnológica de medicina preventiva para mantener sano al personal.

Esquema de medicina preventiva, soportado por una plataforma tecnológica. A través de un conjunto de dispositivos electrónicos (wearables, como relojes) son procesados los datos de los signos vitales (10 en promedio) de los trabajadores. Se puede realizar teleconsulta con un médico en la fecha programada.



Empresa: Soluciones Sitech Perú

Contacto: willy.sosa@sitech.com.pe

Título de la solución: Tags UWB para asegurar distanciamiento social.

Uso de tags UWB personales y ubicación de lectores UWB en los espacios cerrados donde se desea limitar la interacción del personal. El sistema permite alertar cuando se infrinja la distancia recomendada y tener un registro de estos eventos. Además, brinda un reporte de los lugares en los que estuvo una persona contagiada y con quiénes estuvo en contacto.

OTRAS SOLUCIONES PRESENTADAS:

PERÚ

Empresa	Contacto	Título de la Solución
4HELIX LABS	cuellar.ff@gmail.com	Cama Médica Inteligente JHS SMARTBED.
BUREAU VERITAS	delonis.flores@gmail.com	COVID-TECH: Plataforma de monitoreo y detección de contagios mediante algoritmos.
Centex Instrumentación y Equipos	dbazan@centex.com.pe	Detección de personas con fiebre.
Certus	roy.guzman@cerv.com.pe	Control de COVID 19 en operaciones industriales por códigos QR.
Clúster Consulting Projects	clusterconsultingperu@gmail.com	Producción de dispositivo de ventilación CPAP COVID-19 con licencia internacional.
Communications and Systems Development	jneira@communications.com.pe	Sistema de alerta de emergencias en mina subterránea.
Conticorp	mesparza@conticorp.pe	Toma de muestra rápida on site, alimentando debidamente el IPRESS Minsa Perú.
Contructions Industries Global 3CCS	waltercasquino@global3ccs.com	Detección, monitoreo y atención médica de personal en mina por COVID-19.
FireSafety	Ronald.abanto@firesafety.com.pe	Mascarillas No Descartables Antimicrobianas con tecnología X-Static.
Fonoamerica Comunicaciones	operaciones.fonoamerica@gmail.com	Sistema de cámaras para control de temperatura y ubicación de forma remota.
Geotecnica & Hidráulica Ambiental (GEHA)	liseth.leon@geha.pe	Cabina de atención de pruebas COVID-19.
		Componentes de desinfección Prevención COVID-19.
Globalsat Perú Telecomunicaciones	jack.yanez@globalsat.com	Kit de telemedicina digiMed Five Plus.
GM&CE	elvisgutierrez@gmyce.com	RTMEDIC un Sistema IA para monit/diag continuo de parámetros médicos en personas.
Huawei del Perú	gabriel.valencia@huawei.com	Early Detection for covid-19 with "Huawei AI assisted screening".
		Huawei Temperature and Mask Detection.
ITELCA	alexander.urteaga@itelca.com.co	Monitoreo de temperatura corporal y atención de citas médicas virtuales.
Kaefer Kostec	Giovani.Ugarelli@kaefer.com	Plataforma de Gestión para la Prevención del COVID-19 (DPMS).
MDP Consulting	Victoria.meza@mdp.com.pe	Smart Security Office (SSO): Triage, Identifai, Monitoreo, Prevención y Gestión.
Medical Innovation & Technology	info@medical-int.com	Uso de Tele-ecografía y Teleconsulta para tamizaje y monitoreo del daño pulmonar.
MiningTag	h Moran@miningtag.com	MT Guardian - Trazabilidad al sospechoso de contagio.
NEORIS	rodrigo.kennedy@neoris.com	NEORIS HealthCheck es cuidar de nuestro equipo de trabajo y nuestras familias.
		NEORIS Patient Track Cómo dar respuesta efectiva ante una pandemia.
Priority Solutions	j.urquizo@prioritysolutionsperu.com	TAPMIN: telemedicina amigable Perú.
Protecta Perú	jorge.quevedo@protectaperu.com	Solución permite monitorear e interactuar con personal referente a amenaza COVID.
Sales of Tools and Industrial Equipment	dcollazos@satoine.com	Control de temperatura al ingreso de las empresas y monitorio continuo.
		Sistema de Advertencia de Fiebre (Fever Warning System).
Simbiosys Software	p4ch1n@simbiosysonline.com	Sistema minero para contención del Covid19.
Smart Doctor	crivera@smartdoctor.pe	Smart Doctor Pro: aseguramos la continuidad del negocio a través de la TeleSalud.
Tecsup	abarreda@tecsup.edu.pe	Aplicación de creación, seguimiento de grupos de trabajo y protocolos sanitarios.

