

Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Estudios

**Estrechez Cíclica del Mercado Laboral en la Minería Chilena del Cobre:
“Diagnóstico y Propuestas”**

Registro de Propiedad Intelectual
© N°175.972

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen Ejecutivo

1.	Introducción	13
2.	Antecedentes	14
3.	Metodología de análisis y fuentes de información	17
4.	Análisis intrasectorial del mercado laboral minero en Chile	21
4.1	Análisis del empleo	28
4.2	Análisis de remuneraciones	35
4.3	Análisis de productividad laboral	39
5.	Análisis intersectorial del mercado laboral minero en Chile	43
5.1	Análisis del empleo	43
5.2	Análisis de remuneraciones	45
5.3	Análisis de productividad laboral	54
6.	Análisis de estudios de pregrado y postgrado en minería	56
6.1	Análisis de carreras profesionales de pregrado	57
6.2	Análisis de carreras técnicas de pregrado	64
6.2	Análisis de estudios de postgrado	68
7.	Fundamentos del déficit de profesionales y técnicos mineros	70
7.1	Perspectiva de la oferta laboral	70
7.2	Perspectiva de la demanda laboral	74
8.	Propuestas de políticas públicas	76
9.	Conclusiones	80
10.	Futuras investigaciones	82
11.	Referencias Bibliográficas y fuentes de datos	85
12.	Anexos	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Nivel y tasa de variación precio nominal del cobre refinado
- Gráfico 2:** Nivel y tasa de variación del gasto en exploración minera en Chile
- Gráfico 3:** Inversión Minera en Chile (millones de US\$ de cada año)
- Gráfico 4:** Evolución promedio de leyes en yacimientos de cobre chilenos (%)
- Gráfico 5:** Nivel y tasa de variación de producción de cobre fino (MTMF)
- Gráfico 6:** Participación promedio de los costos laborales en los Cash Cost de la industria minera chilena (Codelco y GMP-10)
- Gráfico 7:** Tasa de variación de precio nominal del cobre y empleo directo en minería del cobre
- Gráfico 8:** Número y tasa de variación de empleo directo en minería
- Gráfico 9:** Personal ocupado en minería del cobre según tamaño de los productores
- Gráfico 10:** Horas hombre de ocupados en minería según empresas mandantes y contratistas (2000-2007)
- Gráfico 11:** Personal propio, contratistas de operación e inversión de Codelco
- Gráfico 12:** Fuerza de trabajo ocupada por región en minería
- Gráfico 13:** Participación de profesionales y técnicos mineros sobre el total de trabajadores de la minería chilena (%)
- Gráfico 14:** Índice y tasa de variación de índice real de remuneraciones de la minería
- Gráfico 15:** Remuneraciones medias reales de la minería según grupos ocupacionales
- Gráfico 16:** Productividad media trabajadores cobre (MTMF/trabajador)
- Gráfico 17:** Productividad media física del trabajo Codelco para dotación propia y total (TMF cobre / trabajador / año)
- Gráfico 18:** Participación de ocupados minería y servicios financieros-empresariales respecto al total nacional de ocupados (%)
- Gráfico 19:** Evolución índices de salarios reales de actividades económicas
- Gráfico 20:** Remuneraciones medias reales según actividad económica
- Gráfico 21:** Porcentaje de empresas que entregan bono e incentivos por actividad económica (%)

Gráfico 22: Comparación remuneraciones reales de los directivos mineros respecto al promedio de directivos del resto de las actividades económicas

Gráfico 23: Comparación remuneraciones reales de los profesionales mineros respecto al promedio de profesionales del resto de las actividades económicas

Gráfico 24: Comparación remuneraciones reales de los técnicos mineros respecto al promedio de técnicos del resto de las actividades económicas

Gráfico 25: Evolución de los diferenciales de remuneraciones medias reales para directivos, profesionales y técnicos

Gráfico 26: Relación entre las remuneraciones medias reales de la minería respecto al promedio de las actividades económicas según tipo de ocupación

Gráfico 27: Productividad media nominal del trabajo por clase de actividad económica (millones de pesos de cada año)

Gráfico 28: Productividad media del trabajo usando valor bruto de la producción según clase de actividad económica (millones de pesos corrientes)

Gráfico 29: Motivos por los que no escogería la especialidad de minería

Gráfico 30: Motivos por los que si escogería la especialidad de minería

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tasa de variación índice real de remuneraciones de la minería y correlación índice de salario real minería con precio real del cobre.

Tabla 2: Promedio de tasas de variación de remuneraciones medias reales de la minería según tipo de ocupación

Tabla 3: Promedio y relación remuneraciones reales minería por tipo de ocupación

Tabla 4: Promedios tasas de variación de productividad laboral, producción de cobre y empleo del cobre

Tabla 5: Promedio tasas de variación de producción cobre, dotación propia y productividad laboral propia de Codelco

Tabla 6: Promedio tasas de variación de producción cobre, dotación contratistas operación y productividad total de trabajadores de Codelco

Tabla 7: Comparación de remuneraciones medias reales minería respecto a otros sectores económicos en Chile (1993-2005)

Tabla 8: Porcentaje de trabajadores según tramos de ingreso y actividad económica

Tabla 9: Promedio, volatilidad y correlación diferenciales de remuneraciones medias reales de la minería respecto a promedio de actividades económicas

Tabla 10: Tasas de variación de diferenciales de remuneraciones medias reales de la minería respecto a promedio de actividades económicas

Tabla 11: Estimación estadísticas laborales de carreras ligadas de forma directa a la minería en Chile

Tabla 12: Estimación de la oferta de carreras relacionadas directamente al sector minero en Chile

Tabla 13: Evolución indicadores de atractivo de carreras relacionadas directamente al sector minero en Chile

Tabla 14: Número de vacantes, matriculados, egresados y titulados en 2007 de carreras profesionales de pregrado relacionadas a la minería en Chile

Tabla 15: Oferta de carreras mineras de pregrado

Tabla 16: Oferta de carreras técnicas y profesionales relacionadas al sector minero (DUOC-UC)

Tabla 17: Oferta de carreras técnicas y profesionales relacionadas al sector minero (INACAP)

Tabla 18: Oferta de carreras técnicas relacionadas al sector minero dictadas en Universidades e Institutos Profesionales

Tabla 19: Redes entre Educación Técnica e Industria Minera en Chile

Tabla 20: Oferta de postgrados relacionados directamente al sector minero

Tabla 21: Distancia de principales yacimientos/divisiones de cobre en Chile respecto a ciudad más cercana (2007)

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Profesionales y técnicos ocupados en la minería chilena
- Figura 2:** Diagrama relacional de gráficos y tablas de análisis del mercado laboral minero en Chile
- Figura 3:** Diagrama de variables que inciden en la demanda por trabajadores de la minería en Chile
- Figura 4:** Carreras profesionales y técnicas relacionadas a la minería
- Figura 5:** Factores que impulsan el desarrollo tecnológico en la minería
- Figura 6:** Diagrama de objetivos propuestos para futura investigación relacionada a la oferta y demanda de RR.HH mineros en Chile
- Figura 7:** Diagrama de interrelación de la información recolectada con futuras encuestas a la oferta y demanda laboral en minera

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1:** Comparación intersectorial nominal de remuneraciones y productividades laborales según actividad económica en Chile
- Anexo 2:** Remuneraciones medias reales minería según tipo de ocupación
- Anexo 3:** Porcentaje remuneraciones reales ocupaciones de la minería respecto a ocupación personal directivo en minería
- Anexo 4:** Relación entre las remuneraciones reales de la minería respecto al promedio de las actividades económicas según tipo de ocupación
- Anexo 5:** Promedio anual de personal ocupado en minería
- Anexo 6:** Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE)
- Anexo 7:** Comparación curricular de la carrera de Ingeniería Civil en Minas en la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Colorado School of Mines (USA)
- Anexo 8:** Número de vacantes, matriculados, egresados y titulados en 2007 de carreras profesionales de pregrado relacionadas a la minería en Chile
- Anexo 9:** Número de vacantes, matriculados, egresados y titulados en 2007 de currículos profesionales de postgrado relacionados a la minería en Chile

Resumen Ejecutivo

En los últimos años, diversos expertos han advertido sobre la existencia de un déficit a nivel mundial de Recursos Humanos especializados en el sector minero. La preocupación radica en los negativos efectos que esta situación podría tener en el desarrollo de la actividad minera en los próximos años, lo cual adquiere una particular importancia en el caso de Chile, por ser la industria minera un pilar clave del desarrollo económico nacional.

En virtud de lo anterior, COCHILCO desarrolló un primer estudio sobre la materia, con miras a aportar información, que permita caracterizar de mejor forma el déficit de trabajadores de la minería en Chile, focalizándose en desagregar el análisis en las ocupaciones de profesionales y técnicos de la actividad. Para ello, y ante la ausencia de estadísticas apropiadas que permitan construir funciones de oferta y demanda por trabajo en minería para estos grupos ocupacionales, se seleccionó un conjunto de indicadores microeconómicos relacionados al mercado laboral en minería, los que fueron analizados desde una perspectiva intrasectorial e intersectorial. Entre estos indicadores destacan el empleo, las remuneraciones reales y la productividad laboral, a los cuales se les agregó el análisis de algunas estadísticas básicas disponibles de matrículas y titulación de universidades.

La investigación toma como eje central, el efecto del precio del cobre sobre las señaladas variables, teniendo en cuenta los históricos niveles que ha alcanzado durante el sub-período 2004-2007

Entre algunas de las conclusiones que se desprenden del estudio se destacan:

1. El análisis realizado aporta evidencia sobre la existencia de un déficit de trabajadores mineros en Chile, relacionado al carácter cíclico del precio del cobre.

El análisis del conjunto de indicadores microeconómicos relacionados al mercado laboral minero, muestra la existencia de un déficit de trabajadores mineros en Chile durante el período 2004-2007. Lo anterior, puede ser explicado por la combinación de un considerable incremento en la demanda por trabajadores mineros y una oferta que posee restricciones de crecimiento.

La significativa y sostenida alza en el precio del cobre, incentivó a las empresas a maximizar su producción de cobre fino, lo cual al considerar las restricciones de capital (tamaño de mina) y productividad (cambios tecnológicos) existentes en el corto plazo, condujo a las firmas a aumentar su demanda por trabajadores con competencias geo-minero-metalúrgicas.

Por su parte, desde la perspectiva de la oferta, se observa que esta no fue capaz de responder ante los mayores requerimientos de la industria, dada la especificidad de muchas funciones de la minería, las cuales requieren de competencias que en muchos casos demoran años en ser formadas.

En términos intrasectoriales, el análisis de las variables que permiten caracterizar el déficit observado, desde el cuarto trimestre de 2003 y con mayor fuerza desde 2004, muestra un suave incremento en el número de ocupados en minería y un aumento sin precedentes en sus remuneraciones reales, lo cual es consecuente con un fuerte incremento de la demanda laboral y una oferta laboral relativamente inelástica. De esta forma, el número de ocupados directamente por el sector minero, registra una reversión de la tendencia decreciente observada hasta 1999, alcanzando un crecimiento anual promedio de 4,4% durante el sub-período 2003-2007. Por su parte, las remuneraciones reales de los trabajadores mineros durante el sub-período 2003-2007, alcanzaron un crecimiento anual promedio de 5%, cifra sustancialmente superior al 0,9% registrado en el sub-período previo comprendido entre 1990-2002. Lo anterior, conllevó un aumento de la participación de los costos laborales en los Cash Cost promedio de la industria minera nacional, desde un 22% en 2002 a un 25% en 2007¹. Finalmente, la productividad laboral física de los trabajadores de la minería durante el sub-período 2005-2007 muestra una disminución anual promedio de un 6%, explicada fundamentalmente por el escaso 0,9% de crecimiento anual promedio en la producción de cobre.

En términos intersectoriales, las remuneraciones reales de la minería presentan un crecimiento anual promedio de 5,5% durante el sub-período 2003 a 2006, cifra significativamente superior al 1,9% registrado por el índice general de remuneraciones del total de actividades

¹ Elaboración propia con base en los costos laborales de las GMP-10 en Chile, Brookhant

económicas del país². De esta forma, los trabajadores del sector minero alcanzaron durante el sub-período 2003-2005, un promedio anual de salarios reales de \$605.181³, cifra que ubicó al sector en el segundo puesto dentro del total de actividades económicas del país, después del sector electricidad-gas y agua. Al respecto, destaca el hecho que un 54% de las empresas mineras entregaron bonos e incentivos a sus trabajadores y un 64,3% pagaron remuneraciones variables durante 2006⁴. Así, junto a la minería, los sectores electricidad-gas-agua y servicios financieros prestados a empresas, presentan una significativa diferencia con el resto de las actividades económicas del país, registrando niveles y tasas de crecimiento superiores en sus remuneraciones reales. Por su parte, en términos de representatividad de trabajadores según tramos de ingreso, el número de trabajadores que ganaban más de \$1.080.001 mensuales representaron al 12,7% de los trabajadores mineros, cifra significativamente superior al 8,8% registrada por el promedio de las actividades económicas del país para igual tramo de remuneraciones. De esta forma, existen indicios que permiten inferir que dada la especialización de muchas de las funciones en minería, no existe un flujo intersectorial dinámico de trabajadores desde y hacia el resto de las actividades económicas del país, lo cual obstaculiza la estabilización del nivel de remuneraciones y empleo, a niveles similares a los registrados de forma previa a las fluctuaciones provenientes de la demanda laboral en minería.

