



POLÍTICA  
NACIONAL  
MINERA  
2050

#PolíticaNacionalMinera #2050

## Política Nacional Minera 2050 – Eje Productividad y Capital Humano Por Hernán de Solminihac

### Introducción

El presente documento contiene la propuesta del eje de productividad y capital humano de la Política Nacional Minera 2050. Su estructura se divide en cinco grandes puntos: I) Diagnóstico, II) Desafíos y objetivos estratégicos y metas para 2030 y 2050, III) Iniciativas priorizadas, IV) Esquema de gobernanza y V) Cierre del documento.

En el primer punto se presenta una metodología de cálculo de la productividad, se analiza el valor agregado y los factores productivos de la minería, se analiza la productividad de la industria, se analiza el impacto del cambio tecnológico en el capital humano de la minería y se analiza la productividad en la construcción de proyectos mineros.

El segundo punto se subdivide en tres grandes desafíos: 1) Productividad para la sostenibilidad minera, 2) Capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico y, 3) Procesos constructivos que aporten valor a la industria minera. En cada uno de estos desafíos se proponen las metas a lograr al año 2030 y 2050.

El tercer punto presenta seis iniciativas que contribuyen a lograr los objetivos planteados del eje. Estas iniciativas son descritas en su contenido, en su propuesta de implementación, en su contribución al logro de las metas estratégicas y en su propuesta de responsables.

El cuarto punto propone un esquema de gobernanza para el eje de productividad y capital humano y, para las iniciativas descritas.

Por último, el cierre del documento presenta un cuadro resumen con los principales puntos desarrollados a lo largo del documento en cuanto a desafíos, objetivos, iniciativas y sus implicancias.

### I. Diagnóstico

Chile ha basado su modelo de desarrollo económico en los sectores en que el país presenta ventajas competitivas. En este sentido, por los atributos geológicos propios del territorio nacional, los recursos naturales juegan un rol preponderante en el progreso del país. En específico, 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.

### 1. Metodología de cálculo de productividad

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.

De esta forma, utilizando el método propuesto por la literatura y complementándolo con el estudio realizado por de Solminihac, Gonzales y Cerda (2014), la Productividad Media Laboral 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.

$$PML_t = \frac{Y_t}{L_t} \quad (1)$$

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 Solminihac, 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  $\alpha$  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.

La participación del trabajo ( $\alpha_L$ ) 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. La participación del trabajo puede estimarse a partir de la función objetivo de maximización de utilidades de una empresa representativa del sector minero. En específico, mediante las condiciones de primer orden se obtiene que la elasticidad producto-trabajo del sector minero ( $\alpha_L$ ) está dada por el cociente entre la masa salarial y el valor agregado de la

misma industria minera. Por lo tanto, la participación del trabajo en el valor agregado de la producción minera en el año  $t$  está dada por:

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

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  $\alpha$  corresponde a la elasticidad producto-trabajo y  $\beta$  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).

## 2. Análisis del valor agregado y los factores productivos de la minería

Resulta relevante analizar la evolución de las principales variables y determinantes que inciden tanto en la Productividad Media Laboral como en la Productividad Total de Factores. Estas variables son: (a) Producto Interno Bruto – PIB; (b) Stock de Capital; (c) Trabajo y (d) Ley de Mineral.

### a. Producto Interno Bruto – PIB

La productividad se define como la relación entre la cantidad de productos generados por un sistema y los recursos utilizados en dicho proceso. En este sentido, la principal métrica de la producción minera corresponde al Producto Interno Bruto (PIB), pues este representa en términos monetarios el valor agregado de la actividad en un periodo determinado.

Para conocer la evolución del PIB minero en el tiempo se utilizaron los datos que publica periódicamente el Banco Central de Chile (2019a). Dicha institución difunde en las cuentas nacionales el valor del Producto Interno Bruto por actividad económica de manera indexada a precios encadenados. A través de esta información se construyó la serie representada en la Figura 1, la que refleja la tasa de crecimiento anual del PIB minero y de la economía nacional.

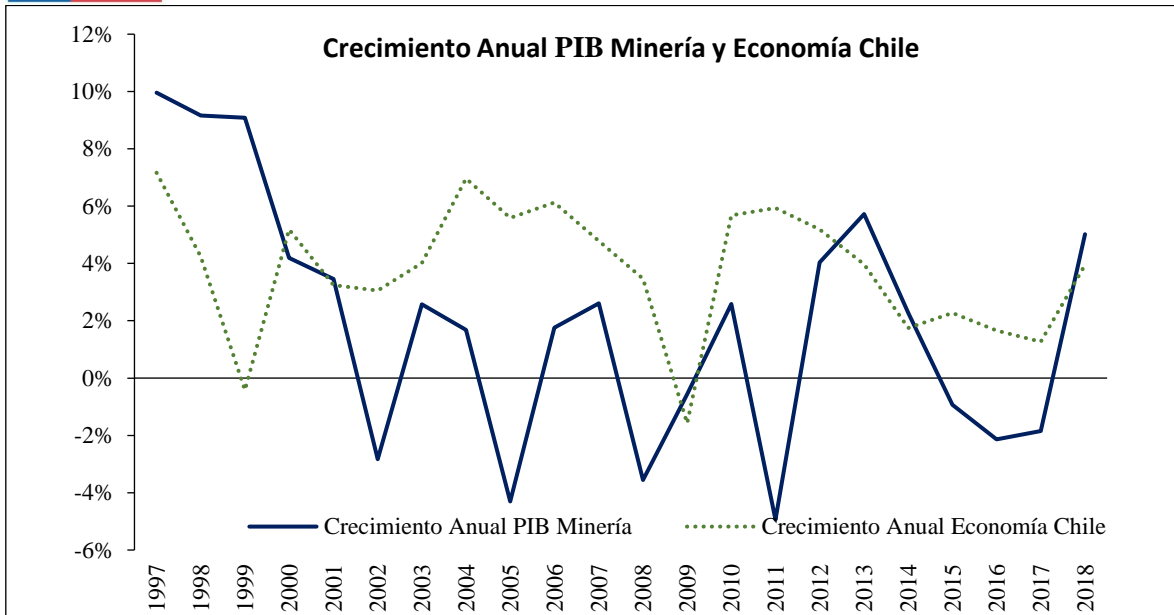


Figura 1. Crecimiento anual PIB de la industria minera y de la economía en Chile. Fuente: Elaboración propia con datos Banco Central (2019a).

Si se analiza la evolución del PIB de toda la economía chilena en los últimos años, se puede desprender que el país ha presentado un crecimiento promedio de 2,5% anual entre 2013 y 2018, mostrando un crecimiento pronunciado en el último año (3,9% en 2018) luego del crecimiento leve de los años 2016 y 2017 (1,7% y 1,3% respectivamente). Este repunte en la tasa de crecimiento coincide con el repunte en la producción de la industria minera en el año 2018, en que la actividad creció 5,0% (comparado con -2,1% y -1,8% de 2016 y 2017 respectivamente).

En efecto, la tasa de crecimiento del PIB de la industria de la minería mostró un crecimiento durante los años 2012, 2013. En dichos años la producción en la industria minera presentó crecimiento de 4,0% y 5,7% respectivamente. Luego, a partir del año 2014 la tasa de crecimiento del PIB minero comenzó a disminuir, alcanzando tasas negativas a partir del año 2015. Finalmente, en el año 2018 el crecimiento de la industria logró nuevamente una cifra positiva, alcanzando 5,0%.

#### b. Stock de Capital

El stock de capital está constituido principalmente por maquinaria, equipo, edificación y obras de ingeniería en las distintas áreas de la minería. A nivel agregado se obtuvieron datos de su evolución directamente de la base de datos del Banco Central (2019c), mientras que el stock de capital de la industria minera fue cuantificado en base a la misma fuente de datos mediante el enfoque de inventarios perpetuos de Harberger (1972). La evolución de este factor se muestra en la Figura 2. Este método permite medir el stock de capital en el periodo  $t$  en función del stock de capital existente en el periodo anterior ( $t-1$ ), la tasa de depreciación y la inversión en activo fijo en precios reales.

La tasa de depreciación de la industria minera fue estimada a partir del consumo de capital y del stock. Dado que el Banco Central solo ha publicado el consumo de capital de la industria minera hasta el año 2017, se proyectó el consumo de capital al año 2018 como la ponderación entre el stock de capital minero al año 2017 por la tasa de depreciación minera promedio de los últimos 5 años (2013 a 2017). Ante esto se obtuvo una tasa de depreciación de capital media anual de 5,9% en términos reales para la minería.

Por otro lado, también se proyectó la inversión de capital fijo de la industria minera en 2018 como el promedio de los últimos 5 años (22,6%) de la participación de la inversión de activo fijo real de la minería sobre la inversión de activo fijo real de la economía ponderado por la inversión de activo fijo de la economía en 2018. La necesidad de esta proyección radica en que el Banco Central aún no ha publicado la inversión de activo fijo real de minería de 2018.

La Figura 2 expone el crecimiento anual del stock de capital de la industria minera de Chile entre los años 1997 y 2018.

