



Insumo para la elaboración de la Política Nacional Minera
2050 - Eje: Productividad y Capital Humano
(Fecha última actualización: 05 de noviembre 2020)

I. CAPÍTULO DE INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

La Política Nacional Minera al año 2050 busca generar una hoja de ruta que habilite el desarrollo sostenible de la industria minera en Chile y refuerce el rol en el crecimiento de Chile. Debido a las múltiples aristas desde las que se pueden identificar y aplicar mejoras a la minería chilena, se ha resuelto dividir su elaboración en base a determinados temas (ejes) trabajados en comisiones. Entre los ejes propuestos se listan Productividad y Capital Humano; Desarrollo laboral y Seguridad; Impuestos e inversión Pública; Innovación y Cadena de Valor; Institucionalidad y Desarrollo Minero; Minería Verde; Participación Ciudadana y Desarrollo Territorial y; Pequeña y Mediana Minería.

En particular, en el eje de Productividad y Capital Humano, trabajado por esta comisión, compuesta por integrantes y representantes del sector público, privado, sindicatos, academia y sociedad civil, entre otros, se elaboró un documento que se espera sirva de insumo para la Política Nacional Minera 2050.

Dicho documento, titulado “Insumo para la elaboración de la Política Nacional Minera 2050 - Eje: Productividad y Capital Humano”, consiste en la escritura de los diálogos y acuerdos alcanzados durante el periodo comprendido entre el martes 02 de septiembre y el martes 24 de noviembre 2020, en base a documentos e información preparados por los líderes de la comisión previamente.

Objetivos

El objetivo principal de este documento es ser un insumo para la elaboración de la Política Nacional Minera al año 2050 (PNM2050), específicamente en el eje de Productividad y Capital Humano.

Algunos objetivos secundarios son:

- Generar un espacio de diálogo, colaboración y participación incidente en la elaboración de este documento y en los insumos/resultados esperados para la generación de la Política Nacional Minera 2050.
- Generar y proponer ideas, respetando las opiniones de forma respetuosa y confiando en que las opiniones serán consideradas.
- Incorporar diversos puntos de vista desde un equipo multidisciplinario y en representación de diversas instituciones (pública, privada, academia, gremios, etc.).

Estructura

El documento inicia con un capítulo introductorio y de contexto, seguido de un capítulo de diagnóstico de la productividad y capital humano para luego estructurar el contenido principal en base a 3 desafíos estratégicos, cada uno con 2 objetivos estratégicos o iniciativas y variadas líneas de acción para cada iniciativa.

I. Capítulo de introducción y contexto

- Objetivos
- Estructura
- Modalidad de trabajo
- Participantes
- Entregables
- Palabras de cierre y agradecimientos

II. Capítulo de diagnóstico de la productividad y capital humano

- Productividad Media Laboral
- Productividad Total de Factores
- Capital humano en la industria minera nacional

III. Desafío estratégico 1: Productividad para la sostenibilidad de la minería:

- Iniciativa 1: Generar una estrategia de monitoreo y evaluación periódica de la productividad.
 - i. Acción I: Establecer un mecanismo objetivo de medición de la productividad.
 - ii. Acción II: Gestionar y potenciar mecanismos de acceso a información minera.
- Iniciativa 2: Mejorar la productividad y organización del trabajo.
 - i. Acción I: Lograr mayor eficiencia y calidad en la gestión pública y administrativa (reingeniería).
 - ii. Acción II: Mejorar mecanismos de relacionamiento entre comunidades y empresas.
 - iii. Acción III: Lograr estándares laborales en la relación entre trabajadores y empresas.
 - iv. Acción IV: Trabajar en mayor institucionalidad en la industria minera
 - v. Acción V: Potenciar la innovación organizacional y lograr un estándar en Chile como motor de innovación.

IV. Desafío estratégico 2: Capital Humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico:

- Iniciativa 1: Mejorar la productividad del capital:
 - i. Acción I: Ampliar las funciones del capital físico en la industria minera.
 - ii. Acción II: Gestionar un pasaporte minero tecnológico para ingreso de trabajadores y capital.
 - iii. Acción III: Establecer criterios únicos y de manera explícita sobre el establecimiento de comedores móviles.
 - iv. Acción IV: Establecer regulaciones sobre las jornadas de trabajo remoto.
- Iniciativa 2: Gestionar los talentos para la mejora de productividad en la minería actual y del futuro, operación en entorno de desarrollo sostenible, innovador y de transformación digital:
 - i. Acción I: Identificar experiencias nacionales e internacionales, en minería y otras industrias en relación al cambio tecnológico, reconversión y reinserción laboral.
 - ii. Acción II: Desarrollar modelos educativos y de formación de competencias, buscando la formación integral del personal y la certificación de competencias.
 - iii. Acción III: Promover la formación de talentos para la innovación y transferencia tecnológica en la minería chilena.
 - iv. Acción IV: Vincular la preparación de las especialidades mineras en la educación y formación profesional y técnica, con las necesidades de la industria.

V. Desafío estratégico 3: Procesos constructivos que agreguen valor a la industria minera:

- Iniciativa 1: Mejoras de los procesos administrativos que aporten a aumentar la productividad.
 - i. Acción I: Adaptar y/o adoptar metodologías y normativas de colaboración y coordinación entre empresas mineras, contratistas y proveedores.
 - ii. Acción II: Generar datos e información sobre mejores prácticas nacionales e internacionales en términos contractuales entre mandantes y proveedores.

- iii. Acción III: Potenciar la oficina GPS (Ministerio de Economía) para resolver conflictos y realizar un mapeo de los procesos administrativos de construcción minera.
- iv. Acción IV: Definir estándares y sellos voluntarios para reducir costos de transacción en la movilidad laboral y favorezcan el desarrollo de los trabajadores.
- Iniciativa 2: Mejoras técnicas de la construcción de proyectos mineros para aumentar la productividad.
 - i. Acción I: Generar información actualizada para potenciar aún más el uso de la industrialización y estandarización de procesos constructivos, así como la tecnología necesaria para su implementación.
 - ii. Acción II: Generar, adaptar y/o adoptar metodologías para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas, así como herramientas de seguimiento y control.
 - iii. Acción III: Generar e instaurar un indicador orientado a la productividad en la operación que refleje el impacto del diseño y construcción de un proyecto durante su operación.
 - iv. Acción IV: Otorgar espacio a las instituciones para desarrollar metodologías prácticas y colaboren para crear un espacio para proponer mejoras en la productividad de los procesos constructivos.

Modalidad de Trabajo

El trabajo consistió en plasmar en este documento final las ideas propuestas por los distintos participantes de la comisión en conjunto con lo definido previamente en un documento base elaborado por el líder y el equipo coordinador de la comisión para el eje de Productividad y Capital Humano.

Debido a la contingencia del país, las reuniones se realizaron de manera remota mediante la plataforma zoom los días martes 02 de septiembre, 29 de septiembre, 27 de octubre y 24 de noviembre entre las 09:00 y 11:00 hrs. aproximadamente.

En estas reuniones se presentaba el desafío agendado, introduciendo el tema y los principales puntos expuestos en el documento base. Se presentaba a su vez una propuesta de las iniciativas (objetivos estratégicos) a tratar durante la sesión para el común acuerdo de la comisión. Una vez acordado esto, la sesión se dividía en dos grupos, cada uno

trabajaba una iniciativa completando tablas con categorías predefinidas (ver tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1: Estructura de trabajo – *Template 1* (objetivos estratégicos)

Desafío estratégico	<i>Desafío</i>
---------------------	----------------

Objetivos Estratégicos – <i>Template 1</i>				
Objetivos Estratégicos / Iniciativas	Indicadores de éxito	Metas 2030	Metas 2050	Responsables y participantes
<i>Iniciativa 1</i>	-	-	-	-
<i>Iniciativa 2</i>	-	-	-	-

Tabla 2: Estructura de trabajo – *Template 2* (líneas de acción)

Líneas de Acción - <i>Template 2</i>				
Líneas de acción	Indicadores de éxito	Metas 2030	Metas 2050	Responsables y participantes
Acción 1 – <i>Iniciativa 1</i>	-	-	-	-
Acción 1 – <i>Iniciativa 2</i>	-	-	-	-

Tabla 3: Estructura de trabajo – *Template 3* (implicancias para la sostenibilidad)

Implicancias para la Sostenibilidad - <i>Template 3</i>				
Líneas de acción	Ambiental	Social	Económica	Gobernanza
Acción 1 – <i>Iniciativa 1</i>	-	-	-	-
Acción 1 – <i>Iniciativa 2</i>	-	-	-	-

Una vez culminado el trabajo en grupos, se presentaban los avances y acuerdos en una sesión común (ambos grupos presentes) por parte de un representante de grupo. Con estos insumos, el líder de la comisión en conjunto con el equipo coordinador elaboraban una propuesta de documento resumiendo los hallazgos y acuerdos trabajados durante la sesión. Este documento se compartía a los participantes mediante un documento editable de google (google docs.) donde cada participante podía incluir las sugerencias y cambios que estimara convenientes para representar lo acordado durante la sesión.

Posteriormente, tras el cierre del periodo de propuesta de sugerencias por parte de los participantes, el líder de la comisión realizaba una revisión de las propuestas y cambios sugeridos, marcando aquellos que no fueron mencionados durante la sesión pero que fueron propuestos en el documento y marcando también aquellos que pueden no haber quedado claros en el documento.

Estas sugerencias marcadas eran revisadas al inicio de la sesión remota siguiente, logrando acuerdo en la comisión sobre si se agregaba, rechazaba o modificaba. Algunas de las sugerencias fueron enviadas a otras comisiones técnicas de la política minera.

Finalmente, el líder de la comisión junto al equipo coordinador consolidaban el documento en su versión final, cuyo propósito era plasmar el trabajo de un desafío específico. Finalmente, trabajados los tres desafíos propuestos, se sostuvo una reunión de cierre y consolidación presentando el documento consolidado.

Participantes

Los participantes durante las sesiones y trabajos desarrollados fueron:

N°	Nombre	Institución	Rol	28-jul	01-sept	29-sept	27-oct	24-nov
1	Hernán de Solminihaç	Clapes UC - Ex Ministro de Estado	Líder Comisión	1	1	1	1	P
2	Álvaro García	Ex Ministro de Estado	Equipo Coordinador	1	1	1	1	P
3	Felipe Sánchez	COCHILCO	Equipo Coordinador	1	1	1	1	P
4	Hernán Araneda	Fundación Chile	Participante Comisión	E	1	1	1	P
5	Juan Rojas	Codelco	Participante Comisión	1	1	1	1	P
6	Juan Bravo	Clapes UC	Participante Comisión	1	1	1	1	P
7	Gustavo Lagos	Ingeniería UC	Participante Comisión	1	0	0	0	P
8	Juan Carlos Guajardo	Plusmining	Participante Comisión	1	1	1	1	P
9	Sebastián Valenzuela	Matrix	Participante Comisión	1	1	1	1	P
10	Sofía Moreno	Consejo Minero	Participante Comisión	1	1	1	1	P
11	Gustavo Tapia	FMC Chile	Participante Comisión	1	1	1	1	P
12	María Dina Filippig	Federación de Supervisores del Cobre, Teniente	Participante Comisión	E	1	1	1	P
13	Diego Hernández	SONAMI	Participante Comisión	1	E	E	0	P
14	Mauricio Ortiz	CEO - AMSA	Participante Comisión	1	1	1	0	P
15	Alfie Ulloa	Gerente Atelmo	Participante Comisión	1	1	0	1	P
16	Jorge Cantallops	COCHILCO	Participante Comisión	1	1	1	1	P
17	Felipe Mcrostie Bustamante	Observatorio Laboral	Participante Comisión	1	1	1	1	P
18	Edgardo Marinkovic	IIMCh	Participante Comisión	1	1	1	1	P
19	Marcelo Álvarez	VP de Recursos Humanos , Codelco	Participante Comisión	0	1	1	0	P
20	Sebastián Ríos Rivas	PuCobre	Participante Comisión	1	0	0	0	P
21	Kissy Gutiérrez	AIA	Participante Comisión	1	1	0	0	P

E: Excusada o excusado; 1: Asistió; 0: No asistió; P: Pendiente.

Palabras de Cierre y agradecimientos

El líder de la comisión de Productividad y Capital Humano, Hernán de Solminihac, junto al equipo coordinador compuesto por Álvaro García, Felipe Sánchez quisieran agradecer a todos los participantes que destinaron tiempo, ideas y mantuvieron un compromiso y participación activa durante todo el trabajo realizado.

También se agradece la participación y apoyo de Gabriel Azúa, quien apoyó durante las sesiones y en la elaboración del documento. El agradecimiento se extiende a todo el equipo de personas que hicieron posible el correcto funcionamiento administrativo y técnico en la coordinación y el desarrollo de las sesiones.

La comisión espera haber aportado a la creación de la Política Nacional Minera 2050 en el eje de Productividad y Capital Humano para generar la hoja de ruta para mejorar la minería de Chile, aprovechar las nuevas oportunidades y alcanzar el desarrollo del país.

Hernán de Solminihac

Líder Comisión Productividad y Capital Humano

Álvaro García

Miembro del Equipo Coordinador

Felipe Sánchez

Miembro del Equipo Coordinador

II. CAPÍTULO DE DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CAPITAL HUMANO

La minería es una de las principales ventajas competitivas de Chile, por lo que esta industria debe ser aprovechada como una oportunidad para liderar la innovación y el desarrollo del país.