2. Existen indicios de la existencia de un déficit de técnicos mayor que de profesionales mineros

Intrasectorialmente, al desagregar a los trabajadores de la minería según tipos de ocupaciones, se observa que el ranking de remuneraciones reales durante el sub-período 1993-2005, se encuentra liderado por el personal directivo, categoría que alcanza un promedio real de remuneraciones de \$2.469.758, seguido de los profesionales mineros con \$1.693.413 y los técnicos mineros con \$900.241⁵. Por su parte, la evolución de estas durante el sub-período 1993-2005, registra una significativa disminución del diferencial de remuneraciones reales entre los profesionales y técnicos mineros. Lo anterior, se intensifica al

² Elaboración propia, con base en datos del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE)

³ Valores expresados en pesos chilenos del año 2007

⁴ Elaboración propia, con base en Encuesta Nacional de Empleo (ENCLA 2006), Dirección del Trabajo

⁵ Valores expresados en pesos chilenos del año 2007.

analizar el sub-período de alza en el precio del cobre registrado desde el cuarto trimestre de 2003 hasta 2005, en donde los técnicos mineros registran un crecimiento promedio en sus salarios reales de 4,92% y los profesionales una casi nula variación real. Así, mientras los profesionales mineros ganaban en promedio 1,92 veces lo que un técnico minero durante el sub-período 1993-2002, esta relación se redujo a 1,78 veces durante el sub-período 2003-2005. Paralelamente, en términos de representatividad de ambos tipos de ocupaciones en el total de ocupaciones de la minería, estas alcanzaron en forma conjunta un promedio de 17,8% en el sub-período 2004-2007, cifra considerablemente superior al promedio de 14,4% registrada en el sub-período 1996-2003.

Comparando intersectorialmente las remuneraciones mensuales de los grupos ocupacionales de profesionales y técnicos mineros, destaca que durante el sub-período 1993-2005 estos obtuvieron respectivamente, un diferencial promedio de \$969.092 y \$434.788 superior respecto a sus pares en el resto de las actividades económicas del país. Más aún, mientras en 2002 un técnico de la minería ganaba 1,8 veces lo que un técnico promedio del resto de los sectores económicos, en 2005 esta relación aumento a 2,1 veces.

3. La caracterización de la nueva oferta de profesionales y técnicos mineros, permite inferir que esta posee restricciones de crecimiento, se genera en zonas geográficas alejadas de la demanda y tiende a ser contra cíclica al precio del cobre

En ausencia de medidas correctivas, es probable que la actual situación de déficit de profesionales y técnicos mineros en Chile, se repita ante futuros ciclos en el precio del cobre. Lo anterior, se fundamenta en las altas tasas de matrícula registradas en 2007 en las carreras profesionales relacionadas a la minería, los cuales probablemente egresarán una vez finalizado el ciclo del precio del cobre que incentivó en gran medida su ingreso, generando una oferta contra cíclica y un potencial desempleo para algunas carreras⁶.

⁶ Catastro de vacantes, matriculados, egresados y titulados de las 16 carreras profesionales relacionadas a la minería, dictadas en las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de universidades chilenas (CRUCH).

Por otra parte, al comparar indicadores del atractivo de estudiar las carreras de geología, ingeniería en minas e ingeniería en metalurgia, respecto al promedio de las ingenierías del país, destaca el que si bien poseen similares aranceles promedio, exigen relativamente bajos puntajes de ingreso a las universidades y muestran bajas tasas de retención al finalizar el primer año de estudios⁷.

En relación a la distribución geográfica, destaca el que aproximadamente un 75% de los programas curriculares profesionales de pregrado son impartidos en la ciudad de Santiago. En contraste, gran parte de las carreras técnicas sí son dictadas en regiones distintas a la Metropolitana, concentrando particularmente la macro-zona norte un número significativo de la oferta académica nacional técnica, lo cual puede ser explicado en parte, por la existencia de importantes redes de colaboración entre las instituciones técnicas formativas y las empresas mineras con operaciones en sus localidades.

De esta forma, la especialización de gran parte de las carreras profesionales y técnicas relacionadas a la actividad minera, junto a los años requeridos en formar sus competencias distintivas y el bajo atractivo relativo que ejercen sobre posibles postulantes, impone una restricción de crecimiento a la oferta laboral, situación que no permitió que en el corto plazo se incorporaran al mercado laboral nuevos profesionales y técnicos mineros en cantidades suficientes, pese al considerable aumento de las remuneraciones registradas en el sector durante el sub-período 2004-2007.

⁷ Elaboración propia, con base en datos publicados por el Consejo Superior de Educación de Chile para 2006

4. Con base en información recopilada a través de encuestas, entre algunos de los fundamentos que explican el bajo atractivo relativo a convertirse en trabajador, profesional y técnico minero en Chile se destacan los siguientes⁸:

(i) Lejanía del lugar de trabajo (ii) Dificultad del trabajo en la mina (iii) Desconocimiento del sector (iv) Volatilidad de la actividad y por ende de la demanda laboral (v) Mala imagen del sector. (vi) Discontinuo apoyo económico formativo por parte del sector privado a los estudiantes de carreras mineras.

5. En relación a medidas que permitan suavizar el actual y futuro déficit de profesionales y técnicos mineros provocado por el ciclo del precio del cobre, se plantean las siguientes propuestas:

(i) Generación de información relevante para los agentes: Potenciamiento de la difusión de la minería en la educación chilena y la creación de un portal Web de educación y oportunidades laborales en minería. (ii) Flexibilización de los programas académicos de pregrado y postgrado: Fomento y fortalecimiento de la asociatividad entre la industria y la academia; elaboración de un plan estratégico por parte de las instituciones de educación superior en minería con una visión de largo plazo; adaptar las mallas de estudios para dotar a la nueva fuerza laboral de una versatilidad de competencias, que les permita, en cierta medida, cambiar sus fuentes laborales según la etapa del ciclo del precio del cobre. (iii) Incentivar el traslado de algunas escuelas de profesionales mineros, desde la Región Metropolitana a la macro-zona Norte, como forma de potenciar el atractivo hacia esas carreras que resulta de estar socialmente integrado en la misma zona donde se estudia y luego se trabaja en minería.

⁸ Fundamentos planteados por Cochilco, basados parcialmente en los resultados obtenidos en encuesta aplicada a estudiantes de 1° a 3° año de Ingeniería de la PUC, por parte del Centro de Minería de la PUC y con la asesoría de MORI, Octubre 2005.

1. Introducción

La creciente competitividad y dinamismo de los mercados mundiales, es un elemento de gran relevancia en la planificación estratégica de las firmas que conforman los sectores económicos de nuestra sociedad. La globalización y el aumento en el flujo de capitales a nivel internacional, presentan nuevos desafíos para la supervivencia de las firmas en el largo plazo, cuya supervivencia se basará en gran medida en contar con algún recurso clave que sea fuente de una ventaja competitiva.

El sector minero no ha estado ajeno a esta tendencia global, siendo de hecho este fenómeno aún más intenso dada las particularidades de la actividad. Lo anterior, se fundamenta en gran medida por el largo período de maduración de los proyectos, la alta volatilidad en el precio de los minerales y el reciente incremento en los *cash cost*⁹. En este contexto de creciente competitividad, los conocimientos, habilidades y aptitudes de las personas que componen a las empresas del sector minero, corresponde a uno de los recursos clave en el sustento de la competitividad de éstas en el largo plazo. Sin embargo, pese a la importancia de contar con dotación suficiente de capital humano especializado en las áreas claves que requiere la actividad, el exponencial crecimiento del gasto en exploración del sector en los últimos cuatro años¹⁰, no ha tenido un incremento paralelo en el número de nuevos profesionales y técnicos egresados de carreras relacionadas a la minería, presentando una potencial restricción al desarrollo de los actuales y futuros proyectos mineros.

A nivel nacional, el presente estudio aborda esta problemática mundial a través del análisis del mercado laboral minero chileno, aportando antecedentes que permitan analizar tanto la existencia como las características del déficit de trabajadores especializados en la minería chilena, a través de responder preguntas como: ¿Qué se entiende por déficit de trabajadores?, ¿Cuáles son los indicadores más representativos de este déficit?, ¿Existe un déficit de trabajadores en la minería chilena?, ¿Existe un déficit de profesionales y técnicos en la minería chilena?, ¿Cuáles son las causas del déficit?, ¿Qué variables

⁹ Cash Cost (Costo Directo a Cátodo): Es el Costo Neto a Cátodo, menos depreciación, gastos financieros y de casa matriz. Es el indicador de competitividad de corto plazo usado en la industria minera mundial.

¹⁰ Cochilco, con base en datos publicados en el Metals Economic Group (2008)

inciden en la disponibilidad de profesionales y técnicos mineros?, ¿Qué acciones de políticas públicas pueden implementarse para responder a los actuales y futuros requerimientos laborales de la industria minera nacional?

2. Antecedentes

El sostenido incremento en el consumo de commodities minerales, liderado principalmente por China y otros países emergentes, ha elevado a niveles históricos el precio nominal de éstos durante los últimos cuatro años. Lo anterior, ha aumentando las proyecciones del precio de largo plazo de cada uno de estos minerales, lo cual ha impulsado a su vez, cuantiosas inversiones en exploración y explotación de proyectos mineros a nivel mundial.

Para Chile, cuyas exportaciones de cobre representaron un 55,8% del total exportado en 2007¹¹, el dinamismo de la industria del metal rojo tiene considerables efectos directos e indirectos sobre la economía del país, particularmente en términos de Producto Interno Bruto (PIB) y recaudaciones tributarias. De esta forma, el significativo y sostenido incremento del precio nominal de la libra de cobre desde los US\$0,81 en 2003 a US\$3,23 en 2007, ha incentivado un aumento en el gasto en exploración minera en Chile durante el mismo período¹³. Por su parte, una vez realizado el reconocimiento de reservas mineras, el nivel de inversiones de este sector en nuevos proyectos o expansiones de los ya existentes, depende en gran medida del precio de largo plazo del cobre, el cual se ve afectado a su vez -aunque con cierto rezago- por el valor spot de la libra de cobre en las bolsas de metales. Posteriormente, la materialización de las inversiones mineras en proyectos mineros, depende en gran medida de poder contar con acceso a un conjunto de insumos estratégicos requeridos para la construcción y operación de las faenas mineras. Entre estos insumos, destaca el personal especializado en minería a nivel profesional y técnico, considerando la creciente importancia que han adquirido los costos laborales en los Cash Cost dentro de las empresas mineras nacionales¹⁴. En este sentido,

¹¹ Cochilco, Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales (1988-2007)

¹³ Ver Gráfico 2: Nivel y tasa de variación del gasto en exploración minera en Chile

¹⁴ Ver Gráfico 6: Participación promedio de los costos laborales en los Cash Cost de la minería chilena

investigadores del sector minero plantean desde hace algunos años, la existencia de un déficit a nivel mundial de personal especializado en la actividad¹⁵. Lo anterior, se fundamenta en gran medida, por la disminución del número de programas académicos ofrecidos en minería en el hemisferio norte, lo cual conlleva a una disminución del número anual de egresados de carreras profesionales y técnicas con competencias geo-minero-metalúrgicas.

A nivel nacional, no existen estudios públicos que cuantifiquen tanto la cantidad como las competencias de la oferta-demanda de profesionales y técnicos de la minería. Por su parte, es preocupante la inexactitud de gran parte de la aún escasa información disponible, lo cual imposibilita la cuantificación empírica de un eventual déficit de estos dos grupos ocupacionales estratégicos del sector.

A fin de evaluar la existencia de un déficit de trabajadores y específicamente de los profesionales y técnicos en la minería chilena, el primer paso consiste en acotar y definir el concepto de "déficit" utilizado en el presente estudio. Así, en términos semánticos, se define déficit como la "falta o escasez de algo que se juzga necesario"¹⁶. Por su parte, en términos del mercado laboral minero, este "algo que se juzga necesario" se clasifica en dos grupos: (i) Variables de cantidad: medido como el número de trabajadores mineros especializados según las distintas sub-clasificaciones realizables. (ii) Variables de competencias: medidas como el conjunto de conocimientos, habilidades y aptitudes adquiridas por los trabajadores mineros. Sin embargo, dados los objetivos propuestos en esta investigación, se limitará el espectro del análisis a un grupo acotado de indicadores relacionados sólo a la cantidad de trabajadores mineros, desagregando el análisis según los tipos de ocupaciones de profesionales y técnicos del sector.

¹⁵ Knights Peter, Mining engineers: Becoming a scarce resource?, Pontificia Universidad Católica de Chile, Foro en Economía de Minerales, Volumen 1 (2004).

¹⁶ Real Academia Española de la lengua (RAE)

En términos microeconómicos, el concepto de “déficit” usado habitualmente en el análisis del mercado laboral de un sector económico, se enfoca en el desajuste temporal o permanente entre la oferta y la demanda de trabajadores. Es decir, dice relación con un estado generalmente transitorio de desequilibrio entre ambas curvas, en donde el movimiento en una de ellas provoca que al antiguo nivel de salarios, se produzca un exceso de demanda o de oferta de trabajadores, lo cual conlleva en ausencia de rigideces, a un ajuste del mercado laboral a través de cambios en los salarios y en el nivel de empleo.

Por su parte, la dinámica del mercado laboral minero se explica en el corto plazo, fundamentalmente por fluctuaciones en la demanda por trabajadores especializados, la cual responde directamente a los ciclos del precio del cobre en los mercados internacionales. Así, los mayores requerimientos de personal minero se registran en períodos de boom del precio del metal rojo, lo cual se explica en parte, considerando que la demanda laboral de cualquier firma es más elástica en el largo plazo, ya que allí todos los factores productivos son variables y tiene la capacidad de sustituir capital por trabajo.