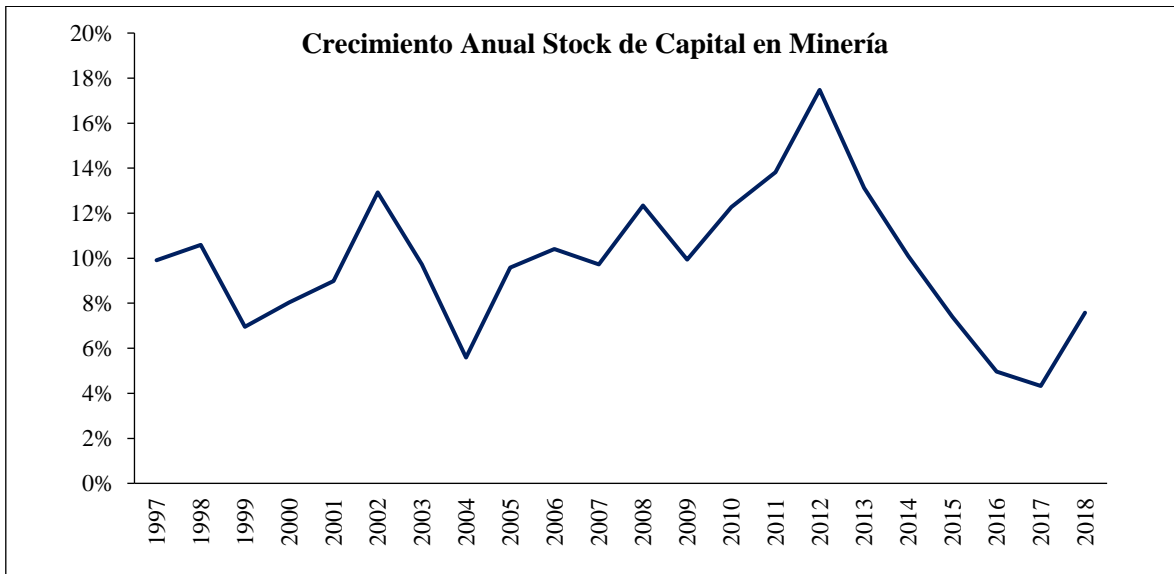


Figura 2. Crecimiento anual del stock de capital de la industria minera chilena. Fuente: Elaboración propia con datos Banco Central (2019c).

La tasa de crecimiento del stock capital en la industria minera chilena ha disminuido continuamente desde 2012 (17,5%) hasta 2017 (4,3%). En el año 2018 hubo un leve repunte presentando un crecimiento anual de 8,0%. En el periodo 1997-2018, el stock de capital de la industria ha presentado un crecimiento promedio de 9,8% anual, mientras que para el periodo 2012-2018 el crecimiento anual promedio alcanza 9,3%.

Se destaca que esta reducción en la tasa de crecimiento del stock de capital de los últimos años se debe principalmente a una disminución en la inversión de activos fijos en la industria minera. A partir de datos del Banco Central (2019a) en la industria minera se invirtieron \$9.710 miles de millones de pesos en activos fijos en el año 2012, valor que supera en 15,6% a los \$8.197 miles de millones de pesos estimados de inversión en 2018. A esto se debe agregar un aumento en la tasa real de depreciación del capital, dado por un mayor consumo de activos fijos en la industria.

### c. Trabajo

El trabajo recolecta el aporte de los trabajadores en las minas y canteras. La Figura 3 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 1999-2018 de la Comisión Chilena del Cobre (2019), la cual indica la cantidad de ocupados para la minería subdividido por contratistas y dotación propia.

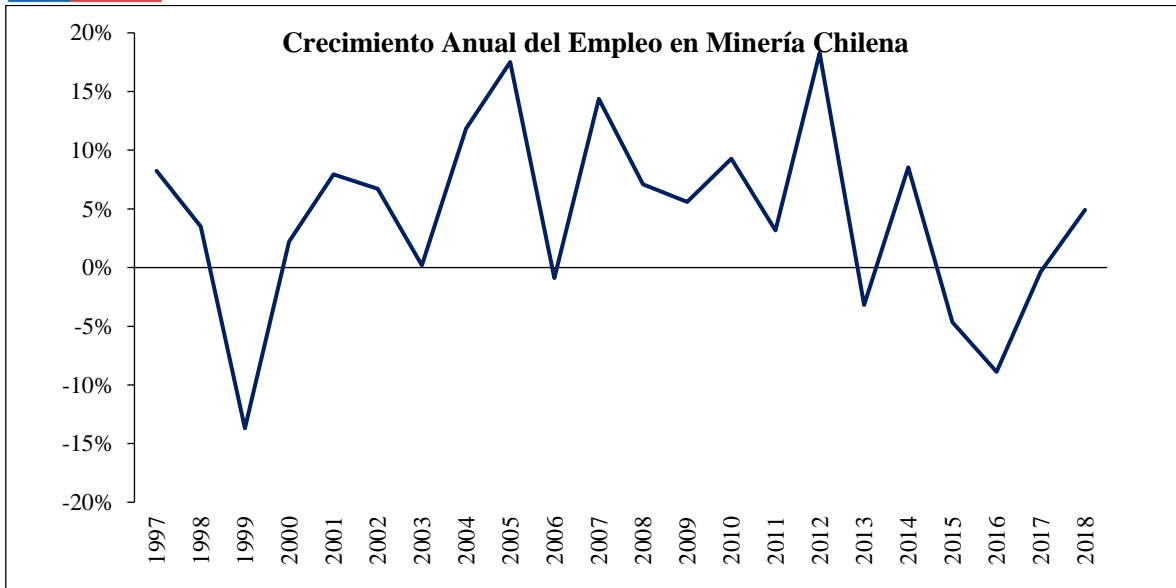


Figura 3. Crecimiento anual de empleo en minería chilena. Fuente: Elaboración propia con datos Comisión Chilena del Cobre (2019).

De la Figura 3 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%.

#### d. Ley del Mineral

La producción minera en la industria se ve influenciada por variables exógenas e inevitables. Para aislar dichos factores, de Solminihac, Gonzales y Cerda (2014) proponen estimar la PTF ajustada de dichas variables exógenas. Uno de los factores externos de ajuste es la ley del mineral.

En este caso, en base a los datos del Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1999-2018 de la Comisión Chilena del Cobre (2019) se construyó la serie asociada al porcentaje de cobre en el material tratado en la industria minera nacional. Dicha serie se presenta gráficamente en la Figura 4.

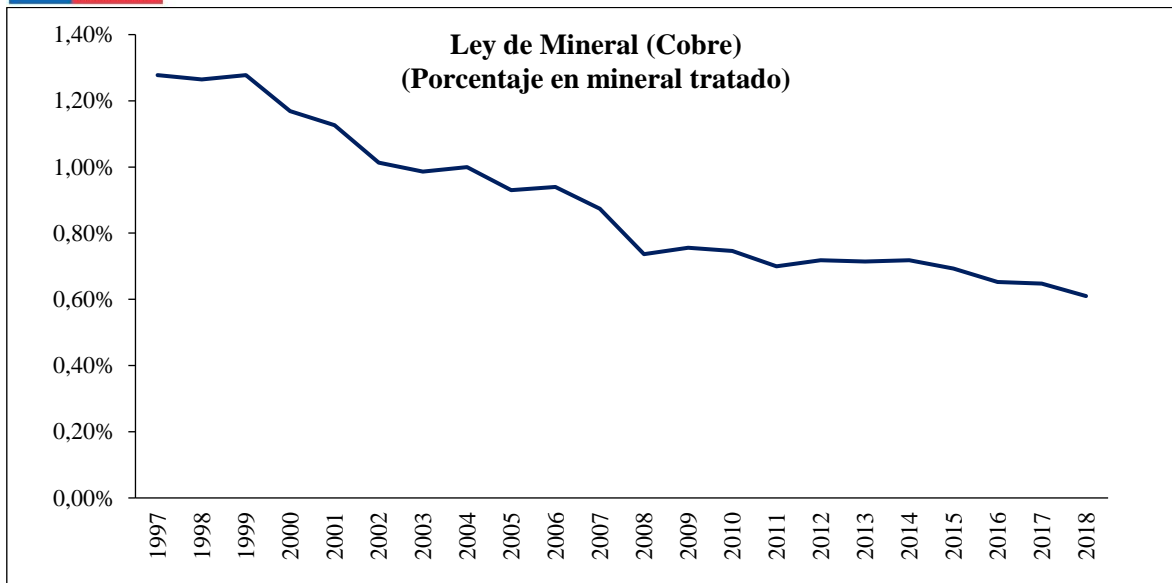


Figura 4. Crecimiento anual de la ley del cobre en yacimientos chilenos. Fuente: Elaboración propia con datos Comisión Chilena del Cobre (2019).

De la Figura 4 se puede desprender que la concentración de cobre ha disminuido de 1,28% en 1997 a 0,61% en 2018, lo que equivale a un descenso de 52,3% en todo el periodo de análisis. Esta caída ha sido gradual mostrando un descenso medio anual de 3,3%. Solo se presentaron leves aumentos en la ley del mineral en los años 1999, 2004, 2006, 2009, 2012 y 2014. En el año 2016 hubo una fuerte caída de 6,0% en la ley del cobre seguido por un leve descenso de 0,8% en 2017 y nuevamente un fuerte descenso de 6,0% en el año 2018, alcanzando la menor concentración del mineral en el periodo 1997-2018.