En este sentido, se destaca la relevancia de la productividad minera en el desarrollo económico del país, pues el Producto Interno Bruto (PIB) nacional es altamente sensible ante variaciones en la productividad minera. Es necesario entender que, al referirse a la productividad, se define como la relación entre la cantidad de productos generados por un sistema y los recursos utilizados en dicho proceso. De esta forma, indica el grado de eficiencia con que se están utilizando los insumos de producción.

Bajo esta definición, se puede encontrar al menos dos métodos para medir la productividad en la minería. El primero de ellos corresponde a la Productividad Media Laboral (PML), la cual relaciona el valor agregado de la producción con la cantidad de empleados en la industria minera para así obtener el aporte que cada trabajador en promedio realiza al PIB minero.

El segundo método corresponde a la Productividad Total de Factores (PTF). Como la contribución del avance tecnológico no es directamente observable, una estrategia de cuantificación es el cálculo residual de la contribución del PIB, por sobre los aportes de los insumos de producción trabajo y capital físico.

Es importante cuantificar y analizar la evolución de la productividad mediante métricas establecidas y claramente definidas. De esta forma, se puede realizar un diagnóstico objetivo.

Productividad Media Laboral (PML)

Utilizando el método propuesto por la literatura y complementándolo con el estudio realizado por de Solminihaç, Gonzales y Cerda (2014), la Productividad Media Laboral (PML) que relaciona el valor agregado de la producción minera nacional medido como el PIB minero, con la cantidad de trabajadores que participan en minas y canteras para un determinado año t es igual al cociente entre el valor agregado de la minería en t (Y_t) y la cantidad de ocupados (L_t) en el mismo año t . Resulta importante destacar que esta medida

de productividad considera que el capital humano (L_t) es el único factor o insumo de producción.

$$PML_t = \frac{Y_t}{L_t} \tag{1}$$

En relación a la evolución de la PML de la industria minera nacional, utilizando como insumo los datos de Cuentas Nacionales del Banco Central de Chile (2020) y el anuario de la Comisión Chilena del Cobre (2020), la PML tuvo un crecimiento medio anual de -2,3% entre 1997 y 2019, mientras que la economía tuvo un crecimiento medio anual de 1,6% en el mismo periodo. La razón PIB por trabajador de la industria minera en el año 1997 fue \$119.503 millones por trabajador, mientras que en 2019 alcanzó los \$61.586 millones por trabajador, esto principalmente por el aumento de participación de trabajadores en el sector, el que ha aumentado de forma acumulada en 166,8% en 2019 en comparación con 1997. La Figura 1 presenta la PML de la minería y la economía entre 1997 y 2019.

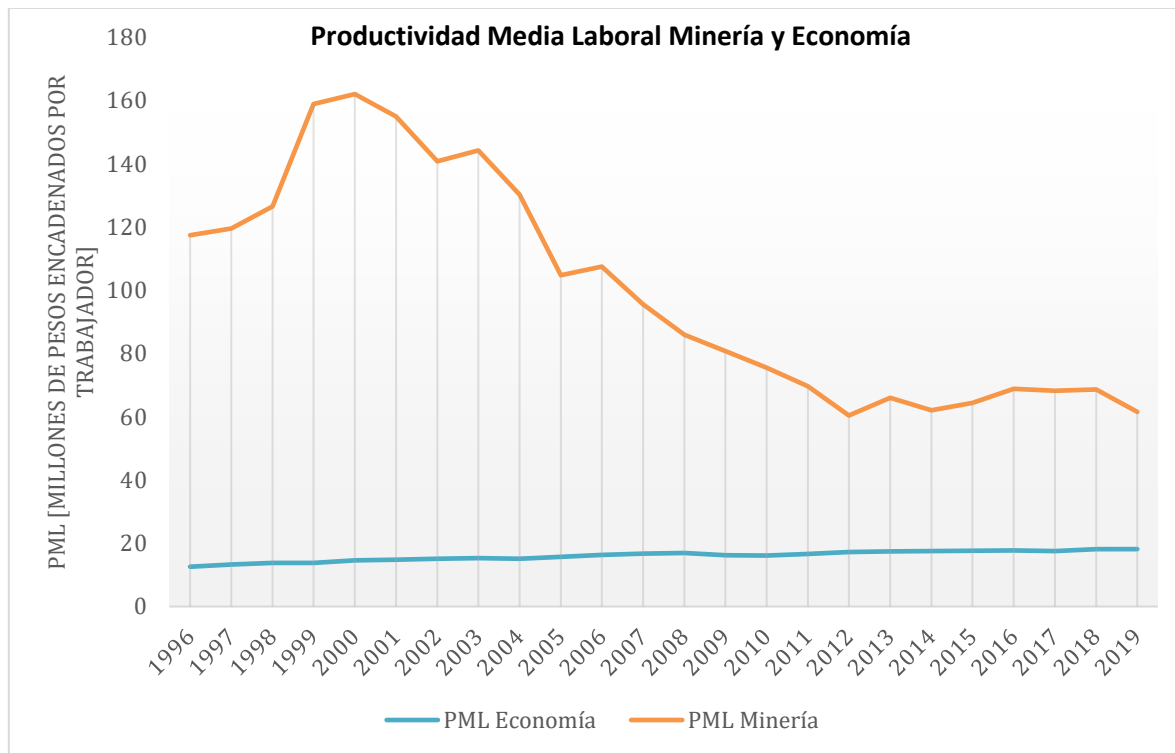


Figura 1. PML de la economía y minería chilena. Fuente: CLAPES UC.

Productividad Total de Factores (PTF)

En relación con la Productividad Total de Factores (PTF) y ante la dificultad de observar y estimar directamente el aporte al crecimiento del producto o valor agregado (Y_t) que no es explicado por el crecimiento de los factores de producción trabajo (L_t) y stock de capital físico (K_t), de Solminihaç, Gonzales y Cerda (2014), proponen estimar la PTF de forma residual. Esto es restar las contribuciones del stock de capital y del trabajo al crecimiento del PIB sectorial. Este residuo (conocido como residuo de Solow) representa el avance en productividad o la eficiencia con que se están usando los insumos de producción.

Para estimar el residuo de Solow se asume una función de producción neoclásica tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala para la industria minera nacional. Además, se asume que los factores son remunerados en función al producto marginal.

$$Y_t = A_t * (L_t)^{\alpha_L} * (K_t)^{1-\alpha_L} \quad (2)$$

En la Ecuación (2) Y_t representa el valor agregado de la producción minera en el año t , A_t es la Productividad Total de Factores (PTF) del sector minero, L_t el número de empleados mineros y K_t el stock de capital físico en la minería.

A partir de una linealización de la Ecuación (2) se puede estimar la tasa de crecimiento de la PTF de la industria minera mediante la siguiente expresión:

$$\Delta \ln(A_t) = \Delta \ln(Y_t) - \alpha_L * \Delta \ln(L_t) - (1 - \alpha_L) * \Delta \ln(K_t) \quad (3)$$

Esta tasa de crecimiento está expresada en diferencias logarítmicas, donde α es la participación del trabajo en el producto minero, $\Delta \ln(Y_t)$ es la tasa de crecimiento del producto minero, $\Delta \ln(A_t)$ la tasa de crecimiento de la PTF de la minería, $\Delta \ln(L_t)$ la tasa de crecimiento del empleo en la minería y $\Delta \ln(K_t)$ la tasa de crecimiento del stock de capital físico en la industria minera.

Por último, la participación del trabajo (α_L) en el valor agregado corresponde a la elasticidad producto-trabajo de la minería. Este parámetro representa el porcentaje de variación del producto minero ante un cambio de 1% en el empleo del sector.

$$\alpha_{L,t} = \left(\frac{w_t * L_t}{Y_t} \right) \quad (4)$$

Un factor relevante para considerar al cuantificar la productividad minera es la ley del mineral, la que es definida como la concentración de mineral presente en las rocas y en el material mineralizado de un yacimiento. Lógicamente, mientras menor sea la ley del mineral, menor será la producción si se mantiene todo el resto constante (*ceteris paribus*). Una menor ley implica que para la misma cantidad de material procesado se obtenga menos mineral fino. De la Huerta y Luttini (2017) señalan que no considerar la ley del mineral conlleva a sobreestimar la contribución del capital físico (K_t) en la producción minera. Así, para incorporar el efecto de la ley del mineral en el producto minero se agrega un tercer insumo de producción denominado recursos naturales o capital no reproducible (O_t). Con esto, la función de producción ajustada con ley del mineral está dada por la siguiente expresión:

$$Y_t = A'_t * (L_t)^{\alpha_L} * (O_t)^{\alpha_O} * (K_t)^{1-\alpha_L-\alpha_O} \quad (5)$$

En la función de producción ajustada de la Ecuación (5), Y_t corresponde al producto minero, A'_t es la Productividad Total de Factores (PTF) de la minería ajustada por ley del mineral, L_t es el número de trabajadores en la minería, O_t es la ley promedio del mineral y K_t es el stock de capital físico en el sector minero. Además, el parámetro α corresponde a la elasticidad producto-trabajo y β a la elasticidad producto-ley del mineral.

Linealizando la Ecuación (5) de la misma manera que se hizo anteriormente, se puede estimar la tasa de crecimiento de la Productividad Total de Factores ajustada por ley del mineral (A'_t) de manera residual mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta \ln(A'_t) = \Delta \ln(Y_t) - \alpha * \Delta \ln(L_t) - \beta * \Delta \ln(O_t) - (1 - \alpha - \beta) * \Delta \ln(K_t) \quad (6)$$

De esta forma, a partir de las Ecuaciones (3) y (6) se puede obtener de manera residual la variación anual de la Productividad Total de Factores de la industria minera tanto de manera tradicional (considerando como insumos solo el trabajo y stock de capital físico) y ajustada por ley del mineral (considerando también los recursos naturales no renovables como insumo).

Con esto en consideración, se estima la PTF de la industria minera. La Figura 2 presenta la evolución de la PTF con el método 1, cuya tendencia es de descenso en las últimas dos décadas. La serie (1) de productividad bruta disminuyó 80,7% entre 1997 y 2018 y presentó una variación media anual de -7,0% en el mismo periodo. La serie (2) en tanto, muestra la

productividad ajustada por la ley del mineral. Si se aísla esta variable, la productividad presenta una caída de 62,5% desde 1997 a 2018. Además, esta serie muestra una disminución media anual de 4,2% en el mismo periodo. Sin embargo, en 2018 la productividad ajustada por la ley del mineral creció 2,6%. La Figura 2 presenta la evolución anual de la PTF Minera de Chile entre 1997 y 2018 aplicando como factores de producción el Capital y el Trabajo, y utilizando una corrección por Ley de Mineral al Capital.

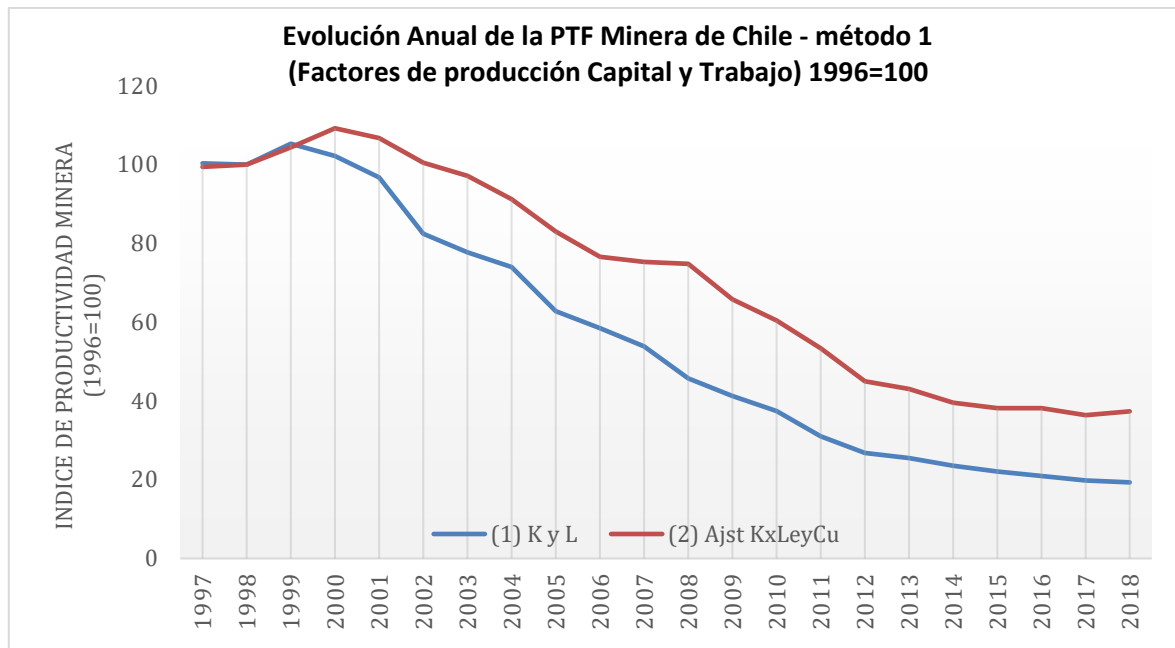


Figura 2. Evolución de la PTF de la industria minera en Chile - método 1. Fuente: CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019).

Ahora bien, la Figura 3 presenta el cálculo de la PTF de la industria minera utilizando el segundo método, el cual considera a la ley del mineral como un tercer insumo de producción. Se utilizó la participación de la ley del mineral presentada por de Solminihac & Dagá (2018) elaborada a partir de Aguirregabiria y Luengo (2015), correspondiente a 64,9%. Se calculó la participación del empleo como el cociente entre las remuneraciones en la minería y el PIB de la industria, equivalente a 15,5% y, por residuo se obtuvo la participación del stock de capital de la industria equivalente a 19,6%.