La minería presenta particularidades que no se remiten exclusivamente al mercado de bienes y servicios, sino que se expanden a los mercados de sus factores productivos. De esta forma, el mercado laboral minero presenta una serie de características distintivas que si bien no son directamente observables, pueden ser identificadas y analizadas en base a la evolución de un conjunto de indicadores. Lo anterior, será el fundamento de gran parte de las respuestas propuestas a las preguntas planteadas en el documento, las cuales deben ser consideradas como una primera aproximación en la comprensión, de la dinámica del mercado laboral minero en Chile y en ningún caso corresponderán a afirmaciones inequívocas.

3. Metodología de análisis y fuentes de información

El contar con información desagregada del mercado laboral, tanto de la oferta como de la demanda de trabajadores del sector minero, es un insumo necesario para la realización de estudios cuantitativos que permitan analizar estadísticamente, relaciones de causalidad sobre las variables que afectan la cantidad y competencias de los profesionales y técnicos que conforman el sector minero en Chile.

A fin de analizar la existencia de un déficit en el número de profesionales y técnicos en la minería chilena, es necesario previamente precisar a nivel conceptual algunas definiciones que serán utilizadas en el documento. De esta forma, con el objetivo de acotar el concepto de déficit previamente definido, se definirá, clasificará y analizará a los sectores económicos de acuerdo a los dos grupos ocupacionales de interés del presente estudio¹⁷:

- *Profesionales*: Aplicar en la práctica conceptos y teorías científicas o artísticas. Aumentar el acervo de conocimientos por medio de investigaciones y actividades creadoras y/o enseñar todo ello de un modo sistemático. Para realizar estas tareas se requiere un alto nivel de experiencia y conocimientos profesionales en materia de ingeniería y ciencias u otros campos similares.
- *Técnicos*: Asumir una responsabilidad operativa. Prestar apoyo técnico a los profesionales en sus materias, realizando principalmente, tareas que exijan de experiencia y del conocimiento de los principios y prácticas necesarias.

Por su parte, si bien el presente estudio no realizará una construcción de funciones de oferta y demanda laboral de la minería, es útil mencionar algunos aspectos descriptivos relacionados a estas:

Respecto a la demanda de profesionales y técnicos mineros, una estimación correspondería a un levantamiento de información sobre los requerimientos de la industria minera y de sus proveedores, en términos del número de trabajadores requeridos según función desempeñada en

¹⁷ Definiciones utilizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE), "Informe anual de remuneraciones y costos medios (2006)"

las distintas etapas de la cadena de valor del sector. Pese a lo anterior, considerando la importancia estratégica que posee para las empresas mineras el detalle de los datos relacionados a su personal, esta información no se encuentra disponible públicamente dificultando la realización de este tipo de estimaciones.

Respecto a la oferta de profesionales y técnicos mineros, la figura 1 presenta una desagregación del número de ocupados en cada período:

Figura 1: Profesionales y técnicos ocupados en la minería chilena

Profesionales y técnicos ocupados en la minería chilena (T=t)	
=	Profesionales y técnicos en la minería chilena (T=t-1)
+	Profesionales y técnicos que provienen de otras actividades económicas (T=t)
+	Profesionales y técnicos que llegan a trabajar en minería desde el extranjero (T=t)
+	Egresados de carreras profesionales (T=t) * Tasa promedio de ocupación profesionales en sector minero
+	Egresados de carreras técnicas (T=t) * Tasa promedio de ocupación técnicos en sector minero
+	Egresados de postgrados (T=t) * Tasa promedio de ocupación postgrados en sector minero.
-	Profesionales y técnicos de la minería que se van a trabajar a otras actividades económicas (T=t)
-	Profesionales y técnicos en minería que se van a trabajar al extranjero (T=t)
-	Profesionales (T=t-1) * Tasa promedio de jubilación profesionales sector minero
-	Técnicos (T=t-1) * Tasa promedio de jubilación técnicos sector minero

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de estudiar la existencia de un déficit de trabajadores mineros y específicamente de profesionales y técnicos, se desagregará al mercado laboral minero a través del análisis de la información recopilada fundamentalmente a través de las siguientes fuentes de información:

(i) *Consejo Superior de Educación de Chile (CSE):* Organismo que publica desde 1998 a través de su sitio Web, un conjunto de índices sobre las variables relacionadas a las carreras en Chile, los cuales son recopilados por medio de información enviada voluntariamente por las propias universidades, institutos y centros de formación técnica que imparten carreras en Chile. Sin embargo, un gran número de las instituciones educacionales que entregan esta información al CSE, carecen de un registro histórico propio o no envían anualmente todos los datos solicitados, lo cual conlleva a que la base de datos sintetizada por la entidad, se encuentre incompleta y sin información oficial para un número significativo de los índices publicados en el período 1998-2006.

(ii) *Futuro Laboral*: Entidad dependiente del Ministerio de Educación de Chile y que se encarga de difundir a través de su sitio Web, información sobre los ingresos, campo ocupacional y otras variables de interés relacionadas a las carreras impartidas en instituciones de educación superior en Chile. Al igual que la anterior fuente, los datos entregados por esta entidad se encuentran disponibles sólo de forma parcial, siendo además una segunda limitante el significativo rezago que presentan, al considerar que la última actualización de la información allí presentada corresponde al año 2005.

(iii) *Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE)*: Organismo técnico independiente que produce, analiza y difunde las estadísticas oficiales y públicas de Chile. Proporciona información económica, social, demográfica, medioambiental y censal de manera transparente y accesible, con la finalidad que los agentes públicos, privados, investigadores y ciudadanos tomen decisiones informadas y así fortalecer una sociedad abierta y democrática. Los datos recogidos por este organismo provienen a su vez de: (1) Encuesta de costo de la mano de obra, para las remuneraciones medias de las actividades económicas y tipos de ocupación. (2) Encuesta nacional de empleo a los hogares, para el número de ocupados por sector y tipo de ocupación.

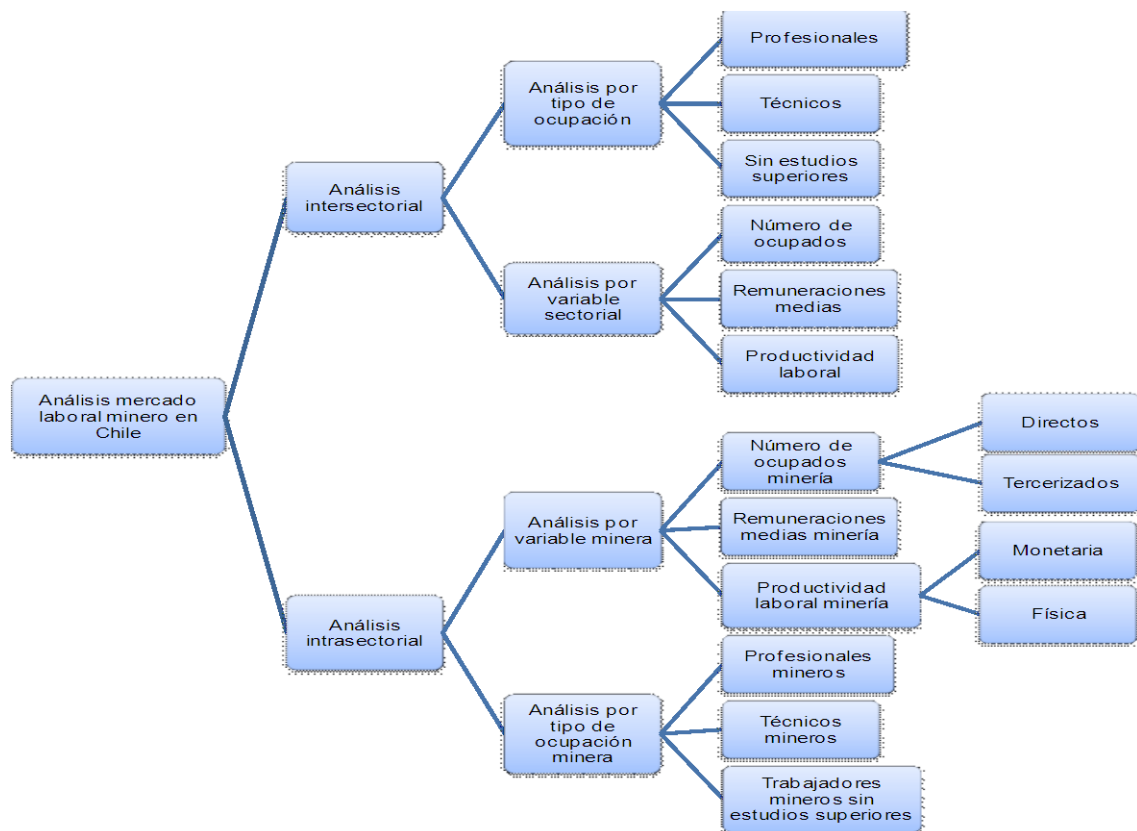
(iv) *Encuesta laboral de empleo (ENCLA)*: Realizada por la Dirección del Trabajo del Gobierno de Chile, la Encuesta Nacional de Coyuntura Laboral tiene como objetivo levantar información sobre las condiciones de trabajo y relaciones laborales, que sirvan como insumos para el diseño de políticas laborales. Para ello, la ENCLA toma como universo de estudio a las empresas formales de cinco o más trabajadores, cuyas relaciones laborales están cubiertas por el Código del Trabajo de Chile.

(v) *Universidades*: Levantamiento parcial de información en los departamentos y facultades de las universidades e institutos profesionales, que imparten carreras profesionales y técnicas directamente relacionadas a la minería en Chile. Lo anterior, se realizó a través de solicitudes telefónicas, por correo electrónico, visitas a los sitios Web y visitas de forma personal, consultando sobre el número de titulados en sus departamentos o facultades mineras, competencias distintivas y perfiles de sus alumnos egresados.

(vi) Consejo de Rectores de las Universidades chilenas: Persona jurídica de derecho público y de administración autónoma. Desde su creación en 1954, la misión del Consejo de Rectores ha sido la coordinación a nivel nacional de la actividad académica de las veinticinco universidades que lo conforman, velando por la calidad y excelencia académica de estas instituciones.

Con la información recopilada a través de las fuentes anteriores, se analizó la evolución temporal de un conjunto de variables ligadas al eventual déficit de profesionales y técnicos de la minería. Lo anterior, se realizó a través del análisis del mercado laboral minero en Chile, relacionando intrasectorialmente e intersectorialmente indicadores microeconómicos, con el fin de aportar información que contribuya en dilucidar las preguntas atinentes al déficit de trabajadores mineros formuladas en la introducción. En este sentido, a continuación se detalla un diagrama relacional de los gráficos y tablas según la estructura del análisis desarrollado:

Figura 2: Diagrama relacional de gráficos y tablas de análisis del mercado laboral minero en Chile

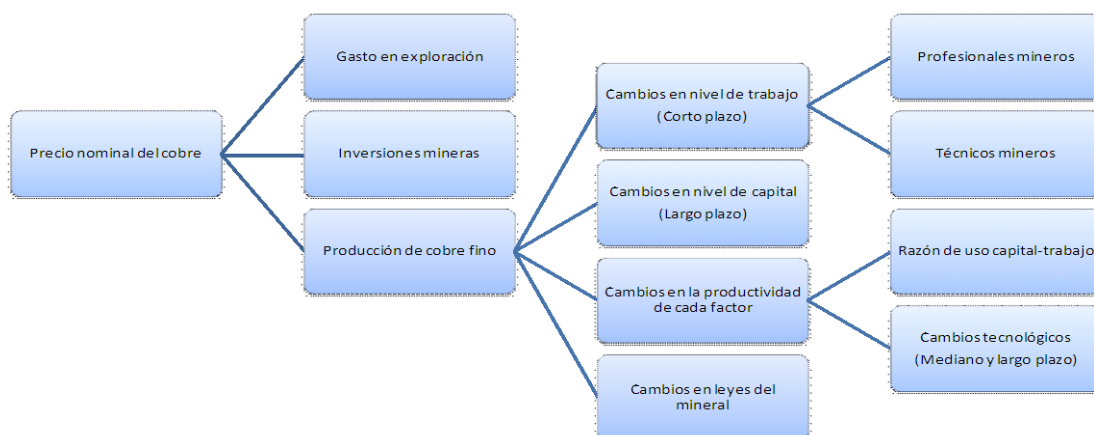


Fuente: Elaboración propia

4. Análisis intrasectorial del mercado laboral minero en Chile

A fin de comparar la evolución temporal de un conjunto de indicadores relacionados al eventual déficit de profesionales y técnicos en la minería de Chile, el presente capítulo analizará los cambios acontecidos en las remuneraciones, la productividad laboral y los ocupados del sector minero nacional, gatillados por el aumento en el precio nominal del cobre y el consecuente cambio en los niveles de inversión en minería. Para ello, se desagregará el análisis de acuerdo al tipo de ocupación de sus trabajadores, tamaño de las empresas productoras, tipo de contrato de los trabajadores y tipo de empresa estatal-privada. De esta forma, la figura 3 presenta un diagrama relacional de las variables que inciden en la demanda por trabajadores de la minería chilena y por ende en el análisis de la existencia de un déficit de éstos.