### 3. Análisis de la productividad de la industria

A continuación, se presenta la evolución tanto la Productividad Media Laboral como la Productividad Total de Factores (calculada mediante 2 métodos) de la industria minera.

#### a. Productividad Media Laboral - PML

La Productividad Media Laboral de la industria minera nacional tuvo un crecimiento medio anual de -2,0% entre 1997 y 2018, mientras que la economía tuvo un crecimiento medio anual de 1,7% 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 2018 alcanzó los \$67.913 millones por trabajador, esto principalmente por el aumento de participación de trabajadores en el sector, el que ha aumentado de forma acumulada en 144,8% en 2018 en comparación con 1997.

Se puede observar que la productividad media laboral de la minería había alcanzado crecimientos positivos en 2015 y 2016 con variaciones de 3,8% y 7,0% respectivamente, para luego en 2017 decrece en 1,5%, obteniendo valores negativos para finalmente en 2018 volver a cifras positivas con un crecimiento de 0,1%. La Figura 5 permite observar la variación de la PML de la minería y de la economía en general.

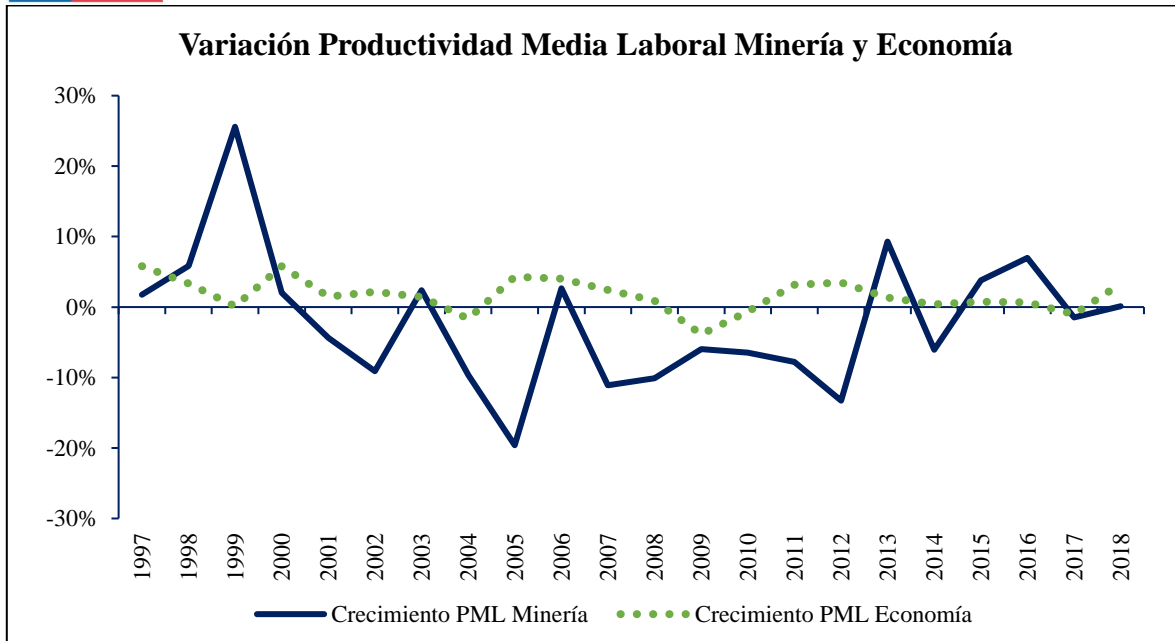


Figura 5. Productividad Media Laboral de la economía y minería chilena. Fuente: CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019).

b. Productividad Total de Factores - PTF

Para cuantificar la PTF se debe comenzar por estimar la participación de los factores en la producción minera nacional. Para ello, se puede utilizar dos métodos dada la relevancia de la ley del mineral en la productividad. El primero corresponde a la valorización de la participación media del trabajo en la producción mediante el cociente entre las remuneraciones reales y el PIB de la industria, mientras que el segundo método considera la incorporación de la ley de mineral como tercer insumo de producción. Para este último insumo se consideró una participación propuesta por de Solminihac H. & Dagá J. (2018) en el Libro de Productividad Minera en Chile, Diagnóstico y Propuestas. A continuación, se calcula la PTF con ambos métodos.

- Método 1: Productividad Total de Factores

A partir de las Cuentas Nacionales del Banco Central, mediante el primer método se estimó que la participación del trabajo en el valor agregado de la producción (PIB) es de 15,5%, por lo que la contribución del stock de capital es de 84,5%. Cabe destacar que la participación del trabajo en la producción fue estimada para la industria del cobre de Chile específicamente, debido a que se cuenta con datos de remuneraciones y de valor agregado de dicho sector de la industria minera nacional.

A continuación, la Figura 6 presenta la participación del stock de capital y del trabajo en la producción minera chilena obtenida mediante el primer método.



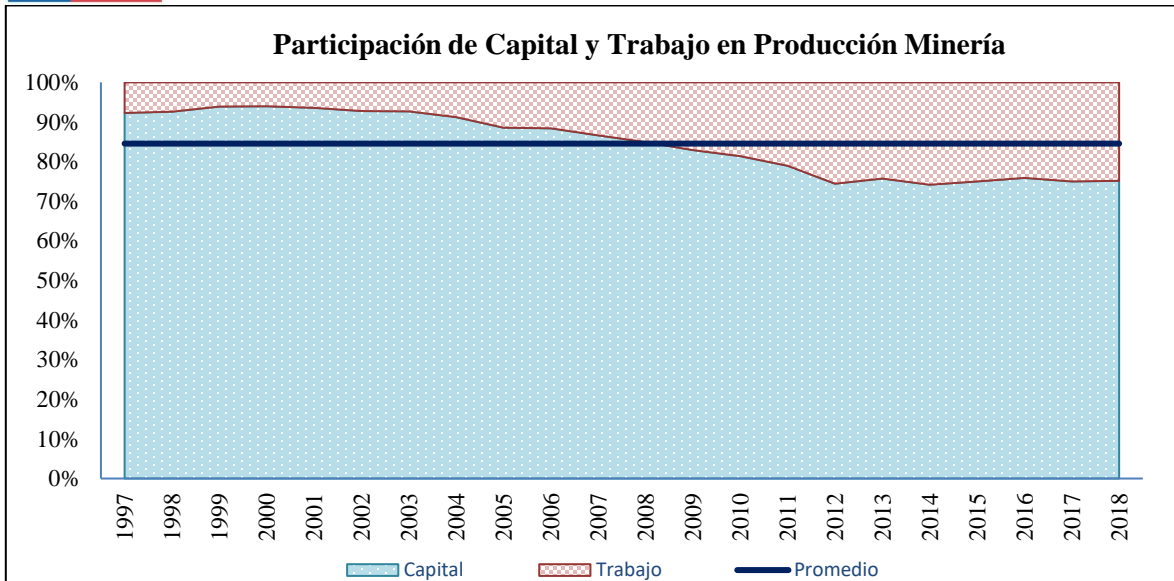


Figura 6. Participación de capital y trabajo en la producción minera chilena. Fuente: CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019).

Con esto en consideración, se estima la PTF de la industria minera. La Figura 7 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%.

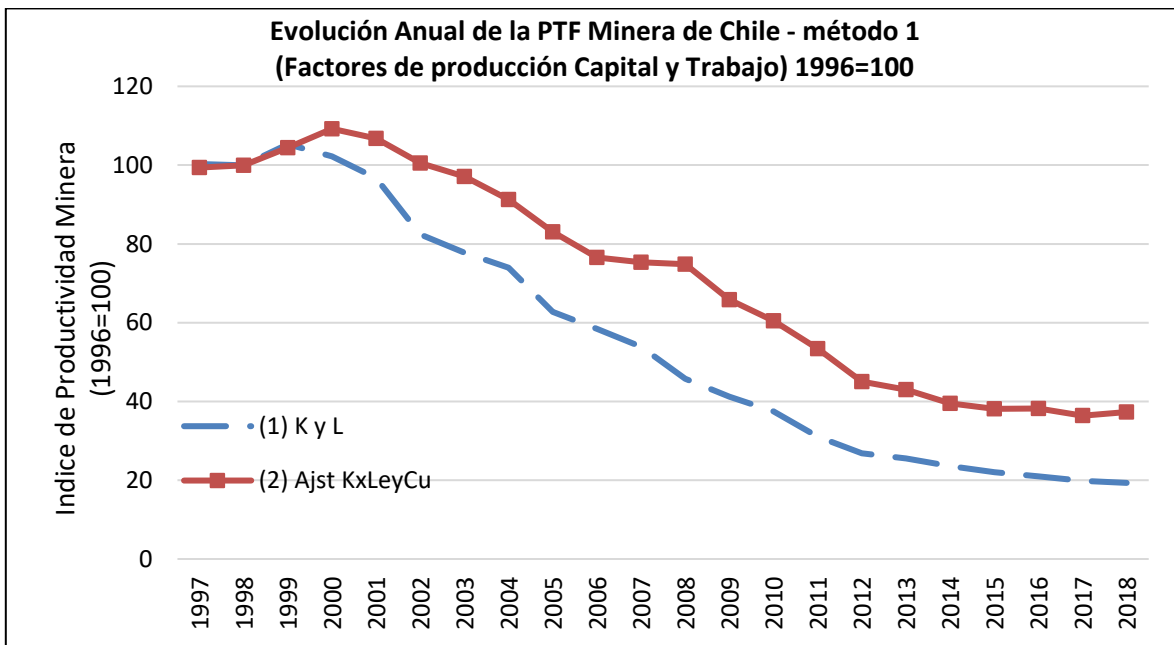


Figura 7. Evolución de la PTF de la industria minera en Chile - método 1. Fuente: CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019).