Con esto, la serie (1) que presenta la PTF con los tres insumos de producción de acuerdo con el método 2, es decir, el trabajo, el empleo y la ley del mineral, tuvo una variación acumulada de 28,2% y una variación media anual de 1,5% en el periodo 1997-2018. En 2018, el crecimiento de la PTF fue de 6,6%.

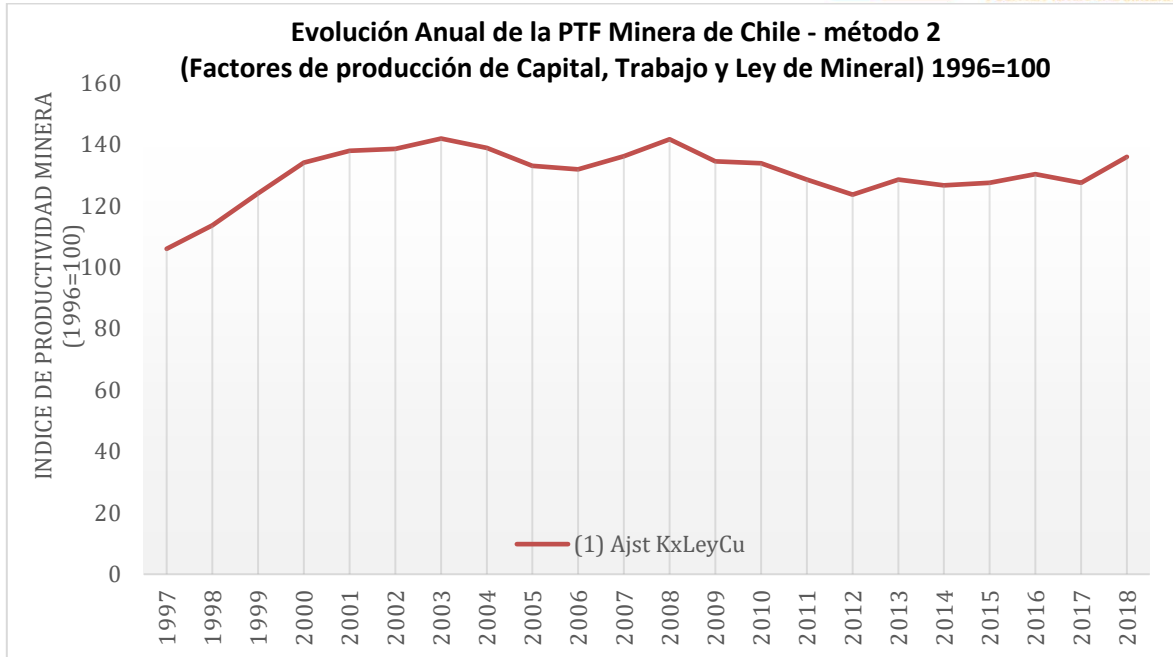


Figura 3. Evolución de la PTF de la industria minera en Chile - método 2. Fuente: CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019).

Las variaciones del método 2 respecto del método 1 radican principalmente en la contribución de sus variables. Mayores detalles sobre cálculos de la PTF con ajustes de factores exógenos, pueden encontrarse en el Informe CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018, Productividad Total de Factores y Productividad Media Laboral” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019). Y en el documento base del Eje de Productividad y Capital Humano para la elaboración de la Memoria Viva.

Capital humano en la industria minera nacional

Un elemento importante de análisis del capital humano en la minería nacional corresponde al empleo o trabajo, que recolecta el aporte de los trabajadores en las minas y canteras. La Figura 4 muestra el crecimiento del empleo en la minería chilena. Para construir esta serie se utilizaron datos del Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2000-2019 de la Comisión Chilena del Cobre (2020) completando la serie con anuarios anteriores. Esta serie indica la cantidad de ocupados para la minería nacional.

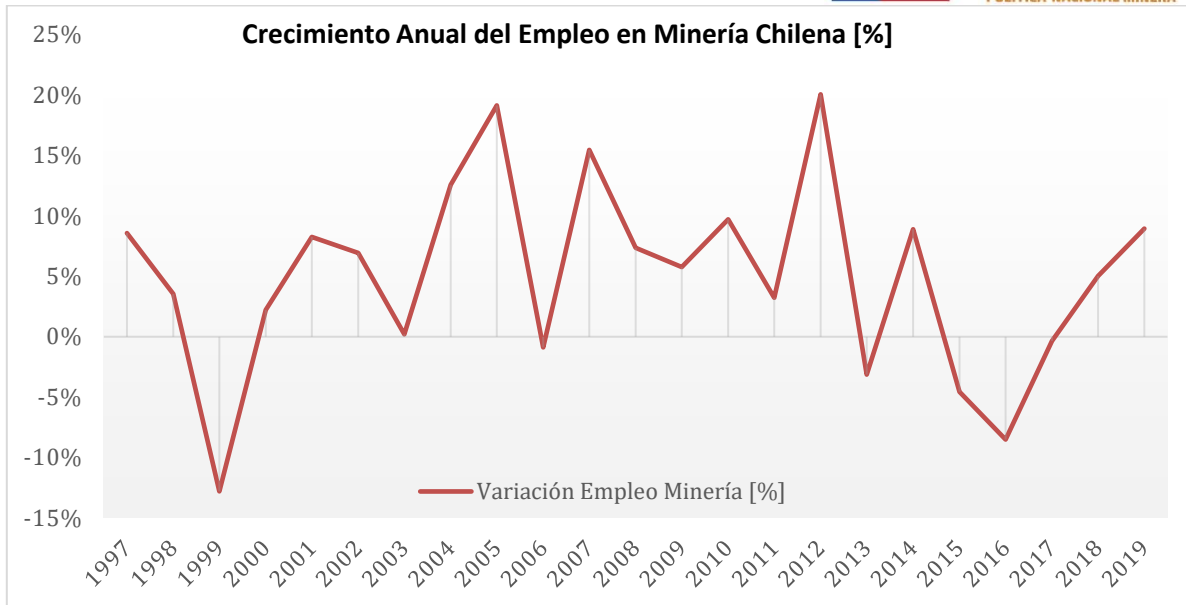


Figura 4. Crecimiento anual de empleo en minería chilena. Fuente: Elaboración propia con datos Comisión Chilena del Cobre (2020).

De la Figura 4 se observa que, en cuanto al empleo en la minería chilena, posterior al descenso pronunciado entre los años 2015 y 2016 con un decrecimiento medio anual 6,8%, en el año 2017 hubo un repunte que se confirma en el año 2018 donde el crecimiento obtuvo una cifra positiva de 4,9%, superior al año 2017 que tuvo un crecimiento de -0,3%.

En este contexto, es importante destacar que la integración de más tecnología en el sector y en cualquier industria genera oportunidades de reconversión de empleos, generando movilidad en los puestos de trabajo y generando nuevos puestos para nuevas necesidades. Frente a los rápidos avances tecnológicos, con la automatización y la inteligencia artificial, la industria minera debe ser capaz de aprovechar los beneficios que se asocian a ellos.

La productividad requiere de ajustes frente a los nuevos desafíos y oportunidades que surgen. En este sentido, frente a la Cuarta Revolución Industrial, se requiere una activa participación en el proceso de cambio tecnológico, potenciando la generación de soluciones, la transferencia y la adopción de tecnologías para la industria.

En particular, para fortalecer la productividad se requiere incorporar tecnología y capital humano capaz de absorberlo, usarlo, mejorarlo y crearlo. La tecnología contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos productivos, complementando la labor de los trabajadores y permitiendo la simplificación de tareas. Estos aportes permitirán mejorar múltiples ámbitos como la seguridad y la sustentabilidad (ambiental, social y económica).

De acuerdo con el Documento de Trabajo N°59 Mercado Laboral Chileno para la Cuarta Revolución Industrial de los autores Bravo, García y Schlechter, elaborado por el centro de estudios CLAPES UC en 2019, utilizando una metodología de asociación de datos mediante *machine learning*, se estima que la probabilidad promedio ponderada de automatización en Chile es de 42,2%, a la vez que el 17,0% de los empleos presentan un alto riesgo de automatización (Bravo J, García A y Schlechter H. 2018). En particular, la distribución de riesgo de automatización de la rama de actividad económica “Minas y Canteras” tiene una probabilidad promedio de 52,3%, mientras que el porcentaje de trabajos en alto riesgo es de 27,6% (cifras superiores al promedio nacional).

A su vez, se debe aprovechar el capital humano presente y futuro. La evidencia empírica es bastante contundente en mostrar el impacto beneficioso de la inmigración sobre el crecimiento económico, lo cual ocurre a través de varias vías, entre ellos la productividad, capital físico y capital humano (Informe Laboral CLAPES UC (2016) “Impactos económicos de la inmigración en Chile en un contexto de envejecimiento de la población”). Esto debe ir acompañado de educación y capacitación adecuadas, generando las competencias necesarias para las labores.

Debido a lo anterior, es necesario aprovechar las oportunidades que presenta el cambio tecnológico, tales como ganancias de productividad y de desempeño en múltiples ámbitos, como por ejemplo seguridad y medio ambiente. Es más, tras la experiencia de la pandemia del año 2020 y el teletrabajo, se obtienen aprendizajes y se fuerza a incorporar aceleradamente parte del cambio tecnológico. Por ello, para aumentar la competencia, es necesario incrementar los esfuerzos de absorción, aprendizaje e innovación tecnológica, lo cual requiere capital humano con las competencias respectivas. Si bien existen iniciativas que buscan abordar este desafío (productividad, cambio tecnológico y capital humano), este debe ser abordado en una política minera nacional.

III. DESAFÍO 1: PRODUCTIVIDAD PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LA MINERÍA

La productividad del sector minero ha experimentado un importante deterioro. Tanto COCHILCO como la CNP han desarrollado estudios en los cuales se concluye que la caída de productividad en el periodo 2000 a 2014 fluctuó entre 1,0% a 1,4% anual, reflejando una importante brecha con países mineros líderes a nivel mundial. Por su parte, estudios de CLAPES UC señalan que la productividad media laboral de la industria minera nacional sostuvo una caída de 2,0% entre los años 1997 y 2018, mientras que la caída de productividad total de factores presentó una caída media anual de 7,0% en el mismo periodo.

Estudios de COCHILCO y la CNP muestran también que existen grandes diferencias de productividad entre faenas nacionales. Por ejemplo, se observa que algunas operaciones tienen numerosos niveles de supervisión, que parecen ser innecesarios, o se constata la existencia de reglas laborales complejas las cuales generan considerables pérdidas de tiempo. En este sentido, se puede sostener que existen espacios de mejora en lo que respecta a la competitividad de la industria. No obstante, es importante mantener estándares en protocolos de salud y seguridad. La idea de mejorar productividad para Chile del 2050 debe estar asociado a un empleo digno.

Existe un amplio consenso respecto de la necesidad de revertir el deterioro que ha experimentado la productividad de la industria minera en las últimas décadas, especialmente frente a escenarios de leyes de mineral decrecientes, nuevas condiciones geológicas y geomecánicas de los depósitos, sostenibilidad medioambiental, relacionamiento con las comunidades además de la cuarta revolución industrial. Reducir el deterioro de la productividad no puede tener como enemigo la sostenibilidad ambiental o la relación con las comunidades.

Sumado a lo anterior, la crisis sanitaria producida por el Covid-19 así como la consecuente crisis económica han generado distorsiones considerables en la evolución de variables que se utilizan como insumos para calcular indicadores de productividad, tales como el número de ocupados, las horas efectivas trabajadas y el real uso del capital para la producción (intensidad y tiempo de uso). La no incorporación de estas distorsiones podría generar un mal diagnóstico de la productividad a futuro, especialmente en el año 2020. Es importante tener indicadores confiables para poder realizar recomendaciones que mejoren la productividad y no implementar cambios con información inadecuada.

La minería sostenible exige adaptarse a los cambios y requerimientos integrando aspectos técnicos, empresariales, ambientales y sociales, entre otros (Matysek A. Fisher B. 2016). La productividad en este sentido y según lo expuesto por *Productivity Commission of Australian Government (2019)*, es una variable fundamental a considerar cuando se fijan objetivos y metas de mediano y largo plazo.

Objetivo estratégico 1: Generar una estrategia de monitoreo y evaluación periódica de la productividad

Disponer de un proceso sistemático y estructurado de monitoreo de la productividad del sector minero y conocer las brechas existentes con los principales países mineros, son piezas fundamentales para impulsar acciones efectivas en pos de mejorar la productividad en las empresas mineras, así como de la cadena de abastecimiento del sector.

De forma paralela, el acceso a la información para calcular indicadores de productividad es clave, por lo que se debe trabajar en su unificación, sistematización y disponibilidad de libre acceso.