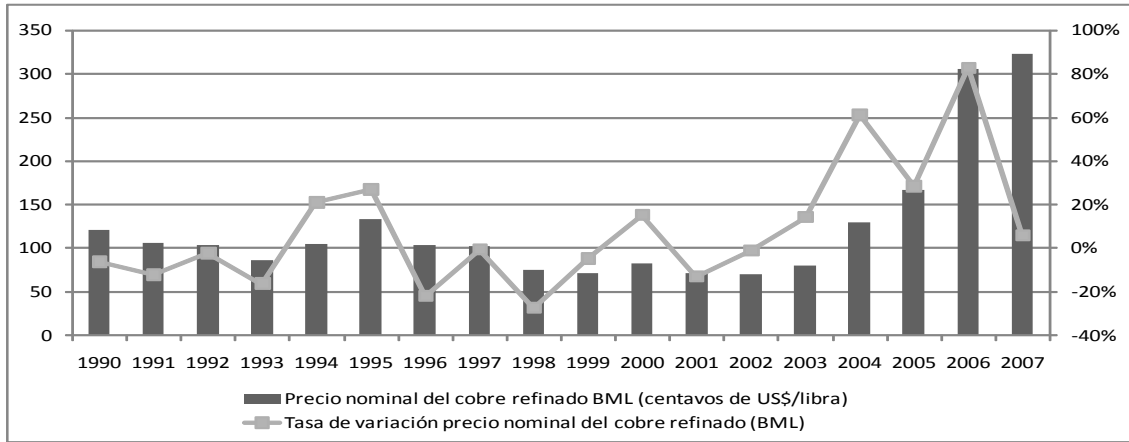
Figura 3: Diagrama relacional de variables que inciden en la demanda por trabajadores de la minería en Chile



Fuente: Elaboración propia

En la actualidad, la industria minera vive un escenario sin precedentes en su historia reciente, basado fundamentalmente en el sostenido y significativo incremento experimentado en los precios de gran parte de los minerales. Dentro de este dinamismo, el cobre ha sido uno de los metales que ha liderado estas alzas de precio, impactando directa e indirectamente al sector minero chileno. Lo anterior queda reflejado en el gráfico 1, el cual presenta la evolución del precio de la libra de cobre de los últimos dieciocho años, alcanzando un promedio anual de US\$ 2,45 la libra en el sub-período 2004-2007, cifra que casi duplica al promedio anual de US\$ 1,30 alcanzado en el sub-período 1990-2003.

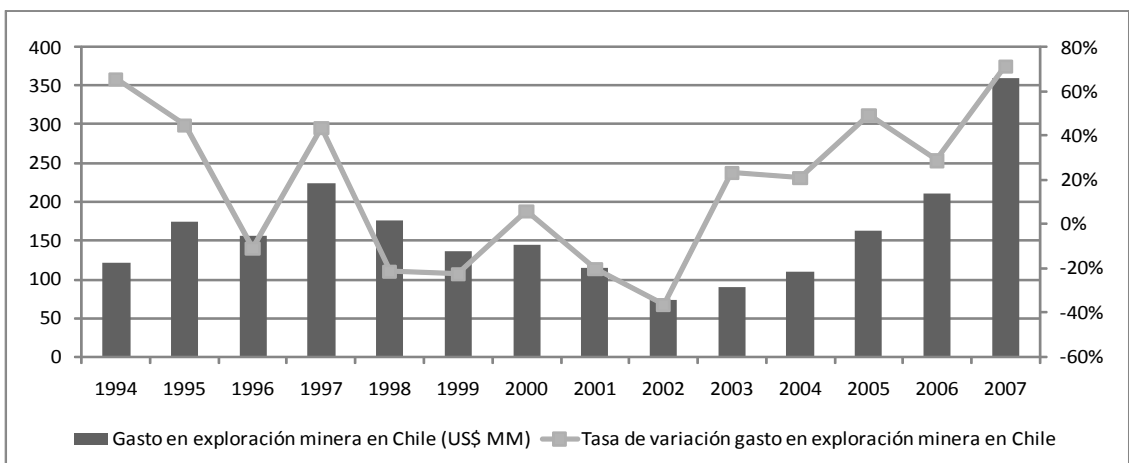
Gráfico 1: Nivel y tasa de variación precio nominal del cobre refinado



Fuente: Cochilco, con base en Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales (1988-2007)

Por su parte, el valor de la libra de cobre en los mercados internacionales, incide directamente en las expectativas y el riesgo de los proyectos de exploración mineros del metal base. De esta forma, relacionado directamente al alza en el precio del metal rojo previamente presentado, el gráfico 2 registra la evolución del gasto en exploración minera en Chile durante el período 1993-2007. Destaca el exponencial crecimiento en el sub-período 2004-2007, alcanzando un incremento anual promedio de 43%, cifra significativamente superior al crecimiento anual promedio de 7% registrado durante el sub-período 1994-2003.

Gráfico 2: Nivel y tasa de variación del gasto en exploración minera en Chile



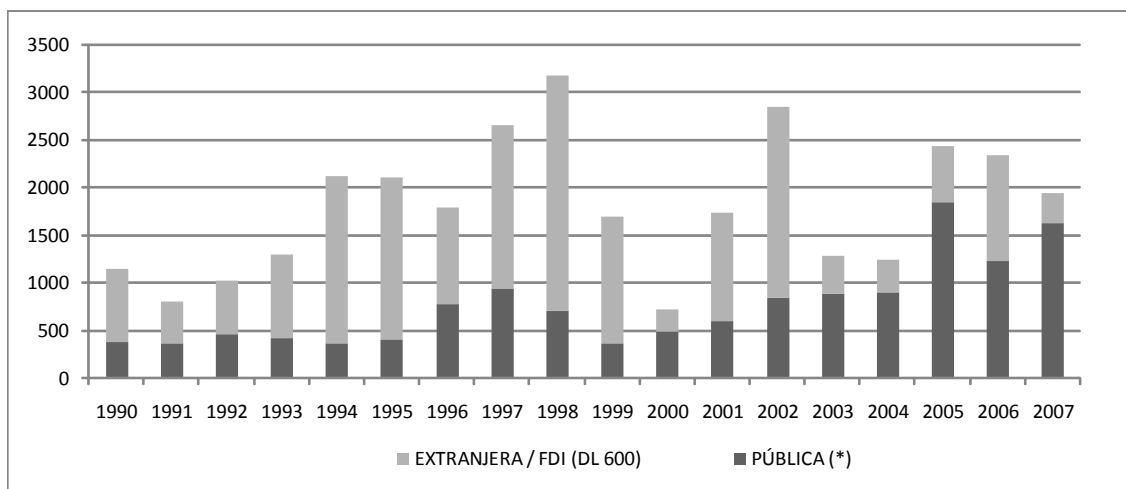
Fuente: Cochilco, con base en datos del Metals Economics Group (MEG)

Una vez se han identificado reservas y siendo éstas evaluadas positivamente en términos económicos y técnicos, es necesario precisar que las inversiones del sector, demoran entre tres a cuatro años en madurar o materializarse en bienes de capital. Es decir, los flujos de dinero destinados a proyectos mineros, requieren de un período de tiempo previo en el cual se construyan los caminos, instalaciones y la infraestructura de apoyo necesaria para la operación del yacimiento, lo cual también ocurre aunque en menor medida para las compras del resto de los insumos, maquinas y equipos necesarios para el inicio de la actividad de extracción.

El gráfico 3 presenta las inversiones mineras públicas y extranjeras en Chile durante el período 1990-2007¹⁸. Al respecto, destaca la tendencia cíclica de estas, lo cual se explica en gran medida por el ajuste en las expectativas del precio del cobre de largo plazo por parte de las firmas de la industria. De esta forma, aunque el precio del metal rojo comenzó su tendencia al alza desde el último trimestre de 2003 y fuertemente desde 2004, el mercado en su momento lo evaluó como un aumento transitorio, con lo cual las firmas no realizaron un incremento proporcional en las nuevas inversiones del sector, lo cual condujo a que sólo desde 2005 la industria ajustara sus expectativas al alza y comenzara a invertir mayores montos para el desarrollo de proyectos mineros.

¹⁸ En Chile, casi la totalidad de las inversiones privadas en minería corresponden a inversiones extranjeras ingresadas al país a través del DL600. Por su parte, las inversiones públicas mineras corresponden a inversiones financiadas en su totalidad por CODELCO y ENAMI.

Gráfico 3: Inversión Minera en Chile (millones de US\$ de cada año)



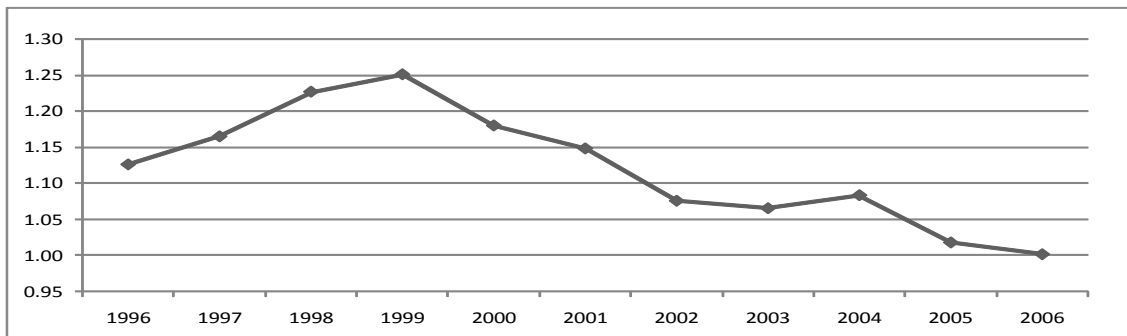
(*) Incluye a CODELCO y ENAMI

Nota: La inversión pública el año 2005 incluye 393 millones de dólares por adquisición de Ventanas por parte de Codelco

Fuentes: Cochilco, con base en CODELCO y ENAMI para la Inversión Pública y en el Comité de Inversiones Extranjeras de Chile (CINVER) para la Inversión Extranjera

Las inversiones en minería tienen como fin la reposición de los bienes de capital, necesarios para aumentar y en algunos casos mantener los actuales niveles de producción de cobre. Lo anterior, es frecuente en gran parte de las faenas mineras nacionales, considerando el efecto negativo del envejecimiento de los yacimientos en la extracción de cobre fino. De esta forma, relacionado directamente al nivel de producción de cobre fino, el gráfico 4 presenta la evolución promedio de las leyes en los yacimientos de cobre en Chile. Destaca la tendencia decreciente registrada desde finales de 1999, disminuyendo la ley promedio desde un 1,25% a un 1% en 2006. Con ello, las empresas que operan yacimientos con leyes decrecientes, se vieron obligadas a dedicar mayores recursos de capital o trabajo para obtener la misma cantidad de cobre fino durante el período 2004-2007. Es de relevancia destacar, que la intensificación de esta tendencia, presentará serios desafíos en el largo plazo para los yacimientos mineros menos competitivos, los cuales deberán realizar necesariamente incrementos de productividad a fin de obtener la misma producción de cobre por cada millón de dólar invertido en el yacimiento.

Gráfico 4: Evolución promedio de leyes en yacimientos de cobre chilenos (%)

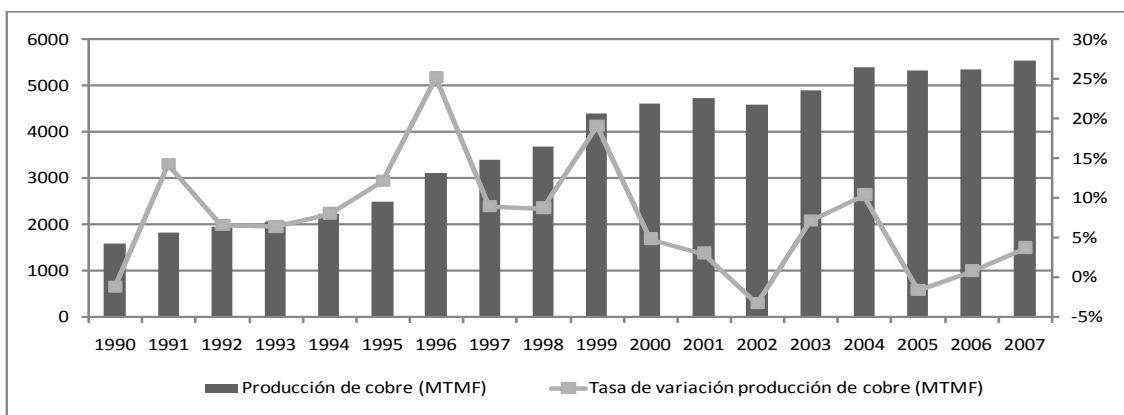


Nota: Las leyes promedio de cada año se obtuvieron ponderando las leyes de cada yacimiento según su producción de cobre en el total nacional

Fuente: Cochilco, con base en datos de BrookHunt

Por su parte, el período 2006-2007 correspondió a los años en los cuales se materializó en bienes de capital, las inversiones mineras registradas durante 2003-2004, cifras que a su vez correspondieron a los montos más bajos registrados en los últimos ocho años. De esta forma, relacionado directamente a estas inversiones, el gráfico 5 presenta la producción de cobre fino en Chile en el período 1990-2007, en donde destaca la disminución de un 1,7% en 2005 y su aumento posterior de 0,76% y 3,66% en los años 2006 y 2007 respectivamente. Se debe considerar que durante estos dos años, la producción física de cobre no puede haber aumentado por inyección de mayor capital, por lo que el suave incremento se alcanzó mediante contratación de personal directo y tercerizado, lo cual a su vez produjo una disminución de la productividad marginal del trabajo en el período 2006-2007.