Ahora bien, considerando como base los periodos de análisis para la contribución promedio de factores al crecimiento del producto minero propuestos por de Solminihac & Dagá (2018) en el Libro de Productividad Minera en Chile, Diagnóstico y Propuestas, y actualizando los periodos, se presenta en la Tabla 1 las contribuciones promedio de factores en el crecimiento del PIB por periodo.

Tabla 1. Incidencia promedio de factores en crecimiento PIB minero por periodo – método 1.

*Capital y Trabajo*

	<b>Crecimiento PIB Minero</b>	<b>Contribución Crec Capital</b>	<b>Contribución Crec Empleo</b>	<b>Contribución PTF</b>
1997-2003	5.1%	8.1%	0.3%	-3.4%
2004-2010	0.0%	8.4%	1.4%	-9.8%
2011-2018	0.9%	8.4%	0.3%	-7.8%

Analizando la descomposición por factores puros de la producción minera nacional, es decir, sin ajuste por variables exógenas, se observa que el alto aumento del PIB minero en el periodo 1997-2003 se debió al incremento importante del stock de capital y en menor medida del trabajo.

La incidencia de la productividad pura en el aumento del PIB minero chileno disminuyó sostenidamente en el siguiente periodo, entre 2004 y 2010. La extensa caída en la contribución de la PTF en dicho periodo se explica por la baja en el PIB minero a pesar de un aumento en el capital y el trabajo. Finalmente, se resalta que, en el último periodo, de 2011 a 2018, el promedio de la contribución de la productividad pura disminuyó 7,8%.

En cuanto a la contribución del capital en el crecimiento del PIB de la industria minera, se observa que la incidencia del stock de capital puro aumentó constantemente a lo largo de los periodos analizados. En particular, se destaca el periodo 2011-2018 donde la contribución del stock de capital puro creció en 8,4%.

Finalmente, en cuanto al empleo en la industria minera, se destaca que este tuvo una incidencia baja en el crecimiento del PIB minero en relación con el stock de capital y la productividad. Tras la baja contribución del empleo en el crecimiento del PIB minero en el periodo 1997-2003, el ciclo 2004-2010 presenta una incidencia promedio de 1,4% del trabajo puro. En el siguiente periodo de 2011-2018, la contribución del empleo disminuyó respecto al periodo anterior alcanzando contribuciones promedio de 0,3% para el empleo puro.

- **Método 2: Productividad Total de Factores y Ley Mineral**

Se calcula la PTF de la industria utilizando el segundo método que considera 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%. La evolución de la PTF con el método 2 es mostrada en la Figura 8.

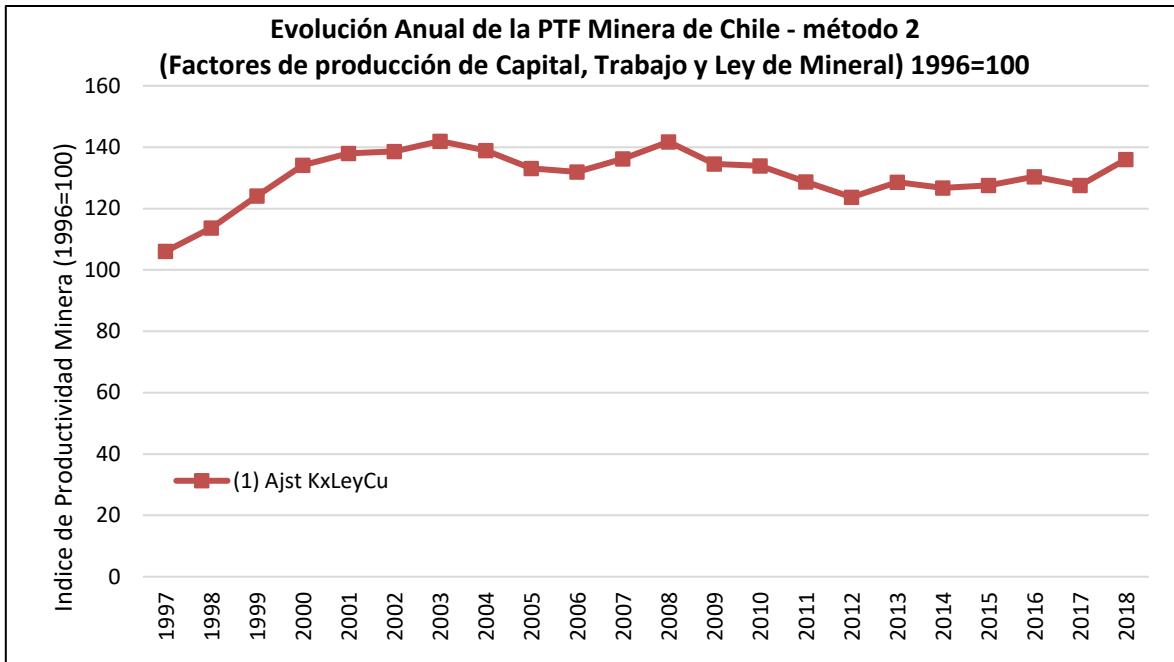


Figura 8. Evolución de la PTF de la industria minera en Chile - método 2. Fuente: CLAPES UC – “Productividad en la Minería en Chile 2018” (de Solminihac H. y Azúa G., 2019).

Las variaciones del método 2 respecto del método 1 radican principalmente en la contribución de sus variables. A continuación, en la Tabla 2 se presenta la contribución de los factores para los periodos 1997-2003; 2004-2010 y 2011-2018.

Tabla 2. Incidencia promedio de factores en crecimiento PIB minero por periodo – método 2.

	<i>Capital, Trabajo y Ley del Mineral</i>				
	<b>Crecimiento PIB Minero</b>	<b>Contribución Crec Capital</b>	<b>Contribución Crec Empleo</b>	<b>Contribución Crec Ley Min</b>	<b>Contribución PTF</b>
1997-2003	5.1%	1.9%	0.3%	-2.3%	5.2%
2004-2010	0.0%	2.0%	1.4%	-2.6%	-0.8%
2011-2018	0.9%	1.9%	0.3%	-1.6%	0.3%

Analizando la descomposición por factores de la producción minera nacional bajo las contribuciones del método 2, se observa que la productividad promedio para el periodo 1997-2003 se mantuvo positiva para la productividad pura con el valor de 5,2%. En los siguientes periodos la productividad pura alcanzó en promedio valores negativos. Para el periodo 2004-2010 se observa el valor de -0,8% para la productividad pura. Por último, en el periodo 2011-2018 se observa un promedio de productividad de 0,3%.

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).

#### 4. Análisis del impacto del cambio tecnológico en el capital humano de la minería

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 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 elaborado por CLAPES UC, 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.

#### 5. Análisis de la productividad en la construcción de proyectos mineros

Cada industria tiene características que hacen que su desempeño sea diferente al de otras. La industria de la minería en particular se encuentra fuertemente asociada a la industria de la construcción, cuya productividad ha mantenido un estancamiento en los últimos años. Por ello, analizar los motivos y posibles medidas para mejorar la situación es una tarea importante, pero a la vez es un problema complejo y de varias aristas.

Primero, hay que mencionar que la tecnología por sí misma no permite los aumentos de productividad, sino que debe ir acompañada de una incorporación y utilización adecuadas, así como de una implementación efectiva. Asimismo, la tecnología debe ser un apoyo para facilitar la realización de tareas, y en el caso particular de la industria de la construcción (y construcción de proyectos mineros) -que históricamente ha sido altamente dependiente de la mano de obra- debe ser idealmente de utilidad para realizar tareas más rápido, con mejor calidad y menor esfuerzo.

Segundo, la coordinación entre los involucrados en un proyecto (mandantes, proyectistas, inspección y constructores) requiere ser más ágil, resolviendo los problemas y mejorando la coordinación diariamente. Poseer una gestión enfocada en la mejora de productividad, facilitando los procesos de toma de decisiones, involucrando temprana y permanentemente a los principales actores en las fases iniciales del proyecto y optimizando los recursos, procesos y actividades.

Tercero, la industria de la construcción requiere potenciar el capital humano y capacitarlo acorde a los nuevos desafíos. Esto conversa directamente con el aumento de desarrollo tecnológico y la denominada Cuarta Revolución Industrial. Es fundamental formar y capacitar personas que sepan cómo operar y mantener las nuevas máquinas y tecnologías.