I. Acción: Establecer un mecanismo objetivo de medición de la productividad

Realizar un seguimiento y monitoreo a través de indicadores adecuados de productividad minera, permitirá identificar las brechas existentes, analizar y evaluar oportunidades de mejora. Un sistema de monitoreo y evaluación técnicamente robusto, independiente y confiable, es un instrumento que puede facilitar el diálogo y las acciones colectivas. Estos indicadores de productividad deben considerar e incorporar correcciones por factores geológicos -por ejemplo, la ley del mineral- y la evolución de las variables incidentes -por ejemplo, las horas efectivamente trabajadas o el real consumo de capital-, puesto que disponer de un correcto diagnóstico permite una mejor toma de decisiones. En efecto, existen periodos en donde los cálculos de productividad pueden estar dramáticamente distorsionados en caso de no hacer las correcciones correspondientes. Así, por ejemplo, la pandemia ha generado reducciones abruptas en la contribución del factor trabajo, pero no solo en la cantidad de empleo, sino en las horas efectivas trabajadas. Al trimestre mayo-julio 2020 las horas efectivas trabajadas en la minería cayeron 20,4% anual. Si se considera una participación del factor trabajo en la minería del 15%, el impacto estaría en torno a 3%, lo que cuantitativamente es muy grande. La no incorporación de horas efectivas trabajadas en el cálculo hará imputar erróneamente dicho monto a una reducción de productividad, cuando en realidad es una menor contribución del factor trabajo. La no incorporación de horas efectivas también distorsiona el cálculo en periodos de auge, puesto

que la mayor producción no solo se sostiene con mayor número de trabajadores, sino que también realizando jornadas laborales efectivas más extensas para cubrir las necesidades de producción, lo cual es una mayor contribución del factor trabajo, pero que si no se incorpora en el cálculo será atribuida erróneamente a una mayor productividad.

En este sentido, se plantea generar indicadores periódicos que reporten la evolución de factores que inciden en la productividad. El logro de esta iniciativa requiere de acciones coordinadas entre empresas mineras y de proveedores, trabajadores y el Estado. Es importante que los indicadores se puedan detallar por proceso, área y por dotación global. Paralelamente, deben definir una frecuencia de publicación que puede ser diferenciada según el indicador y su adecuación al objetivo de la política minera. En síntesis, construir una herramienta de monitoreo y estadística, que permita el acceso a información de forma pública.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Actualización periódica de indicadores de productividad: Institucionalizar el esfuerzo desarrollado por el Comisión Nacional de Productividad (CNP) y COCHILCO para contar con un conjunto de indicadores de productividad, que puedan ser medidos con una frecuencia definida a través de una metodología estandarizada y confiable, y que permita monitorear su evolución. Este monitoreo se puede entregar de forma pública a través de una publicación anual y estar en línea con similares estándares de medición de otros países mineros. Es importante evaluar el periodo de generación de indicadores y considerar otros factores como costos variables y bonificaciones asociados a producción y productividad en los reportes.
- b. Estudio detallado de causas, brechas y acciones para fortalecer el desarrollo de la productividad (cada 3 a 5 años): Como complemento de la acción anterior, desarrollar periódicamente estudios en profundidad de los principales factores que determinan los indicadores definidos para la medición de la productividad. Por ejemplo, la productividad media laboral (PML), la productividad total de factores (PTF), la productividad del capital, entre otras medidas para la industria minera. Este documento puede servir de insumo para la elaboración y perfeccionamiento de políticas públicas, regulaciones, programas universitarios y de instituciones de formación, de centros tecnológicos, estrategias empresariales, etc. Estos indicadores deben considerar la opinión de los principales estamentos involucrados.

La CNP realizó en 2017 una serie de recomendaciones basada en el estudio de productividad de las principales faenas mineras de Chile. Estas constituyen un

primer paso coherente en el corto plazo. Impulsar la implementación de estas acciones aparece como una tarea temprana, que requiere de un compromiso y gestión activa para su efectiva concreción. Una mesa de productividad liderada por el Ministerio de Minería con la activa participación de empresas, trabajadores y proveedores podría ser una buena solución para avanzar hacia la implementación.

- c. Medición y evaluación de la productividad en la pequeña y mediana minería: Hoy no se cuenta con datos, indicadores, o información que permita entender que pasa con la productividad de la pequeña y mediana minería. Desarrollar la primera medición y estudio de este segmento, con similares indicadores que la gran minería, debería ser una prioridad para fortalecer su competitividad y sostenibilidad, mediante una clara identificación de causas y soluciones propias de este tipo de empresas. Además, esta información ayudaría a identificar el espacio existente para la innovación y desarrollo tecnológico en torno a este segmento de la industria, a partir de eso, comprometer recursos de Estado para apoyar la inversión necesaria para poder mantener un sistema de seguimiento de variables.

- **Metas 2030:**

- Disponer de una metodología de medición y seguimiento de la productividad minera, alineado con estándares de medición internacionales, como una aspiración, llegar al 2030 con la metodología implementada.
- Revisión periódica de los indicadores, utilidad y pertinencia de los mismos, incorporando otros indicadores que pudiesen ser más adecuados y modificando aquellos que no lo sean.
- Monitorear la productividad de la industria nacional en el primer cuartil a nivel internacional, definiendo el periodo de la generación de indicadores.

- **Metas 2050:**

- Monitorear la productividad de la industria nacional en el primer cuartil a nivel internacional.
- Situar a Chile en el primer cuartil de costos de la industria minera a nivel internacional.

- **Responsables:** Ministerio de Minería y COCHILCO.

- **Participantes:** Fundación Chile, CNP, SONAMI, SERNAGEOMIN, CODELCO, ENAMI, Consejo Minero, organizaciones de trabajadores (federaciones, confederaciones), entre otros.

- **Indicadores:**
 - Publicación de un anuario de productividad a nivel internacional a partir del 2023 para la gran minería y 2025 para toda la industria.
 - Publicación periódica de indicadores de productividad a nivel nacional y a nivel de empresas (PML, PTF, productividad del capital).
 - Publicación periódica de indicadores de productividad sustentable (consumo de agua, emisiones, consumo de energía limpia versus contaminantes). Publicación periódica de informes públicos sobre brechas de productividad y acciones para abordarlas.
 - Publicación de documentación con número de acciones implementadas y su impacto.
 - Publicación de estadística nacional comparada de dotaciones y empleo, tipos de contrato y demografía laboral. Observar la demanda laboral y la composición de tendencia de la demanda laboral de la gran minería.
 - Observatorio de huelgas y negociaciones colectivas.
 - Publicación de guía con buenas prácticas y recomendaciones basadas en los mejores ejemplos de la industria local e internacional.
 - Medir la tasa de respuesta de empresas (es importante el compromiso de las empresas en esta iniciativa).
 - Mantener y publicar un indicador de costos de la industria minera de Chile e internacional.

- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: Conocer el estado actual de la productividad minera y su evolución, permitiría detectar oportunidades de mejora en relación con el uso de recursos naturales (agua, energía), la generación de emisiones y residuos.
 - Social: Establecer un mecanismo de cálculo y medición objetiva de la productividad permitiría aumentar la transparencia ante la sociedad, el mercado y las empresas.
 - Económica: El cálculo de indicadores de productividad minera permitiría conocer el estado actual y la evolución de la productividad minera lo que a su vez permitiría detectar oportunidades de mejora en los procesos y uso de recursos para la producción.

II. Acción: Gestionar y potenciar mecanismos de acceso a información minera

Para calcular indicadores de productividad se requiere acceder a la información que permita realizar dicho cálculo. Esta información debe ser robusta, fidedigna y adecuada para los objetivos definidos. En este sentido, potenciar mecanismos de acceso a información minera (tanto geológica, normativas, seguridad, laborales, así como de proyectos), así como la sistematización e integración de dicha información en un sistema único nacional (cuidando los intereses comerciales y estratégicos de las empresas, y el interés nacional de la condición social del trabajo y medioambiente que genera la industria minera). Esto permitiría mejorar la transparencia de los datos y realizar diagnósticos más precisos.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Gestionar una plataforma digital de acceso a información pública que concentre información geológica, operativa, normativas, seguridad, antecedentes y aspectos laborales, e información de proyectos. De esta forma, se transparentaría hacia la sociedad y el mercado información útil para diseñar políticas públicas que permitan mejorar la productividad, empleo, seguridad, salud y demografía laboral en la industria minera.
- b. Incorporar en la plataforma digital datos e indicadores de sustentabilidad, tales como consumo de agua, consumo energético (renovable y no renovable) -según tipo-, emisiones generadas y residuos. Esto potenciaría la generación de políticas públicas que mejoren tanto la productividad como la sustentabilidad de la minería.

- **Metas 2030:**

- Disponer de una plataforma digital de acceso a información minera y registro de proveedores y empresas, administrada por una entidad formal que busque la mejora continua.
- Disponer ya a esa fecha, de información de cobertura local y nacional de pequeña, mediana y gran minería.

- **Metas 2050:**

- Avanzar en cobertura internacional del registro de información.
- Generar alianzas e intercambios metodológicos a nivel internacional de acuerdo a las mejores prácticas, información y generación de indicadores.

- **Responsables:** Ministerio de Minería (coordinador), Consejo Minero y SONAMI.
- **Participantes:** CChC, CODELCO, ENAMI, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio del Medio Ambiente, organizaciones de trabajadores representativas del sector (federaciones y confederaciones).
- **Indicadores:**
 - Publicación de una plataforma digital de información minera.
 - Publicación de datos e indicadores de sustentabilidad minera.
 - Medida de avance en transparencia.
- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: Conocer datos e información de productividad relacionada a la sustentabilidad (consumo de agua, energía y emisiones generadas) permitiría detectar oportunidades de mejora en cuanto a su uso.
 - Social: Disponer de datos e información objetiva de variables e insumos para la productividad, incorporando el ámbito sustentable, mejoraría la transparencia ante la sociedad. Redireccionar la oferta académica y formativa de empleos. Mejorar la trazabilidad de políticas de intervención ejecutadas respecto a paridad de género, por ejemplo.
 - Económica: Disponer de datos e información objetiva permitiría mejorar la transparencia ante el mercado y los reguladores, afectando la inversión y el desarrollo de proyectos mineros.

Objetivo estratégico 2: Mejorar la productividad y organización del trabajo

Se estima que existen importantes espacios para mejorar la productividad, los cuales se relacionan con cambios o adaptaciones sobre cómo se organiza el trabajo, incluyendo la organización de turnos, adopción de polifuncionalidad y trabajos a distancia, entre otras medidas. En particular, las nuevas tecnologías y el cambio tecnológico generan nuevas posibilidades de organizar el trabajo las que pueden ser un requisito para la plena captura de las ganancias de productividad.

1° Turnos: En función de la continuidad operacional deben tomar relevancia de excepcionalidad, y no constituirse como norma.

2° Formación integral: Se deben plantear resguardos respecto a la condición para ejercer tareas, permitir flexibilidad y dinamismo en la industria minera, regulando su implementación. Se debe definir la formación integral durante la implementación del desafío 1 e ir actualizándola de acuerdo al dinamismo de la industria.

3° Trabajo a distancia: Considerar la importancia de la desconexión digital, a la provisión de herramientas e infraestructura del ejercicio, a la legalidad sobre accidentes del trabajo, y a la trazabilidad de las horas extras y horarios límites de dicho trabajo.

Mantener un proceso de diálogo entre trabajadores, colaboradores, comunidades y empresa, que sea constructivo desde un propósito común, así como una regulación laboral que recoja adecuadamente las posibilidades de mejoras es un factor central en una agenda de largo plazo, cuidando la calidad del empleo.

I. Acción: Lograr mayor eficiencia y calidad en la gestión pública y administrativa (reingeniería)

Existe consenso en que logrando un ahorro en los tiempos de trámites y en el uso de recursos derivado de una eficiente gestión pública y administrativa, con calidad regulatoria y reglas claras se podría mejorar la productividad. Para lo anterior se requieren de mecanismos que permitan reorganizar el trabajo.

Entre las acciones se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Analizar y revisar estudios internacionales sobre sistemas de incentivos que fomenten la productividad laboral y la productividad no asociada a aumentos de trabajo y capital.
- b. Homologar y reducir trámites asociados a actividades que generan duplicidades o no requieren estrictamente su aplicación de forma repetitiva. Por ejemplo, la implementación del pasaporte minero para ingresar a distintas faenas en tiempos acotados (cuando los exámenes de salud y permisos correspondientes se encuentran vigentes).
- c. Gestionar una oficina de grandes proyectos mineros, o bien potenciar la oficina GPS del Ministerio de Economía asociado a proyectos mineros, con el fin de destrabar trámites y reducir duplicidades asociadas a los proyectos.

d. Potenciar el acceso a información desde plataformas digitales (asociado al objetivo estratégico anterior), de forma de centralizar la información, facilitar su acceso y reducir duplicidades innecesarias.

- **Metas 2030:**

- Disponer de trámites homologados y sin duplicidades.
- Disponer de una plataforma digital que concentre información (entre ellas información organizacional).

- **Metas 2050:**

- Disponer de una oficina de grandes proyectos mineros (sinergia con el Ministerio de Economía).

- **Responsables:** Ministerio de Minería y Consejo Minero.

- **Participantes:** SONAMI, CChC, CODELCO, ENAMI, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio del Trabajo y Organizaciones Sindicales de Trabajadores del Sector (Federaciones y Confederaciones).

- **Indicadores:**

- Número de trámites y tiempo requerido para la obtención de resultados.
- Creación (o potenciar) de oficina de grandes proyectos mineros.
- Publicación de plataforma digital de información minera.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: -
- Social: -
- Económica: La reducción de trámites y ahorro de tiempo y recursos por una mejor eficiencia organizacional (reingeniería), permitiría a su vez mejorar la productividad minera.