The L Nudge	gerardoreanov@gmail.com	M-Salud mediante IOT y AppBots, para el monitoreo en línea del COVID-19.
White Lion	jclemente@whitelion.pe	Tecnología para la detección, monitoreo, atención de personal en Mina COVID19.

CHILE

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Deloitte	sbarrosh@deloitte.com	Solución que permite prevenir contagio y la continuidad operacional.
Open World	cmadrid@openworldlatam.com	Integración Biomédica para COVID 19.
The Mining Technology Group	projects@t-mtg.com	Monitoreo continuo de parámetros biométricos.
TRADETEK	rsolovera@tradetek.cl	Telemonitoreo online de Parámetros Clínicos y Telemedicina a Operarios en Faena.
TRES60	fvasquez@tres60.cl	Cámaras termográficas para la detección de altas temperaturas corporales.
Zyght Soluciones en Minería	ana.espinosa@zyght.com	ZYGHT® HSE TECHNOLOGY - COVID19

BRASIL

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Beyond Mining	beyondmining.project@gmail.com	Statistical screening for COVID-19.
Hexagon	rodrigo.collombara@hexagon.com	Plataforma integrada de conciencia situacional y monitoreo en tiempo real.

CANADÁ

Empresa	Contacto	Título de la Solución
Minetell	michael@minetell.ca	Minetell Gestión del Riesgo COVID-19 Plataforma



4 | RESULTADOS DEL PROCESO



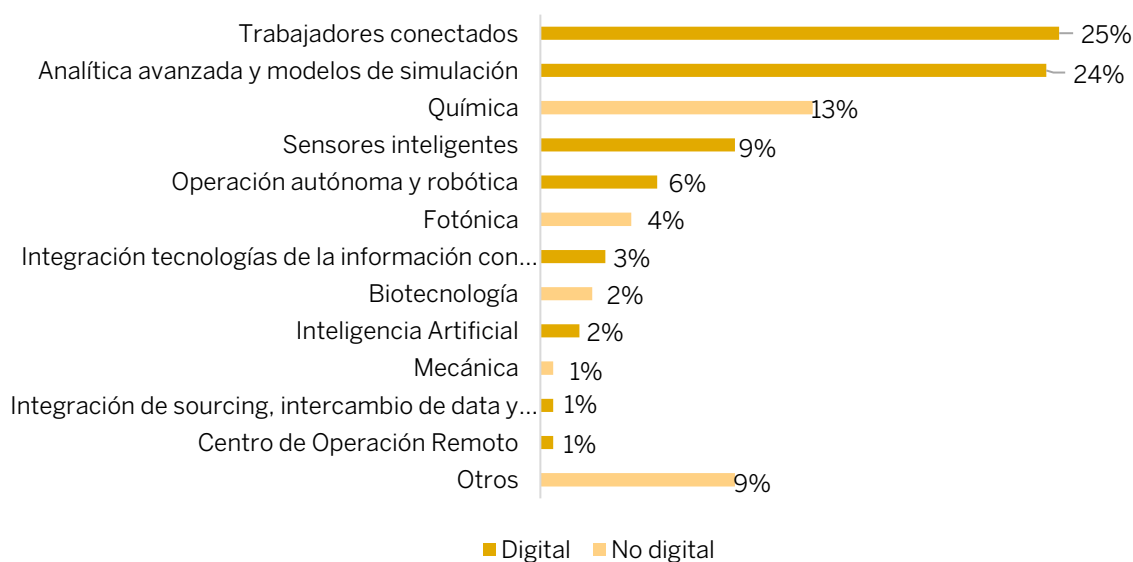
RESULTADOS DEL PROCESO

La iniciativa buscó identificar tecnologías que permitan a las empresas mineras resolver los desafíos ocasionados por la pandemia. A través de la plataforma digital de Linkminers, pudieron ser identificadas 161 soluciones. Conforme al análisis realizado en el capítulo anterior, el 70% de estas soluciones incorporaron tecnologías digitales en sus propuestas.