Cuarto, hay procesos propios de la industria que podrían ser más eficientes. Un ejemplo de mejora es la llamada “Construcción Acelerada”, que utiliza prefabricados y un sistema de construcción, transporte y montaje que permite adelantar parte de las actividades en una fábrica y por lo tanto disminuir los tiempos de construcción in situ. A su vez, al disminuir variabilidad con la industrialización y estandarización de procesos, permite mejorar la calidad de los productos y el control sobre ellos.

Por último, hay desafíos pendientes en relación con la seguridad jurídica en los proyectos de construcción. Otorgar mayor seguridad permitiría que proyectos que ya iniciaron su construcción no se paralicen en etapas posteriores, y de esa forma evitar pérdidas de productividad.

## II. Desafíos y objetivos estratégicos y metas para 2030 y 2050

En esta sección se presentan los desafíos y objetivos estratégicos para el eje de productividad y capital humano de la Política Nacional Minera 2050. Se consideró para su elaboración lo contenido en el documento de “Insumos para la Política Nacional de Minería 2050 (borrador)”, capítulo C6: Productividad y Capital Humano, proporcionado por el Ministerio de Minería. La sección se subdivide en tres grandes desafíos: 1) Productividad para la sostenibilidad minera, 2) Capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico y, 3) Procesos constructivos que aporten valor a la industria minera. En cada uno de estos desafíos se proponen las metas a lograr al año 2030 y 2050.

### 1. Productividad para la sostenibilidad de la minería

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 por considerar cuando se fijan objetivos y metas de mediano y largo plazo.

#### a. Desafíos y objetivos estratégicos

En este sentido, algunos de los temas más relevantes a considerar desde el enfoque de mejorar la productividad para la sostenibilidad de la minería son: establecer un mecanismo objetivo de medición de la productividad, gestionar y potenciar mecanismos de acceso a información minera, lograr mayor eficiencia y calidad en la gestión pública y administrativa, trabajar en una mayor institucionalidad de proyectos mineros y mejorar mecanismos que permitan el relacionamiento con la comunidad y entre empresas.

En este último punto, dentro de las conclusiones elaboradas por la CNP (2017) se menciona que “el modelo de diálogo para grandes proyectos de Valor Minero y la revisión del SEIA son acciones en la dirección correcta, y consolidarlos y mejorarlos basados en la experiencia será parte importante para favorecer un mejor vínculo de empresa y comunidades”. Es a raíz de esto, que surgen ciertas recomendaciones por parte de la CNP a considerar, tales como:

- Implementar las propuestas del Consejo Asesor Presidencial contra los Conflictos de Interés, el Tráfico de Influencias y la Corrupción respecto a los fondos recibidos por gobiernos locales, para hacer que los gobiernos locales establezcan un mejor marco institucional, con mayor transparencia y eficiencia.
  - Favorecer y fomentar modelos de diálogo permanente para grandes proyectos entre empresas y comunidades a través del Ministerio de Minería mediante la elaboración de una guía de estándares de participación para grandes proyectos mineros de manera análoga a lo realizado por el Ministerio de Energía para proyectos energéticos.
  - Avanzar en la implementación de las medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental con el objetivo de disponer de la mejor evaluación ambiental posible facilitando un mejor diálogo entre las empresas y las comunidades. En particular, las propuestas de Relacionamiento Temprano, Consulta Indígena y Fortalecimiento de la Participación Ciudadana en el SEIA.
  - Implementar un sistema de resolución de controversias y conflictos, como el promovido por Valor Minero, en el cual los actores puedan solicitar una mediación, arbitraje o conciliación, así como establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el proceso de diálogo.
  - Encomendar a COCHILCO que continúe con sus esfuerzos, como la primera caracterización del segmento, con el objetivo de aumentar la comprensión sobre la mediana minería dada su importancia creciente a futuro para Chile.
  - Complementar los análisis de brechas para la gran minería con un análisis similar para la mediana minería en Chile, idealmente con empresas similares en países referentes. Ello permitirá definir una línea base para monitorear la evolución del segmento.
  - Incorporar las directrices con estándares de la OCDE para empresas públicas a ENAMI y otras empresas del área, modernizando su gobierno corporativo, y fomentando la transparencia de las empresas.
  - Establecer indicadores de innovación claros que permitan dar seguimiento al impacto de la Plataforma de Innovación Abierta.
- b. Metas 2030
- Disponer de una metodología de medición y seguimiento de la productividad minera.
  - Disponer de plataforma digital de acceso a información minera y de registro de empresas y proveedores.
  - Disponer de una metodología de relacionamiento con la comunidad y entre empresas.
- c. Metas 2050
- Disponer de mecanismos de gestión pública y administrativa eficientes y con calidad regulatoria.
  - Disponer de una oficina de grandes proyectos mineros.
  - Disponer de una institucionalidad de proyectos mineros que otorgue seguridad jurídica.

## 2. Capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico

La base para generar crecimiento y valor agregado es el capital y el trabajo. En cuanto al trabajo, este es representado por los trabajadores, mientras que el capital puede ser representado por maquinarias y equipos. 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.

### a. Desafíos y objetivos estratégicos

En este sentido, algunos de los temas más relevantes a considerar desde el enfoque de capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico son: actualizar las normativas (principalmente de la dirección del trabajo) en cuanto a jornadas de trabajo, relación de trabajadores en distintas faenas (“pasaporte minero”), capacitar y certificar a los trabajadores de forma multifuncional y como recurso humano formado y calificado, gestionar cursos de seguridad común y válido para todos, potenciar la transformación digital y el uso de tecnología en la minería (entre ellos para la desalinización del agua).

La CNP (2017) en su capítulo de Recursos Energéticos e Hídricos en Minería, señala que a futuro existirán mayores restricciones al uso de agua continental y existirá competencia con otras actividades (consumo de la población y agrícola), lo que indica que es de esperar un uso creciente de agua de mar. En este sentido, se debe orientar una política pública para definir los márgenes que permitirían potenciar dicho uso (potenciando y resolviendo temas de coordinación entre entidades públicas e institucionalidad), todo esto con la finalidad de resolver vacíos legales que pudiesen existir respecto al uso de agua de mar en minería.

El mismo documento en su capítulo de Aspectos Laborales y Seguridad Minera, concluye 2 cosas principalmente respecto de las capacidades y competencias asociadas a la fuerza de trabajo del sector. La primera conclusión tiene que ver con “la existencia de importantes brechas de capital humano entre el mundo formativo y el mundo laboral. Por un lado, la brecha tiene que ver con el perfil de competencias que actualmente está desarrollando el mundo formativo, y, por otro lado, tiene que ver con la desproporción entre el número de matrículas de las distintas carreras y la demanda efectiva de estas”.

La segunda conclusión hace alusión al “bajo nivel de adherencia por parte del mundo formativo al marco de cualificaciones de la minería. La escasa certificación que se observa actualmente en el sector es una señal de alerta, siendo este el que presenta la menor cantidad de certificaciones entre 2002 y septiembre de 2015, con 219 certificaciones sobre un total de 64 mil, según ChileValora”.

Es así, como la CNP (2017), para responder a la mayor parte de estos desafíos, propone ciertas recomendaciones, tales como:

- Promover un mayor uso de infraestructura compartida en temas hídricos (desalinizadoras, tuberías, entre otros), sea a través de las empresas mineras coordinándose entre sí, sea a través de un tercero que construya la infraestructura y asuma los costos de coordinación, u otra alternativa factible, como podría ser un sistema de interconexión hídrico.
- Establecer una hoja de ruta clara de los permisos y tiempos requeridos para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras.

- Establecer un capítulo específico en los reglamentos respecto de los residuos de las plantas de tratamientos de aguas, relativo a las plantas desalinizadoras, en cumplimiento con los estándares internacionales en materia de medio ambiente.
  - Adaptar el Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud respecto al trabajo en altura a la luz de los resultados que se vayan obteniendo a raíz del estudio de la Superintendencia de Seguridad Social respecto de este tema.
  - Establecer criterios únicos y de manera explícita (puede dirigir el Ministerio de Salud en conjunto con el Ministerio de Minería), para que el establecimiento de comedores móviles no esté sujeto a interpretaciones, y de esta forma hacer expedito el proceso de aprobación/rechazo de las solicitudes.
  - Simplificar la Orden de Servicio N°5 del 20.11.2009 de la Dirección del Trabajo respecto a la autorización de sistemas excepcionales marco de distribución de jornada de trabajo y descansos haciendo más expedita la autorización de jornadas excepcionales para contratistas y proveedores.
  - La Dirección del Trabajo debe continuar con los esfuerzos de incorporar tecnologías de la información al proceso de autorización de la Jornada Excepcional de tal forma que el proceso resolutivo sea más eficiente, e incluso de forma remota.
  - Agregar a la posibilidad estipulada en el Artículo 375 del Código del Trabajo las jornadas excepcionales del tipo 4x4 y 7x7, para que así dichas jornadas se vean beneficiadas con la resolución exenta por parte de la Dirección del Trabajo.
  - Vincular la preparación de las especialidades mineras en la Educación Media Técnico-Profesional y Centros de Formación Técnica con las definidas por el Marco de Cualificaciones de la Minería desarrollado por el Consejo de Competencias Mineras. Más concretamente, condicionar la acreditación del programa, la subvención correspondiente, y el egreso de los estudiantes a la certificación en las mismas.
  - Incrementar en la industria los niveles de capacitación, los cuales deben estar alineados con el Marco de Cualificaciones de la Minería. De igual forma, llevar a cabo mayores esfuerzos en la industria para certificar a sus trabajadores, estableciendo compromisos y cronogramas claros.
  - Establecer una política local de formación minera en ciudades donde el empleo de la minería es relevante, en especial en zonas donde opera la mediana minería, potenciando a los liceos técnicos locales en especialidades mineras, así como aprovechar de impulsar carreras mineras en los CFT.
- b. Metas 2030
- Disponer de cursos de formación multifuncional y certificación de recurso humano en cuanto a las necesidades de la industria.
  - Disponer de normativas en cuanto jornadas de trabajo y relación de trabajadores en distintas faenas (presencial y remota).
  - Disponer de curso de seguridad común y válido para todos los trabajadores mineros (propios, subcontratos, proveedores).
- c. Metas 2050
- Disponer de normativas y reglamentación actualizada en el uso de tecnología para la transformación digital.