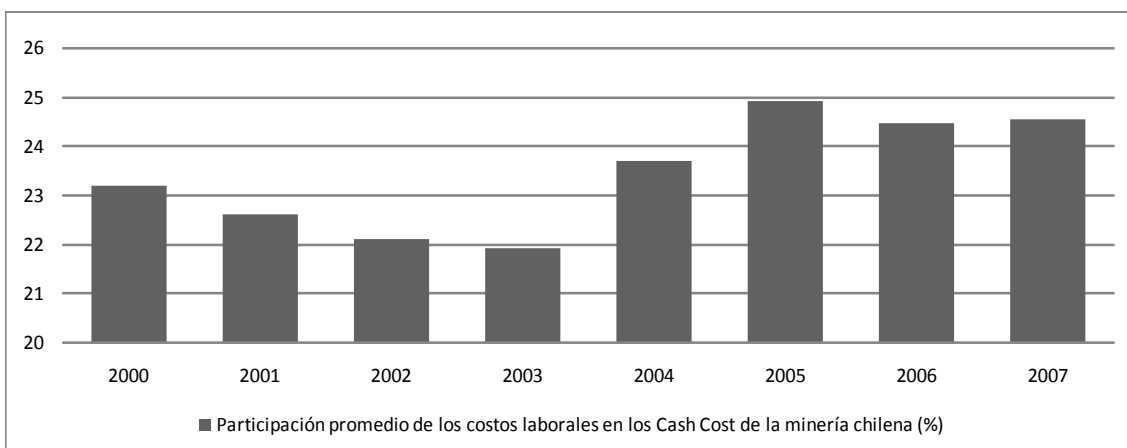
Gráfico 5: Nivel y tasa de variación de producción de cobre fino (MTMF)



Fuente: Cochilco, con base en datos del anuario estadísticas del cobre y otros minerales (1988-2007)

En continuidad con el análisis anterior y considerando que en términos generales el factor capital fue fijo en el corto plazo, los aumentos de la producción de cobre fino durante el período 2006-2007, se realizaron fundamentalmente a través de la contratación de nuevos trabajadores. Lo anterior se evidencia en el gráfico 6, el cual presenta la participación promedio de los costos laborales en los Cash Cost de la industria minera de Chile. Destaca el significativo incremento en la proporción de este ítem durante el sub-período 2004-2007, alcanzando una tasa anual de variación de un 8% y 5% en 2004 y 2005 respectivamente. Sin embargo, es importante clarificar que esta alza puede basarse en incrementos en las remuneraciones del sector, en la cantidad de personal ocupado en minería o una combinación de ambas.

Gráfico 6: Participación promedio de los costos laborales en los Cash Cost de la industria minera chilena (%) (Codelco y GMP-10)

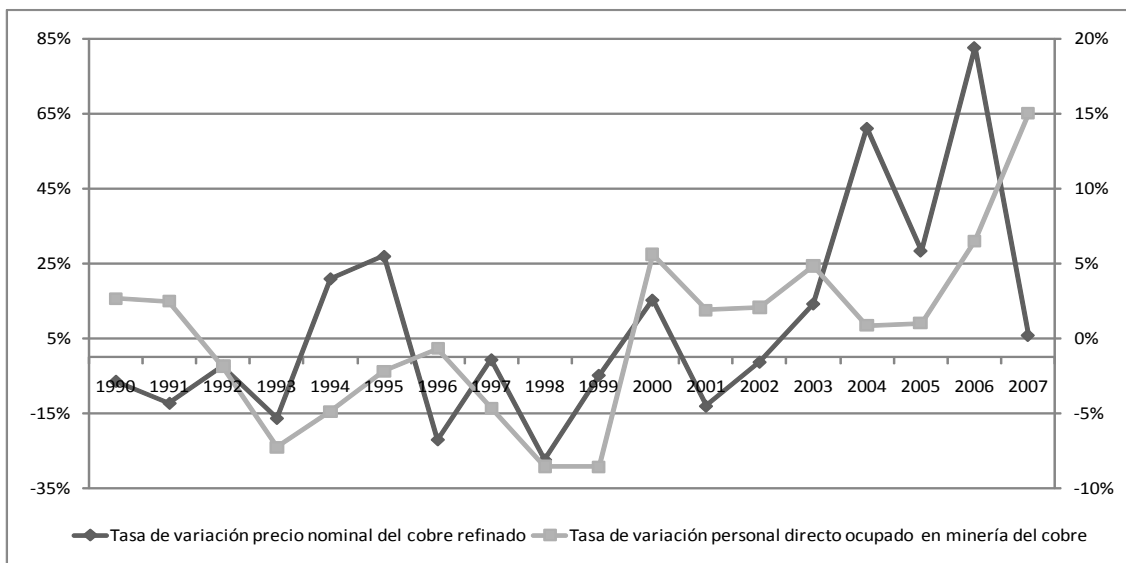


Fuente: Cochilco, con base en datos de BrookHunt

De esta forma, el sostenido y significativo incremento en el precio nominal del cobre en el período 2004-2007, condujo a las firmas a maximizar su producción de cobre a través de dos fuentes: Primero, un aumento en la cantidad de los insumos productivos de trabajo y capital. Segundo, mantener constante estos factores pero aumentar su productividad marginal. Sin embargo, los cambios tecnológicos que impulsan los incrementos productivos son escasos en el corto plazo, ya que corresponden al resultado de importantes montos de inversión en investigación y desarrollo, que a su vez demoran años en desarrollarse, patentarse y aplicarse comercialmente. Por su parte, en relación al aumento de producción a través de la contratación de trabajadores

calificados en minería, el gráfico 7 registra la relación existente entre el precio nominal del cobre y el empleo directo en la minería del cobre, destacando la significativa asociatividad entre ambas variables, las cuales presentan un coeficiente de correlación de 0,35 en el período 1990-2007. Así, durante el sub-período 2004-2007 se alcanzan tasas de crecimiento anuales en el empleo de la minería del cobre de un 6,5% en 2006 y un 15% en 2007.

Gráfico 7: Tasa de variación de precio nominal del cobre y tasa de variación del empleo directo en minería del cobre en Chile



Fuente: Elaboración Cochilco, con base en datos del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin)

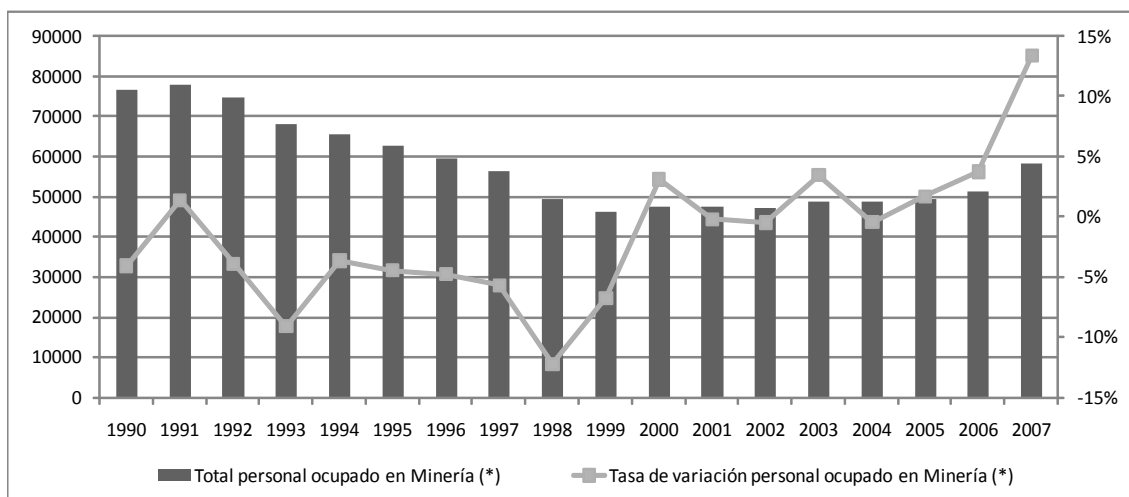
A continuación se analizará individualmente, la evolución del resto de las variables que conforman al mercado laboral minero, focalizándose en el análisis del empleo, las remuneraciones y la productividad laboral del sector, relacionando los antecedentes recogidos con la hipótesis de déficit de trabajadores, profesionales y técnicos mineros durante períodos de altos precios del cobre.

4.1 Análisis del empleo

El gráfico 8 muestra el número de trabajadores directos del sector minero en Chile durante el período 1990-2007. Se observa la pérdida de 18.524 puestos de trabajo en el período, pasando de 76.843 trabajadores en 1990 a 58.319 en 2007. Pese a lo anterior, un análisis más detallado permite distinguir dos sub-períodos que se contraponen en su tendencia:

El primer sub-período comprendido entre 1990 y 1999, presenta una importante baja en el número de trabajadores directos ocupados, registrando una disminución de un 39,9% y una disminución promedio anual de 5,3%. Lo anterior, se basa en gran medida en la pérdida de puestos de trabajo producto del cierre de las minas de Lota y Coronel, faenas históricamente caracterizadas por ser muy intensivas en mano de obra, disminuyendo desde 11.538 ocupados en 1990 a tan sólo 1.169 en 1998. El segundo sub-período, comprendido entre 2000 y 2007, muestra una recuperación de los trabajadores ocupados directamente por el sector, registrando un crecimiento de 22,5% y un aumento anual promedio de un 3,1%.

Gráfico 8: Número y tasa de variación de empleo directo en minería



Fuente: Elaboración Cochilco, con base en datos del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin)
(*) Corresponde al empleo directo de la minería metálica, no metálica y combustibles.

La tendencia a la pérdida neta de puestos directos de trabajo relacionados a la minería en Chile en el período 1990-2007, tiene su fundamento en dos fenómenos que han caracterizado al sector en los últimos años:

Primero, el aumento de la razón de uso del capital en relación al trabajo, lo cual se explica en la adopción de nuevos procesos y tecnologías mineras en la extracción y procesamiento de minerales, las cuales requieren de un menor número de horas hombre, dada la mayor eficiencia de los equipos, sistemas de información y a la automatización de gran parte de las funciones productivas.

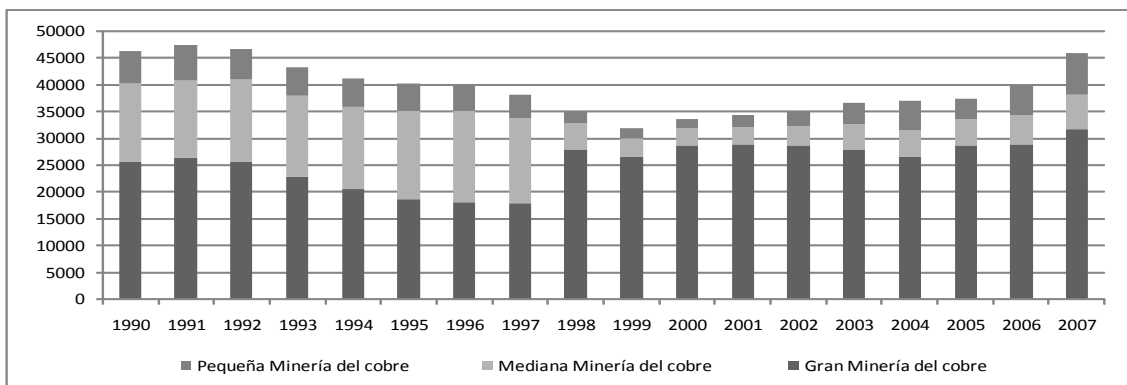
Segundo, la tendencia mundial observada en las empresas mineras, las cuales han focalizado su contratación directa de empleados principalmente a las actividades claves de su negocio en las cuales poseen ventajas competitivas, lo cual ha conducido a la externalización de una serie de funciones no relacionadas directamente a la extracción, procesamiento, fundición y refinación.

Con el fin de profundizar el análisis de la evolución registrada en el empleo minero nacional, el gráfico 9 muestra la cantidad de personal ocupado según tamaño de los productores de la minería del cobre¹⁹. Se observa una tendencia similar a la registrada en el empleo directo de la minería, es decir, un primer sub-período decreciente de ocupados desde 1990 a 1999, explicado principalmente por la disminución del 30.3% en el número de ocupados en la gran minería del cobre. Por su parte, destaca la significativa disminución de un 70% de la mediana minería del cobre y de un 50% de la pequeña minería del cobre registradas el año 1998, fluctuación que se explica por el cambio en la definición de estos tipos de clasificaciones publicadas por el Servicio Nacional de Geología y Minería en sus anuarios de la minería de Chile. De esta forma, mientras en el año 1997 se definía a la industria minera según volumen de producción, al año siguiente se realizó una nueva clasificación de los productores mineros según las horas hombre trabajadas. Lo anterior, hizo que gran parte de los ocupados en estas dos últimas clasificaciones, pasaran a ser considerados como personal ocupado en la gran minería del cobre, registrando ésta un incremento de un 57% el año 1998 producto de este cambio en la definición del tamaño de la minería.

¹⁹ La minería del cobre representó un promedio de 85% del valor de los embarques de las exportaciones mineras en el período 1998-2007

Respecto a la sensibilidad del empleo en minería respecto al precio nominal del cobre, separando el análisis según la clasificación del tamaño de producción, es importante consignar que la pequeña minería registra las mayores variaciones. Lo anterior, se explica al considerar que la mayoría de los pequeños mineros del país a nivel regional, no poseen estudios formales en minería y trabajan generalmente de forma esporádica en esta actividad, la cual sustituyen de acuerdo al precio alcanzado por el metal rojo y el atractivo de desempeñarse en otros sectores económicos con actividad en su localidad.