II. **Acción: Mejorar mecanismos de relacionamiento entre comunidades y empresas**

Las comunidades cada vez alcanzan mayor relevancia cuando se gestiona y realiza un proyecto. La incorporación de las mismas al diálogo y durante el ciclo de vida de un proyecto es fundamental para alcanzar acuerdos tempranos y de mutuo beneficio. Existe

consenso en que logrando acuerdos tempranos y evitando imprevistos futuros se podría mejorar la productividad. Para ello se requiere de mecanismos que permitan reorganizar el trabajo.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Gestionar y alcanzar acuerdos entre comunidad y empresa para la aprobación y desarrollo de proyectos mineros de mutuo beneficio y común acuerdo.
- b. Lograr un estándar sustentable a través de productividad limpia (reconversión de las operaciones actuales y preparación de las operaciones futuras).
- c. Potenciar la cooperación entre empresas a través del uso de infraestructura (plantas desaladoras, campamentos mineros), capital (maquinaria y equipos) y procesos, con diálogo y cooperación. Se añade además la cooperación entre sindicatos (negociación laboral y con las empresas).
- d. Conversar los temas sobre el trabajo realizado y la rendición de cuentas en un espacio de dialogo entre las comunidades y las empresas.

- **Metas 2030:**

- Disponer de una metodología de relacionamiento con la comunidad y entre empresas.
- Disponer de una guía de buenas prácticas y mecanismo de autoevaluación, para relacionamiento con la comunidad.
- Disponer de un mecanismo y espacio de diálogo entre las comunidades y las empresas.

- **Metas 2050:**

- Disponer de una regulación que fomente la cooperación entre empresas y la comunidad para compartir el uso de infraestructura, capital y procesos.

- **Responsables:** Ministerio de Minería y Consejo Minero.

- **Participantes:** SONAMI, CChC, CODELCO, ENAMI, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Organizaciones Sindicales del Sector (Federaciones y Confederaciones).

- **Indicadores:**

- Publicación de metodología de relacionamiento entre comunidades y empresas y entre las mismas empresas.
- Número de acuerdos alcanzados entre comunidad y empresas y entre las mismas empresas.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Potenciales beneficios ambientales a través del logro de acuerdos tempranos y sustentables.
- Social: Mejora la transparencia ante la sociedad y las comunidades
- Económica: Potenciales beneficios por reducción de imprevistos y plazos a través de acuerdos tempranos entre comunidad y empresas y entre las mismas empresas.

III. **Acción: Lograr estándares laborales en la relación entre trabajadores y empresas**

Relaciones laborales entre trabajadores y empresas mutuamente beneficiosas son fundamentales para mejorar la productividad. En este sentido, se deben alcanzar acuerdos a través de mesas de diálogo y mejorar los estándares de la regulación laboral vigente.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Analizar y revisar estudios internacionales sobre cambios en la regulación laboral (especialmente estatuto laboral minero) frente al cambio tecnológico, la aparición de nuevos perfiles y modelos contractuales. Identificar los empleos en la minería que están en alto riesgo de automatización para identificar grupos prioritarios para los procesos de reconversión laboral.
- b. Mesa de trabajo y diálogo permanente entre empresa y trabajadores para mejorar la productividad.
- c. Generación de empleo local e ingresos para las comunidades cercanas.

- **Metas 2030:**

- Disponer de una hoja de ruta para la reconversión laboral y la regulación laboral asociada para mejorar la productividad.
- Disponer de una mesa de trabajo y diálogo permanente entre trabajadores y empresa para mejorar la productividad.

→ Monitorear y difundir estadísticas de empleo de mujeres en minería que permitan a cada empresa medir brechas y plantearse metas.

- **Metas 2050:**

- Disponer de los mejores estándares internacionales en términos de relación y regulación laboral minera.

- **Responsables:** Ministerio de Minería y Consejo Minero.

- **Participantes:** SONAMI, CChC, CODELCO, ENAMI, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio del Trabajo, Organizaciones Sindicales del Sector (Federaciones y Confederaciones).

- **Indicadores:**

- Publicación de hoja de ruta de reconversión laboral.
 - Creación de mesa de diálogo entre trabajadores y empresas.
 - Número de acuerdos alcanzados entre trabajadores y empresas.
 - Índice de conflictividad (frecuencia y gravedad).

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: -
 - Social: Generación de empleo y movilidad local.
 - Económica: Generación de empleo e ingresos en las localidades cercanas a los proyectos mineros.

IV. Acción: Trabajar en mayor institucionalidad en la industria minera

La institucionalidad en la industria minera es clave, tanto a nivel nacional como internacional, para un correcto desarrollo de la industria. La confianza de los inversionistas y el esfuerzo aplicado en el desarrollo de los proyectos podría modificar considerablemente la productividad del sector.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Disponer de una institucionalidad de proyectos mineros y la industria en general que otorgue seguridad jurídica.

- b. Levantamiento de las principales áreas o aspectos que en los últimos 5 años han dificultado la implementación de nuevos proyectos y propuesta de acciones de mejora.
- c. Identificar claramente aquellas situaciones que han provocado incertidumbre en la actual institucionalidad y generar planes de acción para corregir.

- **Metas 2030:**

- Disponer de una hoja de ruta para mejorar la institucionalidad de la industria minera.

- **Metas 2050:**

- Disponer de los mejores estándares internacionales en términos de institucionalidad y regulación minera que otorgue seguridad jurídica.

- **Responsables:** Ministerio de Minería y Consejo Minero.

- **Participantes:** SONAMI, CChC, CODELCO, ENAMI, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio del Trabajo, Ministerio del Medio Ambiente, Organizaciones Sindicales del Sector (Federaciones y Confederaciones).

- **Indicadores:**

- Publicación de hoja de ruta de adaptación de la institucionalidad de la industria minera.
- Publicación de documento de estándares internacionales en términos de institucionalidad y seguridad jurídica, posicionando y comparando con Chile.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Potencial beneficio por correcto mecanismo de filtro de proyectos mineros que otorgue seguridad jurídica cuidando el medio ambiente.
- Social: Mejora la transparencia ante la sociedad.
- Económica: Mejora la transparencia ante las empresas, el mercado e inversionistas, dejando las reglas claras y sin ambigüedades y reduciendo los futuros imprevistos derivados de problemas con la seguridad jurídica.

V. **Acción: Potenciar la innovación organizacional y lograr un estándar en Chile como motor de innovación**

No cabe duda que la incorporación e implementación de la innovación útil, correctamente aplicada y que agregue valor es un beneficio para la industria minera. Con esto, situar a Chile como un referente a nivel mundial como productor de cobre (y otros minerales) además de otros ámbitos tales como seguridad, laboral, social y ambiental, así como lograr que Chile sea un motor de innovación a través de la generación e implementación de tecnología es un desafío y objetivo ambicioso pero posible de alcanzar.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Incorporar, crear y/o adaptar tecnología e innovaciones a la organización para mejorar la productividad.
- b. Potenciar a Chile como un referente a nivel mundial no solo en producción de cobre, sino que, en ámbitos laborales, de seguridad, social, ambiental, tecnológico y de innovación minera.

- **Metas 2030:**

- Disponer de una hoja de ruta para potenciar la innovación, creación y adopción de tecnología en la organización para mejorar la productividad.
- Dar visibilidad a fundaciones, organismos, instituciones y empresas que participen activamente en la incorporación de innovación en minería, permitiendo búsqueda precisa y ágil a potenciales usuarios.

- **Metas 2050:**

- Posicionar a Chile como un referente a nivel internacional en ámbitos de producción de cobre, seguridad, aspectos laborales, sociales, ambientales, tecnológicos y de innovación.

- **Responsables:** Ministerio de Minería y Consejo Minero.

- **Participantes:** CORFO, SONAMI, CChC, CODELCO, ENAMI, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio del Trabajo, Ministerio del Medio Ambiente.

- **Indicadores:**

- Publicación de hoja de ruta para potenciar la innovación minera en Chile.
- Posicionamiento de Chile a nivel internacional en términos de innovación, tecnología, seguridad, ámbitos laborales, sociales y ambientales mineros.
- Registro de patentes de nuevos desarrollos tecnológicos, con aplicación efectiva en la industria minera.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Potencial beneficio por implementación de innovaciones y tecnologías sustentables para mejorar la productividad derivadas de la política de posicionamiento de Chile como referente internacional.
- Social: Mejora las oportunidades de acceso y capacitación de tecnología e innovaciones en el ámbito civil derivado de la implementación en la industria minera.
- Económica: La correcta utilización, creación y/o adopción de tecnología e innovaciones que agreguen valor permite mejorar la productividad (en todo ámbito, incluyendo la productividad sustentable).

IV. DESAFÍO 2: CAPITAL HUMANO PARA PARTICIPAR Y APROVECHAR EL CAMBIO TECNOLÓGICO

Dos importantes pilares para generar crecimiento y valor agregado son el capital y el trabajo. En cuanto al trabajo, este es representado por los trabajadores y la labor que realizan, mientras que el capital puede ser representado por un conjunto de elementos entre los cuales se incluyen la disponibilidad y utilización de los activos y las exigencias regulatorias, maquinarias y equipos, insumos, entre otras. En base a lo señalado en *The Canadian Minerals and Metals Plan (2019)* y *The Mining Association of Canada (2019)*, se requiere guiar los avances para potenciar y mejorar el capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico y las bondades que ofrece.

El cambio tecnológico está generando y va a generar un importante impacto en los perfiles y requerimientos de las competencias laborales que necesitará la minería. Por ejemplo, se espera un fuerte aumento de las competencias asociadas a automatización y operación remota.

Adicionalmente, gracias a los avances en digitalización, las actividades rutinarias podrían ser reemplazadas por algoritmos. Específicamente, la probabilidad promedio de automatización entre los trabajadores del sector minero es 52,3%, encontrándose en alto riesgo de automatización el 27,6% (es decir, un 27,6% de los ocupados en el sector minero tiene una probabilidad de automatización superior al 70%) según Bravo, García y Schlechter (Documento de Trabajo N°59 de CLAPES UC, 2019). Asimismo, en Bravo (2020) se encontró que esos trabajos en alto riesgo de automatización en la minería se concentran en conductores de vehículos motorizados y operadores de máquinas e instalaciones mineras. Ahora bien, es preciso tener en cuenta que en dichos estudios solo se considera la factibilidad de la automatización en base a la composición de habilidades de los trabajadores, y no considera otros determinantes que también juegan un rol importante en las decisiones de automatización, tales como los factores económicos (costos relativos de la tecnología y el trabajo humano) y normativos (normativa laboral y rol de sindicatos).

Las nuevas tecnologías y la creciente automatización de los procesos mineros tienen un impacto en el capital humano, en términos de empleo, formación y capacitación, efecto que se intensificará en los próximos años. Por estas razones, es fundamental trabajar en potenciar el capital físico y capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico.

Objetivo estratégico 1: Mejorar la productividad del capital

Ampliar las funciones del capital físico (tanto de producción minera como de construcción y proveedores) a otras faenas similares, permitiendo optimizar el uso de los recursos. Por ejemplo, uso de infraestructura, maquinaria y equipos compartida. Se debe considerar los aspectos regulatorios en cuanto a diseño, construcción y operación de infraestructura y capital compartido, así como flexibilidad y facilidad para poder ingresar y hacer uso de este capital.

I. Acción: Ampliar las funciones del capital físico en la industria minera

Para ampliar las funciones del capital físico, haciendo posible sostener infraestructura y capital compartido, se requiere primero identificar los obstáculos y barreras que puedan existir y establecer una hoja de ruta clara para avanzar en su regulación. Destacando la oportunidad de compartir activos e infraestructura entre el estado y los privados y entre los privados y el estado con las comunidades.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en la flexibilización y optimización en el uso de recursos, infraestructura, equipos y maquinaria identificando los obstáculos y barreras que pueda existir en su implementación y posterior uso y plasmarlo en una hoja de ruta clara.
- b. Avanzar en la normativa y regulación, elemento clave para poder avanzar de manera ordenada en la implementación y operación de infraestructura y capital compartido.

● Metas 2030:

- Disponer de una regulación actualizada en relación al uso de infraestructura y capital compartido.
- Disponer de una hoja de ruta para identificar barreras y obstáculos asociados a la flexibilidad y uso de infraestructura y capital compartido antes de 2023.
- Disponer de normativas y reglamentación actualizada para el uso de tecnología para la transformación digital.

● Metas 2050:

- Situar a Chile como referente internacional en el uso de infraestructura y capital compartido y en el uso de tecnología en minería.

● Responsables: Ministerio de Minería

- **Participantes:** COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, Ministerio de Salud, Dirección del Trabajo, Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCH), MOP.

- **Indicadores:**
 - Identificación de polos productivos donde se puedan generar mayores incentivos locales o centrales al uso de capital compartido y cuantificación de sinergias con sus beneficios, ejemplo: sinergia comuna Sierra Gorda (3 mineras en un radio de 20 kms.), sinergias Calama, sinergias Alto Hospicio/Iquique.
 - Publicación de índice de disponibilidad y utilización de uso de infraestructura, maquinaria y equipos, junto con su categoría según tipo de uso (individual o compartido), salvaguardando la confidencialidad de cada empresa.
 - Publicación de hoja de ruta clara identificando barreras y obstáculos para implementar el uso de infraestructura y capital compartido.
 - Publicación de normativa y regulación asociada al uso de infraestructura y capital compartido.
 - Grado o nivel de sinergia de infraestructura y capital compartido entre faenas y empresas.
 - Costo de financiamiento de los proyectos (individuales y compartidos) y relación con institucionalidad y leyes (regulaciones).

- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: Beneficios medioambientales por optimización en el uso de recursos y regulación en el uso y residuos generados en el uso de infraestructura y capital (individual y compartido) y generación de mayor disponibilidad de recursos para el desarrollo de proyectos que agreguen valor ambiental y social.
 - Social: Reducción de impacto producto de menor cantidad de obras en construcción y operación. Anticipación de proyectos de beneficio social por una mayor disponibilidad de recursos y menores costos de construcción al tener mejor utilización de los activos.