### 3. Procesos constructivos que aporten valor a la industria minera

Todo trabajo requiere de procesos y pasos para su desarrollo, y que determinan en cierta medida el logro a obtener y qué tan eficiente fue su obtención. Basado en el documento *Australia's Critical Minerals Strategy 2019 (Department of Industry, Innovation and Science of Australian Government, 2019)*, trabajar en potenciar estos procesos para que aporten valor a la industria es fundamental.

#### a. Desafíos y objetivos estratégicos

En este sentido, algunos de los temas más relevantes a considerar desde el enfoque de 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. Gestionar las empresas según las mejores prácticas internacionales, facilitar y agilizar los procesos administrativos, implementar metodologías y tecnologías para hacer más eficiente el uso de los recursos, desarrollar y potenciar el uso de industrialización y estandarización de procesos constructivos, mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas.

La CNP (2017) en su capítulo de Proveedores: barreras a la productividad y recomendaciones, 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 de personal como de equipos y maquinarias) lo que no permitiría que los sistemas de información de los equipos y procesos mineros intercambien datos de forma óptima y en tiempo real, no pudiendo trabajar en conjunto.

En este ámbito, el mismo documento, propone recomendaciones para abordar estos desafíos, tales como:

- Modificar el Decreto Supremo N°99 de 19.3.2015 del Ministerio de Minería para establecer un criterio claro y la opción para las empresas de retirarse del registro del Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras.
- Fijar un estándar común sobre las características técnicas, y otros criterios mínimos, que deben cumplir los vehículos livianos. Si un acuerdo entre las empresas no es posible, fijarlo en la normativa de Seguridad Minera e incorporarlo en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).
- Considerar como examen preocupacional y ocupacional vigente todo aquel que tenga un trabajador con el fin de evitar duplicar esfuerzos.
- Implementar un Pasaporte Minero que otorgue movilidad en el corto plazo a los trabajadores de empresas mineras y contratistas con especial énfasis en su escalamiento.
- Dar continuidad a los esfuerzos de asociatividad público privados como el Programa Nacional de Minería Alta Ley, y sus componentes, evaluando su desempeño y posibilidades de mejoras.
- Asegurar la disponibilidad de espacios de prueba, pilotaje y capacitación para innovaciones, fomentando el uso de yacimientos abandonados y periodos de capacidad ociosa en la mediana minería, de forma de alinear las características de estos espacios con las brechas priorizadas en la Hoja de Ruta Tecnológica.
- Fomentar la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones e información en todos los procesos de la producción minera mediante el desarrollo de instrumentos para ello (por

ejemplo, estándares de interoperabilidad) en conjunto con los proveedores y empresas mineras del sector.

- Aumentar la cantidad y calidad de infraestructura en carreteras, ferroviaria y marítima, junto con invertir en intermodalidad entre los tres medios siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015).
  - Fortalecer el SERNAGEOMIN, otorgando facultades más amplias y parámetros claros de fiscalización a los departamentos que posee, todo ello con el objetivo de maximizar el impacto de los ámbitos de trabajos de cada uno de ellos.
  - Homologar las condiciones entre peritos e ingenieros habilitados para realizar labores de mensura, y que la calificación anual a la que es sometida su labor esté a disposición del público.
  - Reducir los plazos envueltos en el procedimiento de solicitud, evaluación y constitución de concesiones.
- b. Metas 2030
- Disponer de metodología y normativas de colaboración y coordinación de las empresas entre sí, con sus contratistas y proveedores.
  - Disponer de información actualizada sobre mejores prácticas internacionales de la industria minera.
  - Disponer de normativas y reglamentación que permitan facilitar y agilizar los procesos administrativos (potenciar oficina de resolución de conflictos y Oficina GPS del Ministerio de Economía).
  - Disponer de información actualizada para potenciar el uso de industrialización y estandarización de procesos constructivos, así como la tecnología para implementarlo.
  - Disponer de metodologías actualizadas para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas.
- c. Metas 2050
- Disponer de un mapeo general en cuanto a la evolución de sus procesos constructivos y el aporte de valor a la industria.
  - Disponer de la integración de tecnología, capital, recurso humano, instituciones e institucionalidad para determinar avance en los procesos constructivos.

### III. Iniciativas priorizadas

Presentados los desafíos y objetivos estratégicos, se detallan las iniciativas contenidas para avanzar en el cumplimiento de las metas establecidas. Se consideró para su elaboración lo contenido en el documento de “Insumos para la Política Nacional de Minería 2050 (borrador)”, capítulo C6: Productividad y Capital Humano, proporcionado por el Ministerio de Minería. La Tabla 3 presenta un cuadro resumen de los desafíos, objetivos e iniciativas contenidas.

Tabla 3. Resumen de desafíos, objetivos e iniciativas del eje de productividad y capital humano.

#	Desafíos y Objetivos	Iniciativas	Razón de la Iniciativa
1	Productividad para la sostenibilidad de la minería.	Iniciativa 1: Monitoreo y evaluación periódica de la productividad.	Para poder evaluar y analizar oportunidades de mejora de la productividad.

		Iniciativa 2: Mejorar productividad y organización del trabajo.	Para reducir duplicidades, facilitar la organización del trabajo y modernización de la minería.
2	Capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico.	Iniciativa 3: Mejorar la productividad del capital.	Para optimizar el uso de los recursos.
		Iniciativa 4: Identificar y adaptar los procesos de formación y capacitación.	Para avanzar en la transformación tecnológica y enfrentar las necesidades propias de la industria.
3	Procesos constructivos que aporten valor a la industria minera.	Iniciativa 5: Mejora de los procesos para que aporten a aumentar la productividad.	Para la gestión de proyectos a nivel nacional, y de resolución temprana de conflictos.
		Iniciativa 6: Mejorar la productividad de la construcción de proyectos mineros.	Para disminuir pérdidas y mejorar la calidad de productos y control sobre ellos. Acompañar de mejoras en la seguridad jurídica de los proyectos.

1. Iniciativa 1 Monitoreo y evaluación periódica de la productividad

a. Descripción de la iniciativa

Realizar un seguimiento y monitoreo a los índices de productividad minera para poder evaluar y analizar oportunidades de mejora. En este sentido -considerando un trabajo periódico- se plantea realizar un reporte de forma anual que presente la evolución del indicador de PTF y PML de la industria minera en Chile.

b. Propuesta de implementación

Para implementar el índice de productividad minera, se plantea adoptar y/o adaptar el mecanismo de medición utilizado por la Comisión Nacional de Productividad (CNP), el Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales UC (CLAPES UC) u otra institución o centro de estudios que presente metodologías de medición de productividad (Productividad Media Laboral, Productividad Total de Factores y Productividad Operacional).

c. Contribución de la iniciativa al logro de las metas estratégicas

El primer paso para mejorar la productividad de la minería es conocer el estado actual de la misma y con ello detectar oportunidades de mejora. La iniciativa de monitoreo y evaluación periódica de la productividad permite conocer la evolución del indicador aportando a un diagnóstico de la productividad minera.

d. Propuesta de responsables

La medida de monitoreo y evaluación periódica de la productividad será supervisada por el Ministerio de Minería y sus seremis. La ejecutará la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). Se buscará el compromiso de cada empresa pública o privada y gremios que tengan relación con la minería (CChC, SONAMI, ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, etcétera) para aportar con información clave para la construcción de los indicadores.

## 2. Iniciativa 2 Mejorar productividad y organización del trabajo

### a. Descripción de la iniciativa

Potenciar mecanismos de acceso a información minera (tanto geológica como de proyectos), sistematizar e integrar información en un sistema único nacional que permita reducir duplicidades en diversos procesos administrativos y facilite la organización del trabajo. A su vez, gestionar adecuadamente los recursos asociados a la exploración y explotación de minerales y, acompañar un correcto desarrollo regulatorio y modernización de la minería.