Gráfico 9: Personal ocupado en minería del cobre según tamaño de los productores

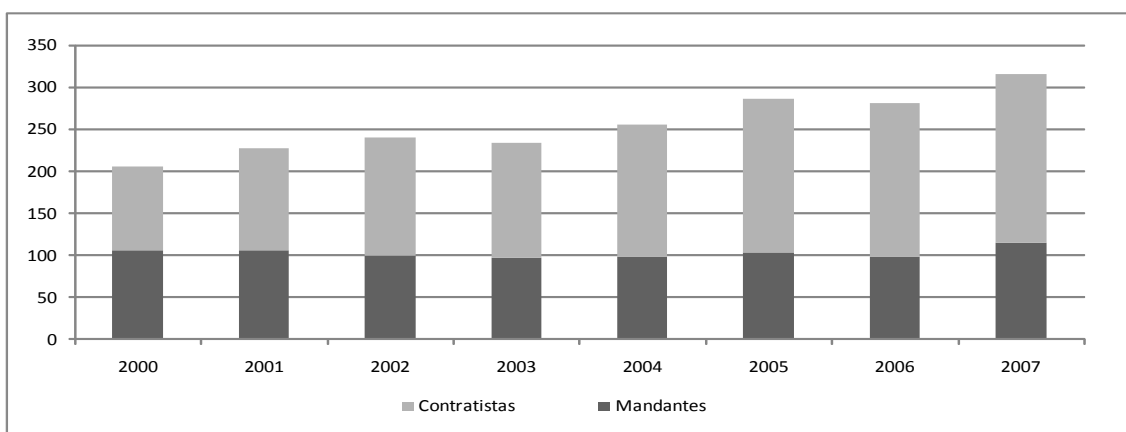


Fuente: Elaboración Cochilco, con base en datos del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin)

Como se mencionó anteriormente, la industria minera nacional ha tendido a externalizar la contratación de gran parte de las actividades que no sean claves del negocio minero. Lo anterior se ve reflejado en el gráfico 10, el cual muestra la evolución del número de puestos de trabajo directos (mandantes) y subcontratados (contratistas) en Chile para el período 1996-2006. Es importante destacar que las tasas de variación presentadas para el número de trabajadores directos, no necesariamente coincide con las desplegadas anteriormente para el número de ocupados directos, dado que en la construcción de la primera se utilizó el número de horas totales trabajadas por quienes laboran en la minería, separando su ponderación de acuerdo a si éstos corresponden a mandantes o contratistas.

El análisis comparativo del período comprendido entre los años 2000 y 2007, evidencia el cambio en la proporción de trabajadores subcontratados por las empresas mineras en relación a los trabajadores propios, registrando un incremento en la proporción desde 0,95 a 1,75 subcontratados por cada trabajador propio respectivamente. Lo anterior, si bien no será profundizado en este estudio, presenta una interesante línea de investigación futura, considerando la creciente importancia que los trabajadores tercerizados de la minería han adquirido en los últimos años. De esta forma, una desagregación de los trabajadores directos y tercerizados de la minería chilena, en términos de remuneraciones fijas-variables, condiciones laborales y otras variables relacionadas al empleo, aportaría valiosa información tanto a las empresas mineras como a los sindicatos de trabajadores. Así, todos los agentes relacionados poseerían similar grado de información, entregando una base común y objetiva a las partes en disputa, sobre una serie de variables que influyen en el proceso de negociación-mediación de conflictos laborales y huelgas del sector.

Gráfico 10: Horas hombre de ocupados en minería según empresas mandantes y contratistas (2000-2007)



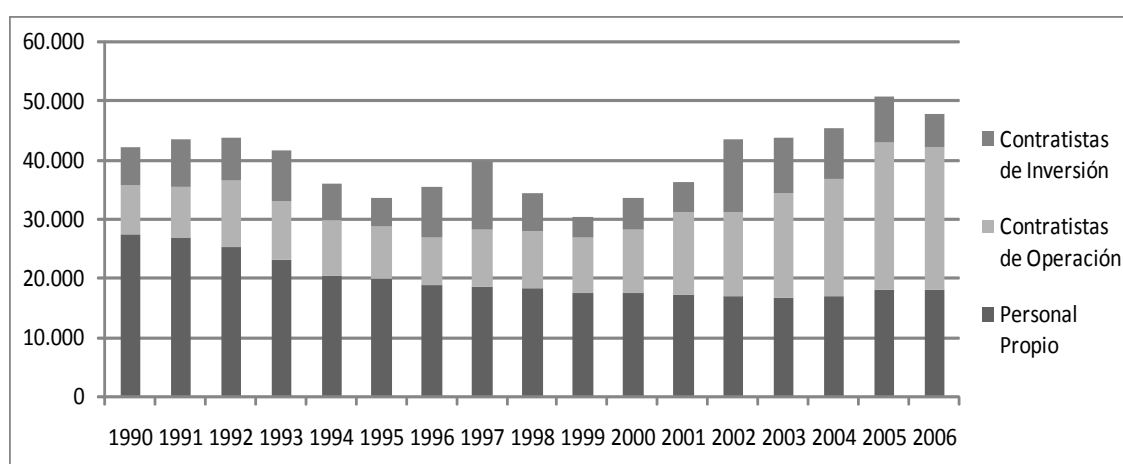
(*) Expresado en millones de horas trabajadas por quienes laboran en la minería al año.
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de la minería de Chile 2007", Sernageomin

Es importante detallar, que la dotación total de trabajadores contratistas está a su vez compuesta por dos grupos. Primero, los trabajadores contratistas de inversión, los cuales realizan actividades relacionadas a las inversiones previas a la operación y puesta en marcha de la mina, entre las que se incluyen la construcción de las instalaciones, caminos, infraestructura y todo lo necesario para el inicio

de la etapa extractiva. Segundo, los trabajadores contratistas de operación, los cuales sí participan directa o indirectamente en las actividades propias de explotación del yacimiento.

En término de los trabajadores directos y contratistas pertenecientes a la minería estatal, el gráfico 11 registra la evolución de estos tres grupos al interior de Codelco durante el período 1990-2006: (i) Al igual que lo presentado previamente para el empleo minero directo total, durante el sub-período 1990-2002 la empresa cuprífera estatal ha disminuido en un 38,4% su dotación de trabajadores directos, pasando desde 27.421 a 16.906 trabajadores directos contratados respectivamente, lo cual representa una disminución anual promedio de 2,5% en igual período. Sin embargo, durante el sub-período 2003-2006 este grupo presenta un 8,1% de crecimiento, alcanzando un promedio anual de crecimiento de 1,5%, motivado en parte por el alto precio del cobre y el consecuente deseo de aumentar la extracción de mineral en sus divisiones. (ii) Respecto al número de trabajadores contratistas de operación, durante el sub-período 2001-2006 Codelco registró un crecimiento de un 74,5%, cifra equivalente a un crecimiento anual promedio de un 15%. (iii) Finalmente, los trabajadores contratistas de inversión en el período 2003-2006 disminuyeron en un 39,1%, alcanzando una reducción anual promedio en su número de un 17,3%.

Gráfico 11: Personal propio, contratistas de operación e inversión de Codelco



Fuentes: Elaboración Cochilco, con base en Memorias anuales de Codelco
 (*) Todas las cifras corresponden al número de personas al 31 de Diciembre de cada año

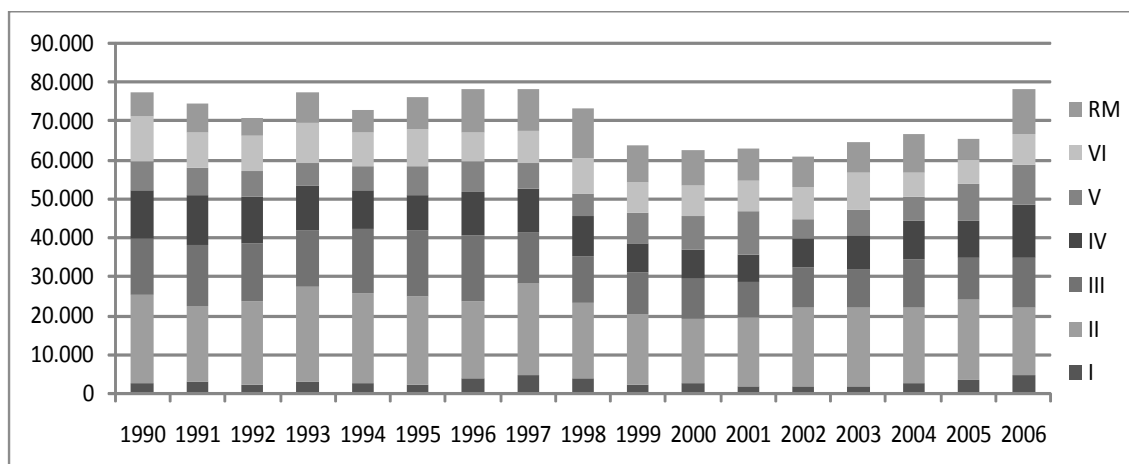
A fin de desagregar el análisis del eventual déficit de trabajadores de la minería, es interesante precisar las diferencias culturales existentes entre los trabajadores que realizan actividades relacionadas a la inversión y construcción, respecto a sus pares que trabajan en labores propias de la operación del yacimiento. Entre estas diferencias destaca el que el primer grupo, dado el carácter transitorio de las actividades de inversión y construcción, deben relacionarse permanentemente con nuevas faenas a nivel mundial, otorgándoles en términos generales un buen manejo de inglés y una visión aventurera de su trabajo, lo cual por definición los dota de una mayor movilidad laboral. En contraste, los trabajadores de operación poseen una cultura más acorde a la chilena, la cual en términos generales, se caracteriza por un insuficiente nivel de inglés y la poca disposición a vivir y trabajar en otros países, factores que limitan de cierta forma el éxodo desde Chile de este último tipo de trabajadores. Dado lo anterior, a juicio de expertos en reclutamiento de profesionales mineros a nivel mundial, son los trabajadores de inversión y construcción los que presentan la mayor probabilidad de déficit en el mediano plazo²⁰.

Respecto a la distribución geográfica de los trabajadores mineros, el gráfico 12 desagrega regionalmente la fuerza de trabajo ocupada en el sector durante el período 1990-2006. Destaca la alta y continua participación de la segunda región en el número de ocupados en minería a nivel nacional, registrando un 20% de la participación nacional en 2006 con 17.300 trabajadores, seguida por la cuarta región con un 16% y la tercera región con un 14% del empleo minero.

Por su parte, en términos de tasas promedio de variación del empleo minero regional durante el período 1991-2006, el primer puesto lo obtuvo la I región con un crecimiento promedio de 11,54%, seguida de la región metropolitana con un crecimiento promedio de 10,45% y la V región con un incremento promedio de 5,35% durante este período.

²⁰ Entrevista a Ricardo León Bain (Gerente general Downing Teal Chile) y Juan Enrique Schiesewitz (Consultor Senior Downing Teal Chile), publicada en revista "Minería Chilena", Junio 2008.

Gráfico 12: Fuerza de trabajo ocupada por región en minería

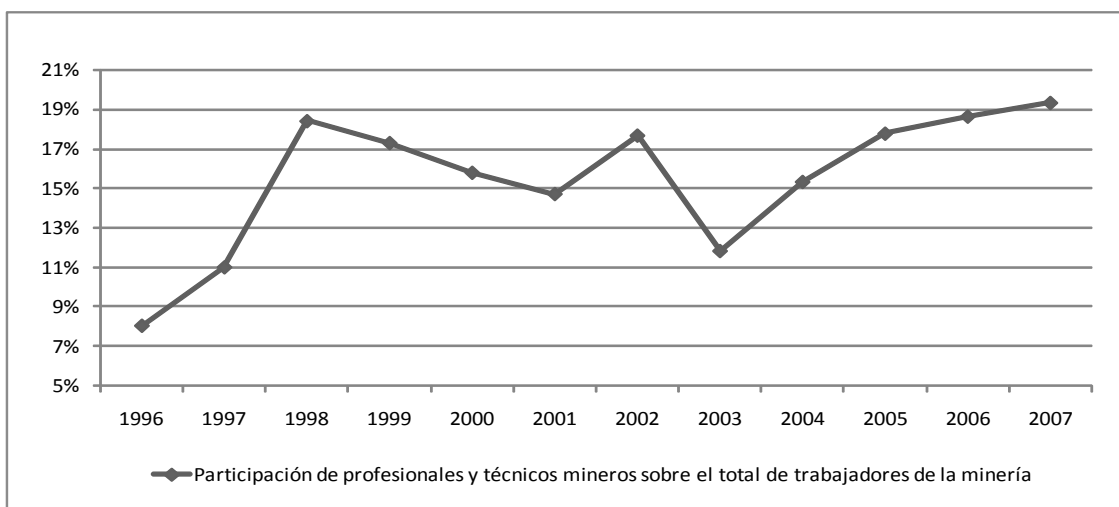


Fuente: Elaboración Cochilco, con base en datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Desagregando según tipos de ocupaciones, el gráfico 13 registra la participación conjunta de los profesionales y técnicos mineros respecto al total de trabajadores de la minería. Destaca el sostenido incremento en la participación de estas dos ocupaciones durante el período 2004-2007, el cual puede fundamentarse en parte por su mayor retorno en términos de producción de cobre fino, al compararlos con el resto de los trabajadores con menor dotación de capital humano en minería. Así, mientras en 1996 representaban tan solo un 8% de los ocupados del sector, la participación se elevó hasta un 19,4% en 2007, promediando una participación anual de 17,8% en el período 2004-2007. Lo anterior, puede fundamentarse en que si bien cada nuevo trabajador minero posee una productividad marginal positiva pero decreciente, los profesionales y técnicos mineros tienen una productividad marginal menos decreciente que el promedio de trabajadores del sector con menores competencias geo-minero-metalúrgicas²¹. Con ello, a fin de obtener el máximo de beneficio en el período de boom minero registrado en 2004-2007, las empresas priorizan la contratación de estos dos grupos ocupacionales.