- Económica: Beneficios económicos por optimización en el uso de recursos, infraestructura y capital, mejorando la competitividad de Chile como jurisdicción minera. Mejora la claridad y transparencia en el uso de infraestructura y capital, que finalmente impacta en la inversión minera.

II. Acción: Gestionar un pasaporte minero tecnológico para ingreso de trabajadores y capital.

Gestionar un pasaporte minero tecnológico para reducir tiempos improductivos, tanto en el proceso de acreditación previo a iniciar un contrato, como en el control y registro manual en el día a día de trabajadores, maquinarias y equipos puede ser un avance importante. En este sentido, es ideal potenciar y mejorar el uso del capital mediante el uso de tecnología de registro y control (un pasaporte minero) que facilite estas acciones para trabajadores y equipos incluso entre faenas distintas con elementos compartidos.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en la digitalización de información, control y eficiencia en el uso de recursos, infraestructura, personas y capital para reducir tiempos improductivos.
- b. Avanzar en ampliar el alcance de la tecnología en el campo de control y obtención de estadísticas de disponibilidad de uso de capital y disponibilidad de trabajadores.
- c. Avanzar en la definición de vigencia de exámenes estándar para minería y capacitaciones, entregando estos registros a una base de datos única nacional con acceso por trabajador y no por mutualidad o empresa como es en la actualidad.
- d. Definir estándares según sea al proceso minero al cual se haga referencia, que permitan lograr un proceso único de acreditación.
- e. Reconocer lo que ya se ha avanzado y desde ahí reforzar y construir.

- **Metas 2030:**

- Disponer al 2025 de un pasaporte minero y base de datos nacional minera, en base a tecnología y digitalización que facilite y acelere los procesos de registro y control en las faenas y entre ellas.
- Disponer de normativas y reglamentación actualizada para el uso de información y tecnología asociada al registro y control de trabajadores y capital.

- **Metas 2050:**

- Situar a la minería chilena como referente internacional, exportador de experiencia, nuevo conocimiento y tecnología para la minería y a otros sectores para el desarrollo de productividad.

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, Ministerio de Salud, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Dirección del Trabajo, Empresas mineras, Empresas y gremios de proveedoras y trabajadores, IIMCH.

- **Indicadores:**
 - Disponibilidad de pasaporte minero tecnológico y digital para registro y control de trabajadores y capital.
 - Publicación de normativa y regulación asociada al uso de información y tecnología asociada al registro y control de trabajadores y capital.

- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: Mejor uso de los recursos y energía producto de un mejor aprovechamiento del tiempo.
 - Social: Menor pérdida de tiempo para trabajadores en acceso a las faenas.
 - Económica: Beneficios económicos por optimización en el uso de recursos y reducción de tiempos improductivos en el registro y control de ingreso de trabajadores y capital desde faenas.

III. **Acción: Establecer criterios únicos y de manera explícita sobre el establecimiento de comedores móviles.**

Un aspecto puntual en relación al uso de infraestructura que permitiría reducir tiempos improductivos en el establecimiento de comedores móviles. Una recomendación establecida por la CNP (2017) dice relación con establecer criterios únicos y de manera explícita en este campo. Esto podría mejorar la productividad del capital, reduciendo tiempos improductivos, pero a su vez permitiendo optimizar el uso de estos elementos.

Entre las acciones que se recomienda realizar destaca avanzar en establecer criterios únicos y de manera explícita para el establecimiento de comedores móviles en las faenas mineras.

- **Metas 2030:**
 - Publicación de criterios únicos y explícitos para el establecimiento y uso de comedores móviles antes de 2023, salvaguardando la realidad de cada faena minera, reconociendo el concepto y ajustando la legislación laboral para

entregar la flexibilidad suficiente para adoptarlo, con acuerdo de los trabajadores.

→ Disponer de una reglamentación asociada a comedores móviles y uso de infraestructura y capital compartido.

- **Metas 2050:**

→ -

- **Responsables:** Ministerio de Minería, Ministerio de Salud, Dirección del Trabajo.

- **Participantes:** COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, Sonami, Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

→ Disponibilidad de criterios únicos y explícitos asociado al establecimiento y uso de comedores móviles.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

→ Ambiental: Menos distancia de traslado para trabajadores lo que implica una menor generación de viajes y emisiones.

→ Social: Beneficio para los trabajadores y empresas por una mejor regulación en el establecimiento y uso de comedores móviles. Podría mejorar la comodidad y reducir tiempos de desplazamiento (distancia a recorrer), lo que implica una menor exposición al riesgo.

→ Económica: Beneficios económicos por optimización en el uso de recursos y reducción de tiempos improductivos en el acceso a comedores.

IV. Acción: Establecer regulaciones sobre las jornadas de trabajo remoto.

El avance de la tecnología y las nuevas condiciones de trabajo han potenciado y catapultado el trabajo remoto en varios sectores. La minería no se encuentra exenta de esta nueva realidad. En este sentido, es importante establecer condiciones claras respecto de las jornadas de trabajo remoto, el uso de infraestructura y capital para ello.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en diseñar y concretar regulaciones sobre las jornadas de trabajo remoto, el uso de capital e infraestructura.

- b. Reducir la dotación de trabajadores en frente de trabajo y potenciar el trabajo remoto (a distancia) para aumentar seguridad a través de la tecnología, reduciendo la exposición al riesgo de los trabajadores y los costos en terreno.

- **Metas 2030:**

- Publicación de regulaciones asociadas a jornadas de trabajo remoto, el uso de capital e infraestructura antes del 2023.
- Disponer de una reglamentación asociada a la transformación digital y el uso de nuevas tecnologías, capital e infraestructura asociada al trabajo remoto (a distancia).

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería, Dirección del Trabajo.

- **Participantes:** COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, Ministerio de Salud, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores, IIMCH.

- **Indicadores:**

- Medición de la dotación total en terreno entre 2019 y 2022, apuntando a reducir el personal con exposición en faenas y también optimizar los costos en terreno de cada operación.
- Disponibilidad de regulación asociada a trabajo remoto, el uso de capital e infraestructura.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Hay menos desplazamiento, consumo de energía y generación de emisiones.
- Social: Beneficio para los trabajadores y empresas quienes hagan uso adecuado del trabajo remoto y dispongan de las facilidades de tecnología, infraestructura y capital apropiados. Reduce la exposición al riesgo para los trabajadores. Podría también mejorar la comodidad y reducir tiempos de desplazamiento (distancia a recorrer). Adicionalmente permitiría avanzar

con mayor fuerza en la inclusión de discapacitados a sus labores, siendo la tecnología un habilitador importante en el desarrollo de las personas.

- Económica: Puede generar beneficios económicos al disponer de personal capacitado a distancia, con flexibilidad y versatilidad. Sumado a lo anterior, el uso de menor espacio físico también genera un beneficio económico para la compañía.

Objetivo estratégico 2: Gestionar los talentos para la mejora de productividad en la minería actual y del futuro, operación en entorno de desarrollo sostenible, innovador y de transformación digital

Avanzar en productividad de la minería requiere avanzar en la gestión de talentos de la actual minería y de la que se desea lograr. Se debe incorporar la operación minera con el capital humano adecuado para una operación y desarrollo sostenible, innovador y que se encuentre alineado con la transformación digital, el uso de tecnología y los beneficios que esta puede ofrecer. Bajo este contexto, es importante identificar y adaptar los procesos de formación y capacitación en minería a nuevos requerimientos frente al cambio tecnológico, detectar y adaptarse al impacto en el empleo producto de la automatización, el trabajo remoto y adopción de nuevas tecnologías.

I. Acción: Identificar experiencias nacionales e internacionales, en minería y otras industrias en relación al cambio tecnológico, reconversión y reinserción laboral.

El cambio tecnológico tiene impacto a nivel mundial. Obtener experiencias, lecciones y recomendaciones tanto a nivel nacional como internacional, en minería y otras industrias en los ámbitos de reconversión y reinserción laboral es relevante para avanzar de mejor forma. Este puede ser un paso relevante para identificar y generar las condiciones necesarias para implementar cambios en los procesos, herramientas, insumos necesarios para formar y capacitar al personal adecuado y alineado a las necesidades de la industria.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Búsqueda de experiencias, lecciones y recomendaciones nacionales e internacionales de minería y otras industrias en relación a tecnología, reconversión y reinserción laboral.

- b. Generación periódica y sistemática de estudios que incluyan la recopilación y análisis de experiencias nacionales e internacionales laborales en minería en relación a tecnología, reconversión y reinserción.
- c. Generación de una plataforma digital para mantener el permanente monitoreo y sistematizar los estudios relacionados.
- d. Realizar análisis periódicos que identifiquen los empleos con alta probabilidad de automatización o transformación en la minería, de modo de poder cuantificar y focalizar los esfuerzos de reconversión y capacitación laboral.

- **Metas 2030:**

- Análisis comparado de industrias antes de 2023, que ya han pasado por tecnificación (manufactura avanzada) y sean referentes para la minería.
- Registro disponible para la industria y el público en general para dar a conocer información de oferta y demanda laboral, buenas prácticas y conocer los avances de la industria en términos de reconversión laboral, acercándose a la gente.
- Publicación de plataforma digital con estudios relacionados a recopilación y análisis de experiencias nacionales e internacionales laborales antes de 2023.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería y Ministerio del Trabajo.

- **Participantes:** Consejo de Competencias Mineras (CCM), Fundación Chile, Alta Ley, COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, SONAMI, Confederación de la Producción y del Comercio (CPC), Observatorios Laborales de SENCE, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Publicación periódica de estudios de recopilación y análisis de experiencias nacionales e internacionales laborales en minería en relación a tecnología, reconversión y reinserción.
- Publicación y mantención de plataforma digital para monitoreo y sistematización de estudios laborales mineros.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Mejor uso de recursos a través de la tecnología.
- Social: Beneficio por uso de mejores prácticas internacionales laborales y de uso de tecnología. Reconocimiento de la minería como un actor importante en la reconversión del capital humano y desarrollador de oportunidades a través de los avances de la tecnología.
- Económica: Liderazgo internacional y uso de mejores prácticas atrae inversión.

II. Acción: Desarrollar modelos educativos y de formación de competencias, buscando la formación integral del personal y la certificación de competencias.

El impacto del cambio tecnológico en el trabajo tiene múltiples dimensiones. Entre ellas se pueden mencionar por ejemplo los perfiles de profesionales, técnicos y de operadores que demandará la minería. Es importante lograr proyectar la demanda laboral minera a futuro y alinear la formación de competencias y capacitación de acuerdo a esas necesidades. Al respecto, se reconoce que la industria ya ha avanzado en esta materia a partir del trabajo del Consejo de Competencias Mineras (CCM). Asimismo, certificar dichas competencias es un paso relevante para formalizar y desarrollar un mercado minero más ordenado y con potencial de crecimiento.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Identificar los perfiles y proyecciones de demanda laboral para la minería chilena e internacional, incorporando también el impacto de la minería sobre el empleo que genera de manera indirecta (bienes y servicios fuera de la cadena de valor principal).
- b. Desarrollar modelos educativos y de formación de competencias y capacitaciones acorde a la demanda laboral minera proyectada, que permitan abordar también los desafíos de reconversión laboral (*re-skilling*/reconversión y *up-skilling*/mejora de calificación dentro y fuera de la industria) que conllevan los procesos de transformación digital y automatización para la fuerza laboral que hoy por hoy se emplea en la minería.
- c. Potenciar la formación integral (se definirá en la implementación del desafío 1. Hace referencia a la ética, el valor del bien común, derechos humanos, relaciones humanas constructivas, valor de la minería para Chile, etc.) en el personal (alineando las visiones y logrando consenso en la definición de formación integral).

- d. Desarrollar e implementar la certificación de competencias en la minería (de trabajadores y modelos educativos).
- e. Potenciar la participación femenina en la minería, con programas de orientación vocacional para la minería dirigidos a ellas.
- f. Potenciar el desarrollo de capital humano local para perfiles mineros.

- **Metas 2030:**

- Disponer antes del 2025 de modelos educativos y de formación de competencias de clase mundial para el talento minero del futuro, en línea con las tendencias tecnológicas.
- Disponer de cursos de formación integral (acordar una definición con instituciones educacionales) y certificación de recurso humano en cuanto a necesidades de la industria.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería, Ministerio del Trabajo y Ministerio de Educación.

- **Participantes:** Consejo de Competencias Mineras (CCM), Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), Observatorios Laborales de SENCE, Centros de formación profesionales y técnicos, Universidades, COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, Consejo Minero, ChileValora, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores, Universidades internacionales con experiencia (Ej. Universidad de Queensland en Australia).

- **Indicadores:**

- Estudios de identificación y proyección de demanda laboral y necesidades de contratación y capacitación de la industria minera por nuevos proyectos, reemplazo de personas que dejan la industria (por jubilación u otras causas) y automatización de procesos.
- Disponibilidad de certificaciones de competencias de trabajadores y modelos educativos.
- Indicador de la razón (ratio/tasa) de trabajadores que se capacitan en el uso de nuevas tecnologías.

→ Indicador de la razón (ratio/tasa) de instituciones académicas preparadas para impartir formación o capacitación para la nueva realidad de la industria.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Reducción huella de carbono asociada a mayor empleo local por concepto de traslados.
- Social: Incidencia en la formación y capacitación de personas.
- Económica: Incremento de habilidades y competencias de los trabajadores mineros y asociados. También se lograría una mejor asignación de oferta y demanda laboral y de mercado. Impacto positivo en la productividad.