### b. Propuesta de implementación

Una apropiada organización del trabajo permite mejorar la productividad. En este sentido, para implementar la iniciativa se requiere gestionar un sistema único de registro nacional mediante plataformas digitales, donde empresas e información de la industria se encuentre disponible para todo aquel que la requiera. Se requiere además de una reglamentación o normativa que permita la modernización para implementar este sistema de registro. Finalmente, se requiere capacitar a los usuarios en su correcto uso.

### c. Contribución de la iniciativa al logro de las metas estratégicas

Organizar adecuadamente el trabajo (tanto administrativo, de procesos y producción) permite reducir duplicidades en tiempo y consumo de recursos, mientras que genera un aporte y un avance hacia la transformación digital, que finalmente impacta en la productividad de la industria.

### d. Propuesta de responsables

La medida de mejorar productividad y organización del trabajo será supervisada por el Ministerio de Minería y sus seremis. La ejecutará el mismo Ministerio de Minería y sus colaboradores. Se buscará el compromiso de cada empresa pública o privada y gremios que tengan relación con la minería (CChC, COCHILCO, SONAMI, ENAMI, SERNGEOMIN, Consejo Minero, etcétera).

## 3. Iniciativa 3 Mejorar la productividad del capital

### a. Descripción de la iniciativa

Ampliar las funciones del capital físico (tanto de producción como de construcción) a otras faenas similares, permitiendo optimizar el uso de los recursos.

### b. Propuesta de implementación

Ampliar los usos del capital físico como por ejemplo el uso de camiones, cargadores, chancadores y otras maquinarias, o las mismas instalaciones e infraestructura para producción y construcción (desalinizadoras, carreteras, vías, puertos). Para ello se requiere estudiar las restricciones de uso del capital y optimizar los usos utilizando modelación y simulación de procesos asociado a tecnología. Por ejemplo, geo localizadores y tecnología de transmisión de datos a distancia para la toma oportuna de decisiones. Esto puede ir acompañado de nuevas técnicas de trabajo, por ejemplo, trabajo remoto.

c. Contribución de la iniciativa al logro de las metas estratégicas

El adecuado uso de capital físico permite mejorar la eficiencia en la obtención de resultados. De este modo, se aprovechará mejor el uso de recursos mediante la implementación de tecnología existente aprovechando las bondades que otorga.

d. Propuesta de responsables

La medida de mejorar productividad del capital será supervisada por el Ministerio de Minería y sus seremis. La ejecutará cada empresa pública o privada y gremios (por ejemplo, la CChC) que tengan relación con la minería y que busquen mejorar su competitividad. Deberá existir compromiso de instituciones relacionadas a la minería.

4. Iniciativa 4 Identificar y adaptar los procesos de formación y capacitación

a. Descripción de la iniciativa

Identificar y adaptar los procesos de formación y capacitación para personal de la industria minera en Chile, focalizado en la transformación tecnológica y las necesidades propias de la industria, adaptando el empleo hacia la automatización y potenciando la certificación de competencias.

b. Propuesta de implementación

Primero se deberá identificar experiencias internacionales y nacionales en otras industrias frente al cambio tecnológico, incluyendo reconversión y reinserción laboral, para luego generar las condiciones necesarias para implementar los procesos, herramientas e insumos necesarios para formar y capacitar al personal de acuerdo con las necesidades de la industria. En este proceso se deben identificar los perfiles y proyecciones de demanda laboral en minería, asociar perfiles a las necesidades, adaptar y actualizar los centros de formación (colegios, universidades, institutos, centros de formación técnica, entre otros), para finalmente desarrollar los modelos educativos y de formación de competencias. Se debe buscar polifuncionalidad en el personal y potenciar la certificación de competencias.

c. Contribución de la iniciativa al logro de las metas estratégicas

Formar y capacitar al personal de la industria minera, 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 polifuncionalidad 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.

d. Propuesta de responsables

La medida de mejorar los procesos que aportan a mejorar la productividad será supervisada por el Ministerio de Minería y sus seremis. La ejecutará el Ministerio de Educación en conjunto con el Ministerio de Minería, el Consejo Minero, empresas mineras, SONAMI, asociaciones mineras y constructoras (por ejemplo, la CChC). Deberá existir compromiso de instituciones relacionadas a la minería, construcción y educación.

5. Iniciativa 5 Mejora de los procesos para que aporten a aumentar la productividad

a. Descripción de la iniciativa

Promover y generar un sistema permanente de evaluación y mejoramiento de regulaciones de la industria, gestionar oficinas centrales para gestión de proyectos a nivel nacional, así como acompañar los procesos con el uso de metodologías de resolución temprana de conflictos.

b. Propuesta de implementación

Se debe catastrar las normas existentes que impactarían o restringen la mejora de procesos. A nivel de gestión de proyectos, se debe promover y potenciar la Oficina de Gestión de Proyectos Sustentables (GPS) perteneciente al Ministerio de Economía, de forma de agilizar y reducir plazos en la evaluación sustentable de proyectos. De manera interna, las empresas deberán implementar metodologías de resolución temprana de conflictos de forma de mejorar los procesos tanto en sus resultados como en los plazos para obtenerlos.

c. Contribución de la iniciativa al logro de las metas estratégicas

Agilizar los procesos mediante reducción de plazos y resolución temprana de conflictos permite mejorar el uso de recursos, dar mayor certeza a las empresas en cuanto a la realización de proyectos y a su vez mejora la eficiencia y coordinación interna y externa entre las empresas y el Estado, de forma tal que mejora la productividad.

d. Propuesta de responsables

La medida de mejorar los procesos que aportan a mejorar la productividad será supervisada por el Ministerio de Minería y sus seremis. La ejecutará el Ministerio de Economía en conjunto con el Ministerio de Minería. A su vez, cada empresa pública o privada y gremios (por ejemplo, la CChC) que tengan relación con la minería y que busquen mejorar su competitividad deberá implementar las metodologías de resolución temprana de conflictos. Deberá existir compromiso de instituciones relacionadas a la minería.

6. Iniciativa 6 Mejorar la productividad de la construcción de proyectos mineros

a. Descripción de la iniciativa

Mejorar los procesos constructivos de proyectos mineros mediante la disminución pérdidas y de variabilidad, la industrialización y estandarización de procesos, la mejora de calidad de productos y control sobre ellos, y mejoras en la seguridad jurídica de los proyectos de construcción.

b. Propuesta de implementación

Potenciar la incorporación de procesos y metodologías constructivas más eficientes. Un ejemplo de mejora es la llamada “Construcción Acelerada”, que utiliza prefabricados y un sistema de construcción, transporte y montaje que permite adelantar parte de las actividades en una fábrica y por lo tanto disminuir los tiempos de construcción in situ (también disminuye la variabilidad de procesos y permite mejorar la calidad de los productos). A su vez, se debe otorgar mayor seguridad jurídica a los proyectos de construcción, que permitiría que proyectos que ya iniciaron su construcción no se paralicen en etapas posteriores, y de esa forma evitar pérdidas de productividad.

c. Contribución de la iniciativa al logro de las metas estratégicas

Hacer más eficientes los procesos constructivos de proyectos mineros mediante la eliminación de procesos que no agregan valor y la aplicación de nuevas y mejores metodologías constructivas permite mejorar la productividad de la industria. Paralelamente, acompañar a estos proyectos con mayor seguridad jurídica permitiría no interrumpir proyectos e inversiones que finalmente se traduce en pérdida o ganancia de valor agregado y uso de recursos.

d. Propuesta de responsables

La medida de mejorar la productividad de la construcción de proyectos mineros será supervisada por el Ministerio de Minería y sus seremis. La ejecutará el Ministerio de Minería en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas, en conjunto con las empresas constructoras, gremios (por ejemplo, la CChC) y asociaciones mineras. Deberá existir compromiso de instituciones relacionadas a la minería y la construcción.

IV. Esquema de gobernanza

Esta sección propone esquemas de gobernanzas para 1) el eje de productividad y capital humano y, 2) las iniciativas. Parte de la propuesta de gobernanza se basó en el contenido en el documento de “Insumos para la Política Nacional de Minería 2050 (borrador)”, capítulo C6: Productividad y Capital Humano, proporcionado por el Ministerio de Minería.

1. Para eje productividad y capital humano

La sostenibilidad y calidad de una política nacional minera requiere de un alto grado de participación, legitimidad y validación por expertos. Para ello, es fundamental construir una gobernanza con múltiples actores que permita implementar de la mejor forma posible las iniciativas propuestas y alcanzar los objetivos planteados. Para lograr lo anterior, se puede establecer-continuar con mesas técnicas por ejes estratégicos en cada tema, junto con consejos consultivos nacionales y regionales que posean capacidad de buen diseño, implementación y obtención de resultados a lo largo del proceso de la política minera.

A su vez, es importante nombrar o elegir a un representante por cada eje (tanto productividad como capital humano) para que lidere la implementación y desarrollo recogiendo la experiencia y acumulando conocimiento para futuras políticas.

La estructura de la gobernanza para los ejes deberá estar liderada por el Ministerio de Minería junto con sus seremis. El consejo consultivo se encontrará aconsejando las decisiones resultas y quienes sean líderes de ejes supervisarán las iniciativas pertenecientes a cada eje. Paralelamente, se establecerá un conjunto de asociaciones, instituciones, centros y personas de apoyo que sean transversales para la implementación del eje en su conjunto.