²¹ Las productividades marginales positivas pero decrecientes observadas para el factor trabajo, ocurrirían al aumentar la dotación de trabajadores mineros manteniendo al mismo tiempo fijo el factor productivo capital. (En términos generales, de acuerdo a lo planteado al inicio del presente capítulo, las bajas inversiones registradas en 2003-2004 habrían generado este escenario durante el período 2006-2007).

Gráfico 13: Participación de profesionales y técnicos mineros sobre el total de trabajadores de la minería chilena (%)



Fuente: Cochilco, con base en datos de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE), Instituto Nacional de Estadísticas

4.2 Análisis de remuneraciones

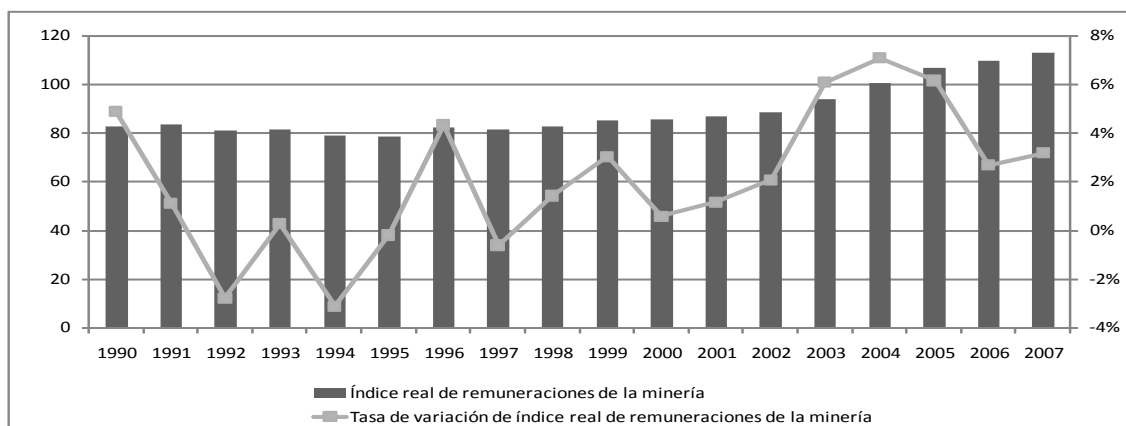
El sector minero chileno se caracteriza por entregar altas remuneraciones a sus trabajadores en relación al resto de las actividades económicas del país. En la presente sección se analizará esta variable sólo desde una óptica intrasectorial, desagregando y comparando la evolución de las remuneraciones medias reales de los profesionales y técnicos al interior del sector minero nacional²³.

El gráfico 14 registra la evolución y la tasa de variación del índice real de remuneraciones de la minería para el período 1990-2007. Destaca la división de este indicador en dos sub-períodos: Primero, el sub-período 1990-2002 el cual registra un crecimiento anual promedio de 0,9% en los salarios reales de los trabajadores mineros. Segundo, el sub-período 2003-2007 el cual alcanza una tasa de crecimiento anual promedio de 5,03%.

²³ Las remuneraciones medias reales de la minería corresponden a un promedio simple de las remuneraciones medias nominales mensuales deflactadas por IPC (base 100 = 2007).

(Nota: Los datos usados para la construcción de las remuneraciones medias de la minería corresponden exclusivamente a la categoría de asalariados del sector).

Gráfico 14: Índice y tasa de variación de índice real de remuneraciones de la minería



Nota: Para la construcción del índice de remuneraciones reales se usó el índice nominal deflactado por IPC (base 100 = 2007)
Fuente: Cochilco, con datos del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE)

Es relevante destacar el significativo grado de asociatividad existente entre el índice real de remuneraciones de la minería y el precio real del cobre. Esto queda reflejado a través de la correlación existente entre estas dos variables registradas en la tabla 1, alcanzando resultados contrapuestos de acuerdo al período de tiempo seleccionado. De esta forma y análogo al análisis anterior, el primer sub-período (1990-2002) registra una correlación negativa de 0,77; por su parte, el segundo sub-período (2003-2007) presenta una correlación positiva de 0.93, lo cual conlleva a que el período completo (1990-2007) alcance una correlación positiva de 0,68.

Si bien la fuerza de la asociación entre estas dos variables en el período 2003-2007, no indica necesariamente que las fluctuaciones del precio real de la libra de cobre causen las variaciones en las remuneraciones medias del sector, cuantifica la estrecha relación existente entre los incrementos en esta última variable, asociados a las alzas reales del metal rojo experimentadas desde el último trimestre de 2003 y con mayor fuerza desde 2004 a la actualidad.

Tabla 1: Tasa de variación índice real de remuneraciones de la minería y correlación índice de salario real minería con precio real del cobre.

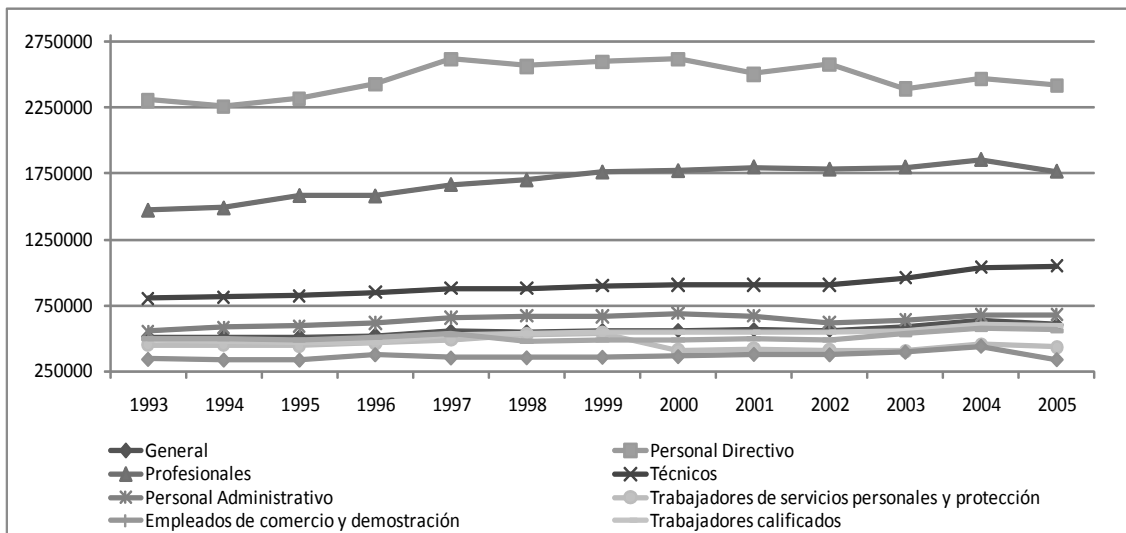
	Período		
	1990-2007	1990-2002	2003-2007
Promedio tasa de variación índice de salarios reales minería	2.07%	0.94%	5.03%
Coefficiente de correlación salario real minería y precio real del cobre	0.68	- 0.77	0.93

Nota: El índice real de remuneraciones de la minería fue deflactado por IPC con base 100 = 2007. El precio real del cobre está expresado en US\$ de 2007.

Fuente: Cochilco

A fin de entregar antecedentes que permitan analizar la existencia de un déficit de profesionales y técnicos del sector minero nacional, el gráfico 15 desagrega la evolución de las remuneraciones medias reales de la minería de acuerdo al tipo de ocupación desempeñada por sus trabajadores. Se observa que el ranking de remuneraciones medias reales en el período 1993-2005, se encuentra liderado durante todo este período de análisis por el tipo de ocupación personal directivo, el cual alcanza un promedio real de remuneraciones de \$2.469.758, seguido de los profesionales mineros con \$1.693.413 y los técnicos mineros con \$900.241²⁵.

Gráfico 15: Remuneraciones medias reales de la minería según grupos ocupacionales



Nota: Para la construcción de las series reales se usó las remuneraciones medias nominales deflactadas por IPC (base 100 en 2007). Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

²⁵ Valores expresados en pesos chilenos del año 2007

Por su parte en términos de tasas de variación anual promedio, la tabla 2 registra las variaciones de las remuneraciones medias reales según tipo de ocupación, desagregando el análisis en los mismos dos sub-períodos anteriores. Destaca el considerable incremento en las remuneraciones reales de los técnicos mineros, las cuales registraron un alza anual promedio de 4,92% en el sub-período 2003-2005, cifra sustancialmente superior al 1,36% de incremento promedio, registrado por esta misma ocupación en el sub-período anterior comprendido entre 1994-2002. En contraste, las remuneraciones de los profesionales de la minería presentaron un incremento promedio de 2,19% en el sub-período 1994-2002 y una sorprendente reducción promedio de 0,23% en el sub-período 2003-2005.

- **Tabla 2:** Promedio de tasas de variación de remuneraciones medias reales de la minería según tipo de ocupación

Tasa de variación remuneraciones medias reales de la minería según grupo ocupacional	Promedio anual de tasas de variación		
	1994-2005	1994-2002	2003-2005
General	1.43%	1.05%	2.58%
Personal Directivo	0.48%	1.30%	-1.99%
Profesionales	1.58%	2.19%	-0.23%
Técnicos	2.25%	1.36%	4.92%
Personal Administrativo	1.86%	1.40%	3.25%
Trabajadores de servicios personales y protección	0.13%	-0.60%	2.34%
Empleados de comercio y demostración	N.D	N.D	N.D
Trabajadores calificados	1.75%	1.30%	3.11%
Operadores de maquinaria e instalaciones	1.10%	-0.11%	4.75%
Trabajadores no calificados	0.37%	1.20%	-2.12%

Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

El significativo incremento de las remuneraciones medias reales de los técnicos respecto al resto de las ocupaciones mineras en el período 2003-2005, presenta indicios sobre el comportamiento del mercado laboral de este grupo ocupacional durante ciclos de alza en el precio del cobre. Lo anterior, lleva a inferir que el alto precio registrado por la libra de cobre desde finales de 2003, ha conducido a que las empresas mineras busquen ante todo el maximizar su producción de cobre, para lo cual han debido realizar un incremento en la demanda por técnicos mineros capacitados. Sin embargo, este mayor requerimiento de personal técnico especializado, no se ve satisfecho totalmente por la oferta de estos dada la existencia de una restricción de capacidad, la cual corresponde al período que demora formar a un técnico de nivel superior con las competencias requeridas por la industria minera. Lo anterior, produjo un incremento superior en las remuneraciones reales

de estos últimos respecto al resto de las ocupaciones al interior del sector minero nacional.

Respecto a la distribución de la renta al interior de la fuerza laboral ocupada en minería, la tabla 3 muestra la relación entre las remuneraciones medias reales de los directivos y profesionales respecto a los técnicos mineros. Lo anterior permite visualizar de forma más intuitiva, los cambios en las diferencias salariales de los dos grupos de interés de esta investigación durante el período 1993-2005. De esta forma y consecuentemente con lo presentado previamente, en términos de la relación existente entre las remuneraciones reales, se observa que los directivos y profesionales ganaban 2,87 y 1,92 veces más que los técnicos en el sub-período 1993-2002, proporciones que disminuyeron a 2,39 y 1,78 veces respectivamente en el sub-período 2003-2005.

Tabla 3: Promedio y relación remuneraciones reales minería por tipo de ocupación

	Promedio remuneraciones medias reales minería			Relación remuneraciones medias reales respecto a técnicos		
	1993-2005	1993-2002	2003-2005	1993-2005	1993-2002	2003-2005
Personal Directivo	2,469,758	2,481,882	2,429,344	2.74	2.87	2.39
Profesional	1,693,413	1,659,438	1,806,665	1.88	1.92	1.78
Técnicos	900,241	865,723	1,015,300	1.00	1.00	1.00

Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

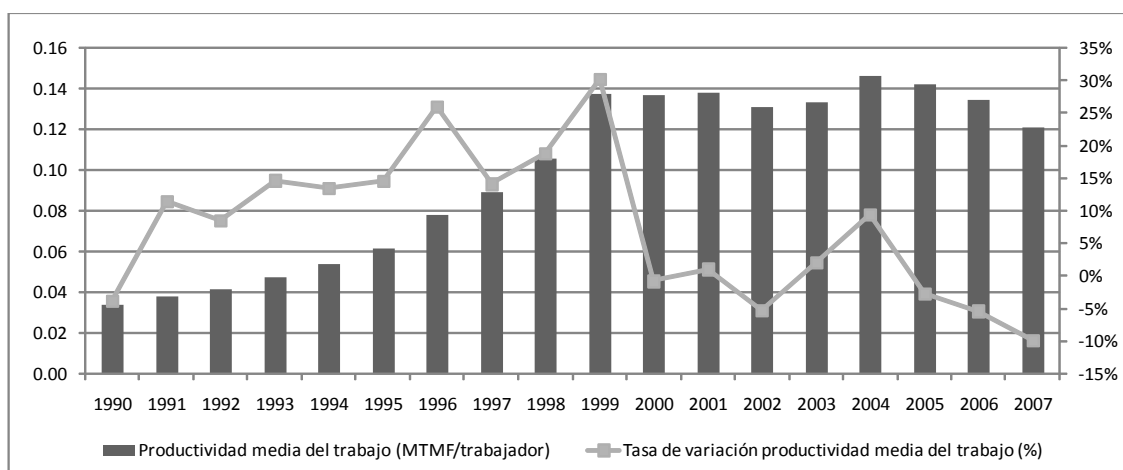
En síntesis, gran parte de los cambios intrasectoriales acontecidos en las remuneraciones reales de la minería durante el período 1993-2005, pueden ser explicadas por los efectos que ha tenido en el sector durante igual período, las fluctuaciones en el precio de la libra de cobre y con ello en la demanda de trabajadores calificados mineros.