III. **Acción: Promover la formación de talentos para la innovación y transferencia tecnológica en la minería chilena.**

Se prevé que existirá un impacto en el empleo que genera la industria, tanto a nivel de compañías mineras como de sus contratistas y proveedores. Una transición aprovechando la tecnología y los cambios ligados a la Cuarta Revolución Industrial, requiere resolver, adaptar y promover la formación de talentos para la innovación y transferencia tecnológica en la minería chilena.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Potenciar el desarrollo de trabajadores en otras áreas dentro de las mismas empresas y rubro, aportando visión y experiencia del trabajador a otras áreas.

- **Metas 2030:**

- Disponer de programas e instalaciones para potenciar la formación de talentos para la innovación y transferencia tecnológica.
- Disponer de programas de formación de talentos para la innovación y transferencia tecnológica.
- Disponer de programas estándares de trabajo aprendiz en las organizaciones (programa de graduados).

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería, Ministerio del Trabajo y Ministerio de Educación.
- **Participantes:** Consejo de Competencias Mineras (CCM), Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), Centros de formación profesionales y técnicos, Universidades, COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, Consejo Minero, ChileValora, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores.
- **Indicadores:**
 - Indicador de número y calidad de instalaciones y programas de formación de talentos para la innovación y transferencia tecnológica en minería.
- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: -
 - Social: Incidencia en la formación y capacitación de personas.
 - Económica: Incremento de habilidades y competencias de los trabajadores mineros y asociados, potenciados por la innovación y transferencia tecnológica.

IV. Acción: Vincular la preparación de las especialidades mineras en la educación y formación profesional y técnica, con las necesidades de la industria.

Formar y capacitar al personal de la industria minera, vinculando y alineando las competencias con las necesidades permite mejorar los procesos que a su vez permiten mejorar la productividad. El nivel de empleabilidad de las personas capacitadas debería aumentar y la capacidad de resolución de problemas mediante la formación integral permitiría aumentar directamente la productividad. A su vez, formar y capacitar personal permite aprovechar de mejor forma los recursos que no se aprovechan bien por no ocuparlos en su máximo rendimiento. Por último, se logra una mejor relación entre oferta y demanda laboral en minería.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Preparación de conjuntos de cursos de formación de competencias y certificación de establecimientos y modelos educativos.

- b. Considerar abrir la alternativa de formación en los liceos Técnicos Profesionales, esto es educación media con una especialidad técnica en la formación de operadores mineros con conocimientos adecuados para ser operadores de equipos mineros, incluyendo operadores de equipos autónomos de operación remota.
- c. Preparación de recurso humano alineando oferta y demanda laboral minera de acuerdo a las competencias y necesidades de la industria.
- d. Aumentar el nivel de empleabilidad de personas formadas y capacitadas para trabajos mineros.
- e. Impulsar la participación laboral femenina en la industria minera.
- f. Generar indicadores de empleo local en zonas mineras.

- **Metas 2030:**

- Disponer de cursos de formación de competencias (formación integral, acordando una definición en la implementación del desafío 1) alineado con las tendencias tecnológicas, talento y las necesidades de la industria minera.
- Disponer de certificación de establecimientos y trabajadores.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería, Dirección del Trabajo y Ministerio de Educación.

- **Participantes:** Consejo de Competencias Mineras (CCM), Servicio Nacional de Capacitación y Empleo, Observatorios Laborales de SENCE, Centros de formación profesionales y técnicos, Universidades, COCHILCO, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), ENAMI, Consejo Minero, ChileValora, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), Empresas mineras, Empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Disponibilidad y calidad de cursos de formación y capacitación del capital humano.
- Disponibilidad de certificación de establecimientos y trabajadores.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: -
- Social: Incidencia en la formación y capacitación de personas.
- Económica: Incremento en la calidad de la educación, habilidades y competencias de los trabajadores mineros y asociados.

V. DESAFÍO 3: PROCESOS CONSTRUCTIVOS QUE APORTEN VALOR A LA INDUSTRIA MINERA

Todo trabajo requiere de la aplicación de procesos para su desarrollo, que determinan en cierta medida el logro de los objetivos propuestos y qué tan eficiente y efectiva fue la obtención del mismo. Obviamente trabajar en potenciar estos procesos a lo largo de las etapas del ciclo de vida de los proyectos mineros, ayudaría a aumentar el valor que aportan a la industria minera.

En este sentido, algunos de los temas más relevantes a considerar desde el enfoque de los procesos constructivos que aporten valor a la industria minera son generar mayor colaboración y coordinación de las empresas entre sí, con sus contratistas, proveedores y con las comunidades durante todas las etapas (diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre); adaptar y/o adoptar metodologías y normativas para estos fines recopilando experiencias y lecciones aprendidas; gestionar las empresas según las mejores prácticas internacionales, facilitar y agilizar los procesos administrativos; generar datos e información sobre mejores prácticas en términos contractuales entre mandantes y proveedores; potenciar una oficina de resolución de conflictos y hacer un mapeo de los procesos administrativos de la construcción minera. Además, se plantea, definir estándares y sellos voluntarios que reduzcan costos de transacción en la movilidad laboral, que orienten la inversión en cursos de capacitación en la relación mandante-contratistas, y que favorezca el desarrollo laboral de los trabajadores.

Desde el punto de vista técnico, se agregan algunos temas relevantes relacionados con la disponibilidad de información para potenciar aún más el uso de la industrialización y estandarización de los procesos constructivos, así como la tecnología para implementarlo; disponer de metodologías para mejorar la calidad de los procesos constructivos y técnicas constructivas, adoptando y adaptando los procesos para que sean sin pérdidas (LEAN); instaurar procesos de mejora continua en las operaciones construyendo un indicador orientado a la productividad que refleje el impacto del diseño y construcción de un proyecto

durante su operación. Por último, se considera incorporar metodologías de evaluaciones ex ante, ex dure y ex post para mejorar la productividad minera, así como otorgar un espacio a las instituciones relacionadas a la minería para proponer mejoras a los procesos constructivos para mejorar la productividad (pilotaje, generación de prototipos, práctica y pruebas).

La Comisión Nacional de Productividad (2017) señala que existen dos barreras relevantes a la productividad e innovación en proveedores (adicionales a los tiempos de acreditación y homologación de requisitos para proveedores). La primera radica en la escasa existencia de espacios de prueba y pilotaje para la minería a diferencia de países como Australia y Canadá. La segunda barrera consiste en la escasa masificación del desarrollo y adopción de estándares de interoperabilidad (tanto del personal como de equipos y maquinarias), lo que no permitiría que los sistemas de información pudieran intercambiar datos de forma óptima y en tiempo real.

Avanzar en la resolución de estos desafíos, enfocado en los procesos tanto administrativos como técnicos, ayudaría a aumentar la productividad minera y agregar valor a la industria.

Objetivo estratégico 1: Mejoras de los procesos administrativos que aporten a aumentar la productividad

Promover la mejora de procesos administrativos en la industria minera a lo largo del ciclo de vida de los proyectos mineros. Generar un sistema permanente de evaluación y mejoramiento de regulaciones de la industria, acompañar los procesos con el uso de metodologías de resolución temprana de conflictos y potenciar la colaboración y coordinación entre empresas mineras, contratistas y proveedores adoptando mejores prácticas nacionales e internacionales.

I. Acción: Adaptar y/o adoptar metodologías y normativas de colaboración y coordinación entre empresas mineras, contratistas y proveedores.

Parte importante de los procesos que pueden ser mejorados se concentran en la relación entre empresas mineras, contratistas y de proveedores. Promover la resolución temprana de conflictos, establecer una comunicación clara, efectiva y eficiente, así como identificar y consensuar las barreras para incrementar la productividad de los procesos y la relación entre empresas podría mejorar los resultados y reducir los plazos de su obtención.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en metodologías y normativas de colaboración y coordinación entre empresas mineras, contratistas y de proveedores, identificando experiencias y lecciones aprendidas.
- b. Identificar y consensuar las barreras para el incremento de productividad de los procesos constructivos.
- c. Promover la resolución temprana de conflictos y establecer comunicación clara, efectiva y eficiente para una mejor coordinación y mayor colaboración entre empresas y trabajadores.

- **Metas 2030:**

- Disponer antes de 2022 de un diagnóstico de las principales barreras para la productividad de los procesos constructivos.
- Disponer antes de 2025 de una metodología y normativas de colaboración y coordinación entre empresas entre sí, con sus contratistas y proveedores.
- Disponer de metodologías de resolución temprana de conflictos.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Publicación de diagnóstico de las principales barreras para la productividad de los procesos constructivos
- Publicación de metodología y normativas de colaboración y coordinación entre empresas y creación de un indicador que represente el nivel de colaboración y coordinación entre empresas.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Potenciales beneficios medioambientales por incorporación de una mejor regulación de los procesos constructivos (incorporando su planificación previa).

- Social: La colaboración entre empresas puede generar y su adecuada coordinación puede generar externalidades positivas a las comunidades aledañas a los proyectos mineros, así como a sus trabajadores.
- Económica: Beneficios económicos por una mejor coordinación y mayor colaboración entre empresas y trabajadores.

II. Acción: Generar datos e información sobre mejores prácticas nacionales e internacionales en términos contractuales entre mandantes y proveedores.

La importancia de disponer de datos e información para una mejor toma de decisiones radica en poder implementar mejoras. En particular, contar con información sobre las mejores prácticas a nivel nacional e internacional en términos contractuales entre mandantes y proveedores permitiría incrementar la productividad y agregar valor a los procesos constructivos mineros.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en la obtención, análisis de datos e información nacional e internacional sobre las mejores prácticas términos contractuales entre mandantes y proveedores para una mejor toma de decisiones.
- b. Generar y publicar bases de datos o reportes con información sobre mejores prácticas internacionales de procesos constructivos mineros y los procesos administrativos involucrados.

● **Metas 2030:**

- Disponer antes de 2022 de información actualizada sobre mejores prácticas internacionales de la industria minera, en especial sobre la relación contractual entre mandantes y proveedores.
- Disponer antes de 2025 de una base de datos publicada con la información recopilada sobre mejores prácticas en la industria minera enfocada en procesos administrativos y constructivos.

● **Metas 2050:**

- -

● **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**
 - Publicación de reportes o información sobre mejores prácticas contractuales.
 - Creación y publicación de base de datos con información sobre mejores prácticas internacionales de procesos constructivos mineros.

- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: -
 - Social: La incorporación de mejores prácticas internacionales con elementos laborales y sociales puede beneficiar a trabajadores y comunidades aledañas.
 - Económica: Beneficios económicos derivados de mejorar el estándar de la empresa, sus prácticas y su operación, resultando en potenciales aumentos de producción y productividad.

III. **Acción: Potenciar la oficina GPS (Ministerio de Economía) para resolver conflictos y realizar un mapeo de los procesos administrativos de construcción minera.**

Realizar un diagnóstico y levantamiento de las barreras y conflictos existentes en las diferentes etapas de los procesos constructivos (a lo largo del ciclo de vida de un proyecto), así como un mapeo de los procesos administrativos que aportan o no aportan valor, permitiría implementar mejoras para agilizar estos procesos. La oficina GPS del Ministerio de Economía podría ser la entidad que lidere este levantamiento de información y amplíe sus funciones (más allá de destrabar proyectos y procesos).

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en la creación y adaptación de normativas y reglamentaciones que faciliten y agilicen los procesos administrativos.
- b. Realizar un levantamiento de información (mapeo general) sobre los principales procesos administrativos y constructivos, representando su aporte de valor a la industria minera.

- **Metas 2030:**

- Disponer de normativas y reglamentaciones que faciliten y agilicen los procesos administrativos y mantenerlas actualizadas.
- Disponer antes de 2025 de un levantamiento de información (mapeo general) sobre los principales procesos administrativos y constructivos y su aporte de valor a la industria minera.
- **Metas 2050:**
 - Mantener actualizado el levantamiento de información (mapeo general) sobre los principales procesos administrativos y constructivos.
- **Responsables:** Ministerio de Minería
- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.
- **Indicadores:**
 - Publicación de mapa de procesos administrativos y constructivos mineros y su aporte de valor.
 - Creación y publicación de un indicador de porcentaje de conflictos resueltos y procesos administrativos mejorados.
- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: Potencial beneficio por valoración de procesos de revisión de impactos medioambientales.
 - Social: Potencial beneficio por valoración de procesos de revisión de impactos sociales.
 - Económica: Desterrar procesos administrativos que se encuentran entrampados, agilizar proyectos que se encuentren en conflicto (salvaguardando la revisión de sus impactos) y reducir procesos que no aportan valor y no son necesarios podría aumentar la productividad.

IV. Acción: Definir estándares y sellos voluntarios para reducir costos de transacción en la movilidad laboral y favorezcan el desarrollo de los trabajadores.

Disponer de un sello de calidad voluntario para los cursos de capacitación basado en determinados estándares permitiría a las empresas potenciar y focalizar su inversión en

capacitación, siendo una herramienta útil para elegir entre programas, cursos u otros. De esta manera se reducirían parte de los procesos administrativos en la búsqueda de programas o cursos de capacitación.

Simultáneamente, para los trabajadores podría ser beneficioso ya que sus cursos estarían certificados y homologados bajo un estándar común. Al aplicar esto, se reducirían los costos de transacción y movilidad laboral, potenciando el desarrollo de los trabajadores. Además, reduciría parte de los procesos administrativos en la movilidad entre empresas del rubro, disponiendo de certificaciones estándar.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en el estudio del impacto de la implementación de sellos de calidad voluntarios y estándares que homologuen los programas y cursos.
- b. Avanzar en la definición de los estándares y la creación de sellos voluntarios.