2. Para las iniciativas

En relación con la gobernanza para las iniciativas, ésta deberá ser liderada por el Ministerio de Minería junto con sus seremis. El consejo consultivo se encontrará aconsejando las decisiones resultas y quienes sean líderes de ejes supervisarán las iniciativas pertenecientes a cada eje. Los colaboradores y quienes sean responsables de ejecutar las iniciativas quedarán a disposición de los



líderes de eje. Se apoyará la gobernanza para las iniciativas con el conjunto de asociaciones, instituciones, centros y personas de apoyo transversales a los ejes.

#### V. Cierre del documento

Presentados los desafíos, objetivos e iniciativas contempladas para el cumplimiento de metas al año 2030 y 2050 del eje de productividad y capital humano de la Política Nacional Minera 2050, se resume en la Tabla 4 los desafíos, objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050, mientras que en la Tabla 5 se resume el desarrollo del eje, conteniendo los objetivos, iniciativas contempladas, resultados (implicancias) social, ambiental y económica esperadas y, la gobernanza de cada iniciativa destacando los principales puntos considerados en el documento.



Tabla 4: Cuadro resumen de desafíos, objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 contempladas en eje de productividad y capital humano.

#	Objetivos	Desafíos y objetivos estratégicos	Metas 2030	Metas 2050
1	Productividad para la sostenibilidad de la minería	Establecer un mecanismo objetivo de medición de la productividad, gestionar y potenciar mecanismos de acceso a información minera, lograr mayor eficiencia y calidad en la gestión pública y administrativa, trabajar en una mayor institucionalidad de proyectos mineros y mejorar mecanismos que permitan el relacionamiento con la comunidad y entre empresas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de una metodología de medición y seguimiento de la productividad minera.</li> <li>• Disponer de plataforma digital de acceso a información minera y de registro de empresas y proveedores.</li> <li>• Disponer de una metodología de relacionamiento con la comunidad y entre empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de mecanismos de gestión pública y administrativa eficientes y con calidad regulatoria.</li> <li>• Disponer de una oficina de grandes proyectos mineros.</li> <li>• Disponer de una institucionalidad de proyectos mineros que otorgue seguridad jurídica.</li> </ul>
2	Capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico	Actualizar las normativas (principalmente de la dirección del trabajo) en cuanto a jornadas de trabajo, relación de trabajadores en distintas faenas (“pasaporte minero”), capacitar y certificar a los trabajadores de forma multifuncional y como recurso humano formado y calificado, gestionar cursos de seguridad común y válido para todos, potenciar la transformación digital y el uso de tecnología en la minería (entre ellos para la desalinización del agua).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de cursos de formación multifuncional y certificación de recurso humano en cuanto a las necesidades de la industria.</li> <li>• Disponer de normativas en cuanto jornadas de trabajo y relación de trabajadores en distintas faenas (presencial y remota).</li> <li>• Disponer de curso de seguridad común y válido para todos los trabajadores mineros (propios, subcontratos, proveedores).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de normativas y reglamentación actualizada en el uso de tecnología para la transformación digital.</li> </ul>
3	Procesos constructivos que aporten valor a la industria minera	Generar mayor colaboración y coordinación de las empresas entre sí, con sus contratistas, proveedores y con las comunidades. Gestionar las empresas según las mejores prácticas internacionales, facilitar y agilizar los procesos administrativos, implementar metodologías y tecnologías para hacer más eficiente el uso de los recursos, desarrollar y potenciar el uso de industrialización y estandarización de procesos constructivos, mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de metodología y normativas de colaboración y coordinación de las empresas entre sí, con sus contratistas y proveedores.</li> <li>• Disponer de información actualizada sobre mejores prácticas internacionales de la industria minera.</li> <li>• Disponer de normativas y reglamentación que permitan facilitar y agilizar los procesos administrativos (potenciar oficina de resolución de conflictos y Oficina GPS del Ministerio de Economía).</li> <li>• Disponer de información actualizada para potenciar el uso de industrialización y estandarización de procesos constructivos, así como la tecnología para implementarlo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de un mapeo general en cuanto a la evolución de sus procesos constructivos y el aporte de valor a la industria.</li> <li>• Disponer de la integración de tecnología, capital, recurso humano, instituciones e institucionalidad para determinar avance en los procesos constructivos.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponer de metodologías actualizadas para mejorar la calidad de los procesos y técnicas constructivas.</li> </ul>
--	--	---

Tabla 5: Cuadro resumen de objetivos, iniciativas contempladas, resultados esperados y gobernanza en eje de productividad y capital humano.

#	Objetivos	Iniciativas	Porqué la Iniciativa (Criterios de desarrollo sustentable)	Resultados (Implicancias)			Gobernanza
				Social	Ambiental	Económica	
1	Productividad para la sostenibilidad de la minería	Iniciativa 1: Monitoreo y evaluación periódica de la productividad	Para poder evaluar y analizar oportunidades de mejora de la productividad.			Conocer el estado actual y con ello detectar oportunidades de mejora de la productividad minera.	Ministerio de Minería y sus seremis, Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), CChC, SONAMI, ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, etcétera.
		Iniciativa 2: Mejorar productividad y organización del trabajo	Para reducir duplicidades, facilitar la organización del trabajo y modernización de la minería.	Aporte a los trabajadores y reducción de uso de recursos.		Reducir duplicidades en tiempo y consumo de recursos.	Ministerio de Minería y sus seremis, CChC, COCHILCO, SONAMI, ENAMI, SERNAGEOMIN, Consejo Minero, etcétera.
2	Capital humano para participar y aprovechar el cambio tecnológico	Iniciativa 3: Mejorar la productividad del capital	Para optimizar el uso de los recursos.	Formar trabajadores polifuncionales.	Reducir consumo de recursos e impacto.	Se aprovechará mejor el uso de recursos mediante la implementación de tecnología.	Ministerio de Minería y sus seremis. Empresas y gremios (ejemplo CChC).
		Iniciativa 4: Identificar y adaptar los procesos de	Para avanzar en la transformación tecnológica	Aporte a los trabajadores y su desempeño.		El nivel de empleabilidad de las personas capacitadas debería	Ministerio de Minería y sus seremis, Ministerio de Educación, Consejo Minero,

		formación y capacitación	y enfrentar las necesidades propias de la industria.			aumentar y la capacidad de resolución de problemas.	SONAMI, asociaciones mineras y constructoras (ejemplo CChC).
3	Procesos constructivos que aporten valor a la industria minera	Iniciativa 5: Mejora de los procesos para que aporten a aumentar la productividad	Para la gestión de proyectos a nivel nacional, y de resolución temprana de conflictos.			Mejorar el uso de recursos, dar mayor certeza y mejorar coordinación entre las empresas y el Estado.	Ministerio de Minería y sus seremis, Ministerio de Economía, empresas y gremios (ejemplo CChC).
		Iniciativa 6: Mejorar la productividad de la construcción de proyectos mineros	Para disminuir pérdidas y mejorar la calidad de productos y control sobre ellos. Acompañar de mejoras en la seguridad jurídica de los proyectos.		Revisión ambiental moderna y ágil que permita generar certezas.	Otorgar mayor seguridad jurídica permitiría no interrumpir proyectos e inversiones.	Ministerio de Minería y sus seremis, Ministerio de Obras Públicas, empresas y gremios (ejemplo CChC) y asociaciones mineras.

## V. Referencias

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

Banco Central de Chile (2019a). *Base de datos estadísticos, cuentas nacionales*. Recuperado de <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Banco Central de Chile (2019b). *Base de datos estadísticos, economía internacional*. Recuperado de <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Banco Central de Chile (2019c). *Base de datos estadísticos, indicadores sectoriales*. Recuperado de <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Banco Central de Chile (2019d). *Base de datos estadísticos, precios*. 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 (2019). *Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1999-2018*. 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\\_Competicencias\\_para\\_el\\_Trabajo\\_marzo\\_2018\\_2.pdf](https://www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2018/03/Informe_Final_Sistema_de_Formacion_de_Competicencias_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/>

Department of Industry, Innovation and Science of Australian Government (2019). Australia's Critical Minerals Strategy 2019. Recuperado de: <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-03/australias-critical-minerals-strategy-2019.pdf>

Harberger, A. (1972). *Project evaluation*. Chicago, United States: University of Chicago Press.  
Instituto Nacional de Estadísticas (2019a). *Estadísticas laborales, índice de remuneraciones y costo de mano de obra (IR-ICMO)*. Recuperado de <http://www.ine.cl/estadisticas/laborales/ir-icmo?categoria=IR%20-%20ICMO%20Base%20Anual%202009%20=%20100>  
Instituto Nacional de Estadísticas (2019b). *Estadísticas precios, índice de precios al consumidor (IPC)*. Recuperado de <http://www.ine.cl/estad%C3%ADsticas/precios/ipc?categoria=Base%202013=100>

Insumos para la Política Nacional de Minería 2050 (borrador). (2020), *Acuerdos y propuestas de las mesas de sostenibilidad económica, social, ambiental y de gobernanza para la sostenibilidad*.

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](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](https://mining.ca/wp-content/uploads/2019/03/Facts-and-Figures-English-Web_0.pdf)