Una cuarta parte de las propuestas estuvieron enfocadas en conectar a los trabajadores de la mina, empoderándolos a través del uso de la tecnología digital. Aquí se pudo identificar soluciones que incluyeron el uso de dispositivos que mejoran la comunicación y facilitan el ingreso y consumo de información por parte de los trabajadores. Así mismo, el 24% de las soluciones recibidas propusieron el uso de la analítica avanzada y los modelos de simulación. Estos sistemas de analítica tienen la capacidad de consolidar diversas fuentes de información, incluyendo data de sensores y analítica de video, para mejorar la toma de decisiones frente a la pandemia.

Por otro lado, el 13% de las soluciones recibidas se basaron en el uso de la química, dejando de lado los componentes digitales. Se presentaron diversos tipos de desinfectantes y métodos de aplicación para higienizar las operaciones mineras, la seguridad de su aplicación en humanos fue un factor relevante para las empresas que postularon sus soluciones.

Iniciativas Juntos Podemos por la Minería



Fuente: Elaboración propia

Del análisis de los resultados podemos identificar que una tendencia de los proveedores del mundo para resolver los desafíos de la iniciativa tiene un fuerte componente tecnológico o digital. En el marco de los desafíos de la iniciativa, tres de ellos tuvieron la mayoría de sus soluciones con este componente, destacando las que se enfocan en trabajadores conectados, analítica avanzada, modelos de simulación y los sensores inteligentes. El único desafío que contó con una mayor participación de soluciones de enfoque no digital fue el desafío de Higienización, el cual por la naturaleza de la actividad estuvo más relacionada con soluciones químicas y fotónicas, sin embargo no fue ajena a la presentación de propuestas digital donde se destacaron las relacionadas a la robótica.

En los ejes relacionados a prevención de ingreso de COVID-19 y a detección y monitoreo, se aprecia hasta la fecha que las compañías mineras buscan soluciones integrales que incorporen elementos de las soluciones recibidas en ambos ejes y que permitan capturar, monitorear, generar alertas y reportes de información como la geolocalización del personal, los signos vitales y el distanciamiento social de los trabajadores. También se podrían estar plantear soluciones integrales desde el marco tecnológico descrito, integrando soluciones de sensores inteligentes con plataformas que faciliten la conectividad e interactividades de los trabajadores, recopilando toda esta información para incluso generar algoritmos de machine learning o inteligencia artificial que permitan predecir las condiciones de salud de los trabajadores según las condiciones en las cuales se han venido desarrollando dentro de sus labores.

Las tendencias de soluciones digitales son solo una evidencia más de la aceleración que el COVID-19 está generando en la transformación de la industria encaminándola hacia la minería del futuro, donde por un lado hay una componente tecnológica importante que se distingue en distintos elementos de la minería 4.0 pero por otro lo encamina hacia una minería más sostenible. La interrelación de ambas componentes puede generar un valor para el sector con beneficios en lo económico, sin embargo, destacamos lo potente que es el uso de la tecnología para resolver problemas comunes en ámbitos sociales, ambientales, de salud y seguridad, donde las soluciones presentadas en este informe son algunos de los ejemplos de esta combinación.

Juntos Podemos por la Minería es una iniciativa que podría ser replicada para fomentar el desarrollo de innovaciones o soluciones que, desde la tecnología, puedan resolver algunos de los principales conflictos sociales o ambientales de la minería peruana y global; incluso mediante un pronunciamiento de políticas públicas para fomentar la colaboración de los actores de la triple hélice, conformada por el estado, la empresa privada y la academia, para que juntos puedan abordar problemáticas comunes y transversales para el sector, promoviendo el uso de nuevas tecnologías para generar

esquemas de economías circulares, como por ejemplo en los residuos que se generan en los relaves mineros o la disposición de las llantas de los camiones de acarreo.

Finalmente, destacar la importancia del ecosistema y la colaboración, debido a que los resultados obtenidos en esta iniciativa han sido posibles solo con la participación de los distintos actores, como la academia, estado, instituciones que fomentan la innovación, entidades de financiamiento y las empresas mineras, quienes al trabajar de forma colaborativa y compartiendo la valiosa información de las brechas y oportunidades del sector, permitieron que la convocatoria tuviera mayor acogida y que los resultados se encuentren aterrizados en un contexto de ecosistema integrado que vela por los interés de todos los actores que lo componen.

Referencias fotográficas utilizadas en el informe:

- Clouse, B. View of the Bingham Canyon Mine. Each of the vehicles driving down is two stories tall [Fotografía]. Recuperada de: <https://unsplash.com/photos/781VLZjFR8g>
- Hendt, P. [Fotografía]. Recuperada de: <https://unsplash.com/photos/asMHLCdv7M>

link  miners