- **Metas 2030:**

- Disponer antes de 2022 de estudios de impacto de la implementación de sellos de calidad y estándares para programas y cursos de capacitación.
- Disponer antes de 2025 de los sellos de calidad voluntarios y estándares para certificación de programas y cursos de capacitación.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Publicación del estudio de impacto de la implementación de los sellos de calidad para capacitación y certificación de programas y cursos.
- Publicación de los sellos de calidad voluntarios para capacitación y certificación de programas y cursos.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: -
- Social: Potenciaría el desarrollo de los trabajadores y su movilidad laboral.
- Económica: Permitiría reducir procesos administrativos y costos de transacción.

Objetivo estratégico 2: Mejoras técnicas de la construcción de proyectos mineros para aumentar la productividad

Mejorar los procesos constructivos de proyectos mineros mediante la incorporación y potenciamiento de la industrialización y estandarización de procesos, la mejora de calidad de productos y control sobre ellos, a través de la disminución de pérdidas y variabilidad, permitiría incrementar la productividad de los proyectos constructivos.

A su vez, potenciar la incorporación de metodologías y técnicas constructivas más eficientes que permitan adelantar y hacer más eficiente parte de las actividades a realizar, permitiría aprender y obtener experiencia. Complementariamente, generar espacios para pilotaje, generación de prototipos, pruebas y ensayos podría ayudar a mejorar las técnicas de construcción de proyectos mineros.

I. Acción: Generar información actualizada para potenciar aún más el uso de la industrialización y estandarización de procesos constructivos, así como la tecnología necesaria para su implementación.

La forma en que se aplican los procesos y técnicas constructivas determina en cierta medida el resultado a obtener y el nivel de productividad que logrará. Disponer de información actualizada y de utilidad que permita mejorar los procesos mediante la industrialización y estandarización de procesos constructivos permitiría reducir pérdidas y variabilidad con la consecuente mejora de productividad. Obviamente se requiere disponer de la tecnología necesaria y los conocimientos para poder utilizarla.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en la generación y obtención de información actualizada para potenciar aún más el uso de industrialización y estandarización de procesos constructivos y conceptos relacionados con la construcción acelerada.

- b. Avanzar en la adaptación y/o adopción de tecnología necesaria para implementar los procesos industrializados y estandarizados.
- c. Levantamiento de catastro de los procesos constructivos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos para eliminar procesos que no aporten valor (concepto LEAN o construcción sin pérdidas).
- d. Avanzar en la publicación de un capítulo por parte de la CNP sobre productividad minera enfocado en la mejora de procesos constructivos, mejores prácticas nacionales e internacionales.

- **Metas 2030:**

- Disponer de datos e información actualizada para potenciar el uso de la industrialización y estandarización de los procesos constructivos.
- Disponer de la tecnología, metodologías y técnicas constructivas necesarias para implementar la industrialización y estandarización de procesos.
- Disponer de un catastro de los procesos constructivos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción minera (diseño, construcción, operación, mantención y cierre) según su aporte de valor (LEAN).
- Disponer de un reporte elaborado por la CNP u otra entidad relacionada a modo de comparativa nacional e internacional con las mejores prácticas para procesos y técnicas constructivas.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Publicación de base de datos e información actualizada sobre el uso de industrialización y estandarización de procesos constructivos.
- Publicación de reportes de mejores prácticas internacionales para mejorar los procesos constructivos (comparativa internacional)
- Publicación de reportes de mejores prácticas nacionales para mejorar los procesos constructivos (comparativa nacional).

→ Publicación de un estudio (o capítulo) de la Comisión Nacional de Productividad sobre productividad minera (específicamente en procesos constructivos, mejores prácticas nacionales e internacionales).

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Potencial beneficio por aplicación de mejores prácticas internacionales en cuanto a industrialización y estandarización de procesos, considerando factores medioambientales.

- Social: -

- Económica: Disponer de información actualizada para reducir variabilidad en los procesos constructivos, así como incorporar mejores prácticas nacionales e internacionales en los procesos constructivos mineros ayudaría a mejorar la productividad y el beneficio económico de las empresas y trabajadores.

II. **Acción: Generar, adaptar y/o adoptar metodologías para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas, así como herramientas de seguimiento y control.**

Parte importante para mejorar los procesos y técnicas constructivas dice relación con mejorar la calidad de los mismos. Reducir el re-trabajo e incrementar el desempeño de los procesos y técnicas implementadas podría incrementar la productividad en general. Paralelamente, se lograría la obtención del objetivo deseado, optimizando el uso de recursos, capital humano y tiempos invertidos. Se debe incluir herramientas de seguimiento y control para poder evaluar el avance de la implementación de estas mejoras.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Avanzar en la adaptación y/o adopción de metodologías para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas.
- b. Implementar evaluaciones ex ante, ex dure y ex post para la mejora de procesos y técnicas constructivas.

- **Metas 2030:**

- Disponer antes de 2023 de metodologías para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas enfocado en la mejora de calidad, el desempeño y la optimización de procesos ineficientes o innecesarios.

→ Disponer antes de 2023 de herramientas para realizar seguimiento y control de los procesos para evaluar su evolución durante la implementación y obtención de resultados (evaluaciones ex ante, ex dure y ex post).

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Publicación de metodologías para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas y mejorar su desempeño.

- Publicación de herramientas para realizar seguimiento y control de la evolución del desempeño de los procesos y técnicas constructivas durante la implementación y obtención de resultados.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: -

- Social: -

- Económica: La mejora en el desempeño de los procesos y técnicas constructivas ayudaría a mejorar la productividad en general.

III. **Acción: Generar e instaurar un indicador orientado a la productividad en la operación que refleje el impacto del diseño y construcción de un proyecto durante su operación.**

La generación y correcto uso de un indicador que refleje el impacto del diseño y construcción de un proyecto durante su operación permitiría generar información valiosa para identificar potenciales mejoras a los procesos y técnicas constructivas. La simulación estocástica puede ser una herramienta de bajo costo con amplias posibilidades para cumplir en primera instancia con una representación de causas-efectos y que serviría de base para la generación de indicadores de utilidad práctica.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Realizar una revisión de los indicadores, metodologías y herramientas disponibles para representar el impacto de causas-efectos en las etapas de construcción.
- b. Instaurar un indicador para reflejar el impacto de las etapas de diseño y construcción durante la operación de un proyecto.

- **Metas 2030:**

- Disponer antes de 2022 de estudios sobre indicadores, metodologías y herramientas disponibles para representar el impacto de causas-efectos en las etapas de construcción
- Disponer antes de 2023 de un indicador instaurado que refleje el impacto de las etapas de diseño y construcción de un proyecto durante su operación.

- **Metas 2050:**

- -

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**

- Publicación de estudios sobre indicadores, metodologías y herramientas disponibles para mejorar representar impactos de causas-efectos en las etapas de construcción.
- Publicación del indicador específico que represente el impacto de las etapas de diseño y construcción de un proyecto durante su operación.

- **Implicancias de sostenibilidad:**

- Ambiental: Potenciales beneficios medioambientales si se incorpora la dimensión ambiental en los estudios y generación de indicadores para medir impactos de causas-efectos y el desempeño de los procesos y técnicas constructivas.

- Social: Potenciales beneficios sociales si se incorpora la dimensión social en los estudios y generación de indicadores para medir impactos de causas-efectos y el desempeño de los procesos y técnicas constructivas.
- Económica: La disponibilidad de información, la correcta identificación de causas-efectos y de los impactos generados a través de una apropiada modelación permitiría implementar mejoras en los procesos y técnicas constructivas en beneficio de la productividad en general.

IV. Acción: Otorgar espacio a las instituciones para desarrollar metodologías prácticas y colaboren para crear un espacio para proponer mejoras en la productividad de los procesos constructivos.

Elementos importantes en la mejora de procesos y técnicas constructivas tiene relación con haber realizado pruebas y ensayos previos a su implementación o aplicación real. Estos ensayos y pruebas pueden ser realizados de manera física o virtual. En la primera de ellas, disponer de espacios de pilotaje, generación de prototipos, pruebas y ensayos permitiría anticipar potenciales inconvenientes en la aplicación en terreno (real) y paralelamente identificar mejoras. La segunda de ellas, puede ser realizada mediante simulaciones estocásticas y representaciones de la realidad en un ordenador (computador o servidor). La ventaja de esta última opción es su bajo costo, especialmente en procesos y técnicas constructivas que demandan una considerable inversión de tiempo y recursos.

Entre las acciones que se recomienda realizar destacan las siguientes:

- a. Generar y otorgar espacios de colaboración a las instituciones para desarrollar metodologías prácticas para mejorar los procesos y técnicas constructivas. Estas colaboraciones pueden ser Centros de Estudios multidisciplinarios.
 - b. Realizar un levantamiento de información sobre herramientas disponibles para realizar pruebas y ensayos físicos y virtuales de los procesos y técnicas constructivas mineras.
- **Metas 2030:**
 - Disponer antes de 2022 de estudios sobre herramientas disponibles para realizar pruebas y ensayos físicos y virtuales de los procesos y técnicas constructivas mineras.
 - Disponer antes de 2025 de espacios de colaboración entre instituciones para realizar y desarrollar metodologías prácticas para mejorar los procesos y técnicas constructivas.

- **Metas 2050:**
 - -

- **Responsables:** Ministerio de Minería

- **Participantes:** Ministerio de Minería, Cámara Chilena de la Construcción (CChC), gremios asociados, empresas mineras, empresas contratistas, empresas proveedoras y trabajadores.

- **Indicadores:**
 - Publicación de estudios sobre indicadores, metodologías y herramientas disponibles para mejorar representar impactos de causas-efectos en las etapas de construcción.
 - Publicación del indicador específico que represente el impacto de las etapas de diseño y construcción de un proyecto durante su operación.

- **Implicancias de sostenibilidad:**
 - Ambiental: Potenciales beneficios al incorporar la dimensión medioambiental de los procesos y técnicas constructivas a través de pruebas y ensayos.
 - Social: Potenciales beneficios al incorporar la dimensión social de los procesos y técnicas constructivas a través de pruebas y ensayos.
 - Económica: Modelar y/o ensayar diversos procesos y técnicas constructivas, permitiría identificar potenciales deficiencias y poder repararlas y optimizarlas con antelación. Esto generaría un incremento en el desempeño de los procesos y técnicas constructivas junto con el impacto generado.

VI. Bibliografía

Aguirregabiria, V. y Luengo, A. (2015). A microeconomic dynamic structural model of copper mining decisions. Toronto, Canadá: University of Toronto.

Banco Central de Chile (2020). Base de datos estadísticos, cuentas nacionales. Recuperado de <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Bravo, J. García, A. Schlechter, H. (2018). Documento de Trabajo N°59: Mercado Laboral Chileno para la Cuarta Revolución Industrial elaborado por CLAPES UC. Recuperado de: <https://clapesuc.cl/investigaciones/doc-trabajo-no59-mercado-laboral-chileno-para-la-cuarta-revolucion-industrial/>

Bravo, J. (2016). Informe Laboral: Impactos económicos de la inmigración en Chile en un contexto de envejecimiento de la población. Recuperado de: <https://clapesuc.cl/investigaciones/informe-laboral-impactos-economicos-de-la-inmigracion-en-chile-en-un-contexto-de-envejecimiento-de-la-poblacion/>

Comisión Chilena del Cobre (2020). Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 2000-2019. Recuperado de <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx>

Comisión Nacional de Productividad – CNP (2017). Productividad en la Gran Minería del Cobre. Recuperado de: <https://www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2017/06/Informe-Final-Productividad-en-la-Gran-Mineria-del-Cobre-2.pdf>

Comisión Nacional de Productividad – CNP (2018). Sistema de Formación de Competencias para el Trabajo en Chile. Recuperado de: https://www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2018/03/Informe_Final_Sistema_de_Formacion_de_Competiciones_para_el_Trabajo_marzo_2018_2.pdf

De Solminihac, H. Azúa, G. (2019). Informe Productividad en la Minería en Chile 2018: Productividad Total de Factores y Productividad Media Laboral”. Recuperado de: <https://clapesuc.cl/investigaciones/informe-de-productividad-de-la-mineria-1997-2018/>

De Solminihac, H, Dagá, J. (2018). Productividad Minera en Chile, Diagnóstico y Propuestas. Santiago Chile.

De Solminihac, H., Gonzales, L. E. & Cerda, R. (2014). Documento de Trabajo N°11: Desarrollo de indicadores de productividad de la industria minera en Chile. Santiago, Chile: Centro Latinoamericano de Políticas Sociales y Económicas CLAPES UC. Recuperado de: <https://clapesuc.cl/investigaciones/doc-trabajo-no11-desarrollo-y-analisis-indicadores-para-el-mejoramiento-de-la-productividad-minera-en-chile/>

Harberger, A. (1972). Project evaluation. Chicago, United States: University of Chicago Press.

Matysek A. Fisher B. (2016). Productivity and Innovation in the Mining Industry. Recuperado de: <http://www.baeconomics.com.au/wp-content/uploads/2016/04/Mining-innovation-8Apr2016.pdf>

Productivity Commission of Australian Government (2019). PC Productivity Bulletin May 2019. Recuperado de: <https://www.pc.gov.au/research/ongoing/productivity-insights/2019/productivity-bulletin-2019.pdf>

Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economics growth. The Quarterly Journal of Economics, 70(1), 65-94.

The Canadian Minerals and Metals Plan (2019). Recuperado de: https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/CMMP/CMMP_The_Plan-EN.pdf
The Mining Association of Canada (2019). Facts and Figures of the Canadian Mining Industry 2018. Recuperado de: https://mining.ca/wp-content/uploads/2019/03/Facts-and-Figures-English-Web_0.pdf