4.3 Análisis de productividad laboral

Como se planteó previamente, el nivel de las inversiones mineras en Chile, tiene efectos sobre la razón de uso de capital sobre trabajo con un rezago de alrededor de tres años desde la fecha en que fueron registradas, afectando con ello la productividad marginal del trabajo en minería.

Para la estimación de la productividad media de los trabajadores de la minería, una medida usualmente utilizada por las empresas mineras para reflejar la relación output-input del factor trabajo, corresponde a las toneladas métricas de cobre fino producidas por cada trabajador al año. Al respecto, el gráfico 16 y la tabla 4 presentan la productividad media de los trabajadores de la minería del cobre y los componentes que la conforman para el período 1990-2007, destacando las diferencias existentes en tres sub-períodos independientes: (i) El primer sub-período comprendido entre 1990 y 1999, presenta un promedio anual de crecimiento de 14,8% en la productividad media del trabajo, explicado por un aumento de un 10,78% promedio en la producción de cobre y una disminución promedio de un 3,3% en el empleo de trabajadores del cobre. (ii) El segundo sub-período comprendido entre 2000 y 2004, presenta un comportamiento errático de la productividad media del trabajo, registrando un promedio anual de crecimiento de 1,3%, considerando que la producción de cobre y el empleo del cobre aumentaron en un 4,4% y 3,1% respectivamente. (iii) El tercer sub-período comprendido entre 2005 y 2007, muestra una disminución promedio anual de un 6% en la productividad media del trabajo, lo cual es explicado por el débil 0,9% de crecimiento anual promedio en la producción de cobre y el significativo aumento de 7,5% en el empleo del cobre.

Gráfico 16: Productividad media trabajadores cobre (MTMF/trabajador)



Nota: La productividad media del trabajo esta compuesta solo por la producción de cobre y el personal ocupado en el cobre
Fuente: Cochilco, con base en datos del "Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1988-2007" (Cochilco)

Tabla 4: Promedios tasas de variación de productividad laboral, producción de cobre y empleo del cobre

	Periodo		
	1990-1999	2000-2004	2005-2007
Promedio tasas de variación productividad media del trabajo cobre	14.81%	1.29%	-6.01%
Promedio tasas de variación producción de cobre	10.78%	4.37%	0.91%
Promedio tasas de variación empleo en minería del cobre	-3.33%	3.07%	7.54%

Fuente: Cochilco, con base en datos del anuario estadísticas del cobre y otros minerales (1988-2007)

Las productividades medias decrecientes observadas en el sub-período 2005-2007, son el resultado de que la productividad marginal del trabajo esté por debajo de la productividad media en cada año de este período. Esto, se explica dado que las firmas de la industria contratan trabajadores considerando el aporte monetario que hace cada trabajador, lo cual en términos microeconómicos se conoce como valor de la productividad marginal del trabajo²⁶. Así, éstas contratarán nuevos trabajadores hasta el punto en que el valor del producto marginal del trabajo iguale a las remuneraciones medias nominales, lo cual es reflejo de la búsqueda de maximización de la producción de cobre dados los altos precios del metal rojo de los últimos años. Es importante destacar que en el corto plazo dado el alto precio del cobre, el valor del producto marginal del trabajo puede seguir sobre las remuneraciones medias reales; sin embargo, cuando este precio se ajuste a su valor de largo plazo, podría generar una disminución del valor producto marginal a niveles por debajo de las remuneraciones, lo cual en ausencia de un aumento de la producción física de cobre que la compense generaría despidos de trabajadores mineros.

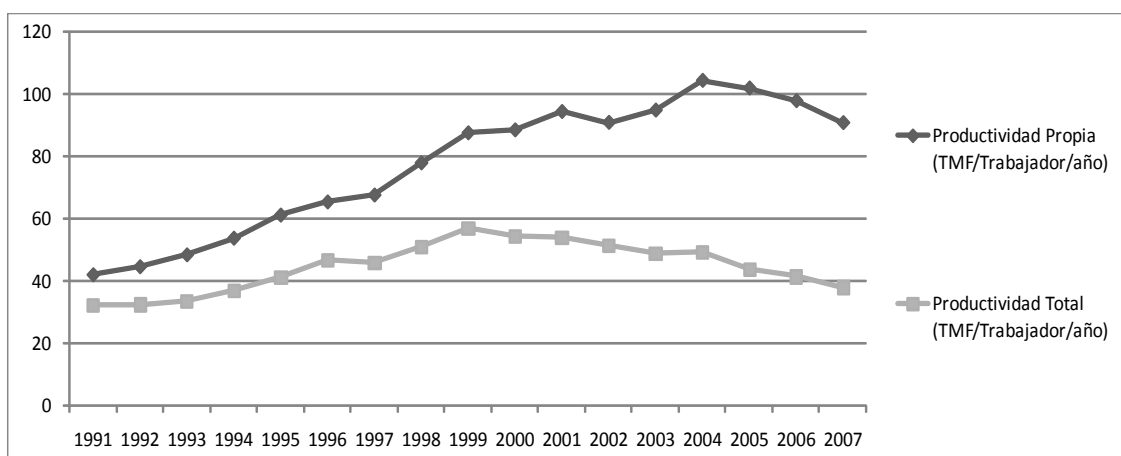
En una profundización del análisis de las productividades del sector, el gráfico 17 y las tablas 5 y 6 presentan información referente a la productividad media para los trabajadores de Codelco, desagregando el análisis de éstas en términos de su personal propio y el que incluye además al personal subcontratista. Al respecto destaca: (i) En relación a la productividad propia, se observa una disminución anual promedio de un 6,2% en el período 2005-2007, explicado por la combinación de una baja en la producción promedio de cobre fino de un 3%, junto a un aumento promedio en la dotación propia de trabajadores de un 3,5%²⁷.

²⁶ El valor de la productividad marginal del trabajo en la minería del cobre, es equivalente a la multiplicación del precio nominal del cobre por el producto marginal de cada trabajador del cobre.

²⁷ La disminución de la producción de cobre fino en este período, se explica en gran medida por las menores leyes de Codelco Norte (División compuesta por los yacimientos de Chuquicamata y Radomiro Tomic).

(ii) En relación a la productividad total que incluye tanto a los trabajadores propios como a los subcontratados, ésta registra una disminución anual promedio de un 5,2% en el período 2000-2007, la cual es explicada casi en su totalidad, por el aumento anual promedio de un 13,6% en el número de trabajadores contratistas en las laborales de operación.

Gráfico 17: Productividad media física del trabajo Codelco para dotación propia y total (TMF cobre / trabajador / año)



Fuente: Elaboración COCHILCO, sobre la base de antecedentes CODELCO (memorias e informes financieros y laborales).

(*) No se incluyó a Tocopilla, Talleres y Ventanas

Tabla 5: Promedio tasas de variación de producción cobre, dotación propia y productividad laboral propia de Codelco

	1991-2004	2005-2007
Promedio tasa de variación producción de cobre	2.82%	-2.95%
Promedio tasa de variación dotación propia	-3.47%	3.48%
Promedio tasa de variación productividad laboral propia	6.62%	-6.17%

Fuente: Elaboración COCHILCO, con en base antecedentes CODELCO (memorias e informes financieros y laborales)

Tabla 6: Promedio tasas de variación de producción cobre, dotación contratistas operación y productividad total de trabajadores de Codelco

	1992-1999	2000-2007
Promedio tasa de variación producción de cobre	3.82%	0.74%
Promedio tasa de variación dotación contratistas operación	2.10%	13.57%
Promedio tasa de variación productividad total laboral	7.71%	-5.21%

Fuente: Elaboración COCHILCO, con en base antecedentes CODELCO (memorias e informes financieros y laborales)

5. Análisis intersectorial del mercado laboral minero en Chile

En el capítulo anterior se analizó intrasectorialmente una serie de indicadores relacionados al déficit de profesionales y técnicos de la minería chilena, centrando el análisis en el nivel de empleo minero, sus remuneraciones reales y las productividades laborales del sector. Sin embargo, con el fin de evitar sesgos, el análisis del mercado laboral debe considerar a las actividades económicas que son potenciales sustitutos de la minería, en términos de la capacidad que tienen los profesionales y técnicos mineros de emplearse en otros sectores económicos. De esta forma, el presente capítulo se enfocará en analizar intersectorialmente los tres indicadores mencionados previamente, a fin de presentar nuevos antecedentes que permitan dilucidar la existencia de un déficit de profesionales y técnicos en la minería chilena.

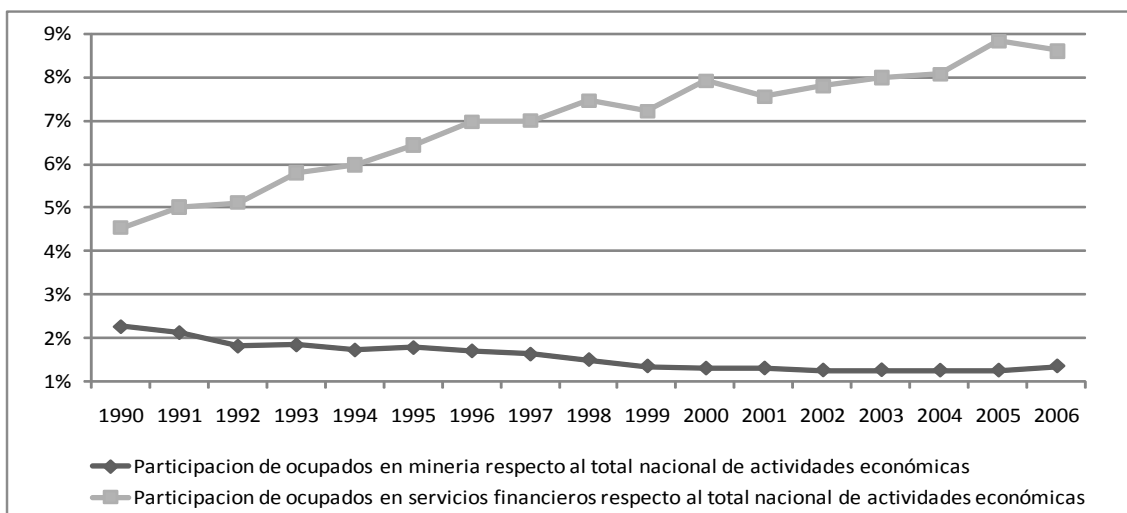
5.1 Análisis del empleo

Considerando las particularidades del sector, la identificación de las actividades económicas que corresponden a sustitutos de la minería, en términos de alternativas de empleo para sus trabajadores, no es un ejercicio sencillo de determinar con la información disponible. Sin embargo, otros estudios presentan a la actividad económica electricidad-gas-agua como un sector con características similares a la minería, en términos de los altos montos de inversión requeridos para iniciar las operaciones, la alta intensidad de uso del capital respecto al trabajo, el significativo grado de especialización de gran parte de sus trabajadores y una alta productividad de la mano de obra³². Pese a ello, con el fin de caracterizar y analizar la existencia de un déficit de profesionales y técnicos en minería, se asumirá como supuesto que el resto de las actividades económicas poseen un similar grado de absorción de los trabajadores actualmente ocupados en minería, con lo cual no se dará un tratamiento especial a alguno al compararlos intersectorialmente con la minería.

³² J.Cantalops, P.Pérez, R.Molina; "Análisis histórico y estimaciones futuras del aporte de la minería al desarrollo de la economía chilena", Comisión chilena del cobre, 2008.

Como se mencionó en el análisis intrasectorial del capítulo anterior, la externalización de gran parte de los servicios de apoyo a la minería y algunas actividades de operación de las faenas, ha provocado un cambio estructural en el mercado laboral de la industria minera y sus proveedores. Lo anterior queda reflejado en el gráfico 18, el cual compara la participación de los ocupados en las actividades económicas minería y servicios financieros-empresariales, respecto del total de ocupados de todas las actividades económicas del país. Al respecto, se observa la tendencia a la baja de los ocupados en minería en el período 1990-2006, considerando que en el sub-período 1990-1995 alcanzaban una participación anual promedio de 1,93%, la cual se vio reducida a un 1,3% de participación promedio en el sub-período 2000-2006. En contraste, la actividad económica servicios financieros y empresariales, la cual contabiliza a los trabajadores tercerizados, presenta una marcada tendencia al alza en el período 1990-2006, aumentando desde una participación promedio de 5,5% en el sub-período 1990-2005 a un 8,1% promedio en el sub-período 2000-2006. Lo anterior, indica que la tercerización no sólo fue importante en la minería, sino que afectó la composición laboral del resto de las actividades económicas del país.

Gráfico 18: Participación de ocupados minería y servicios financieros-empresariales respecto al total nacional de ocupados (%)



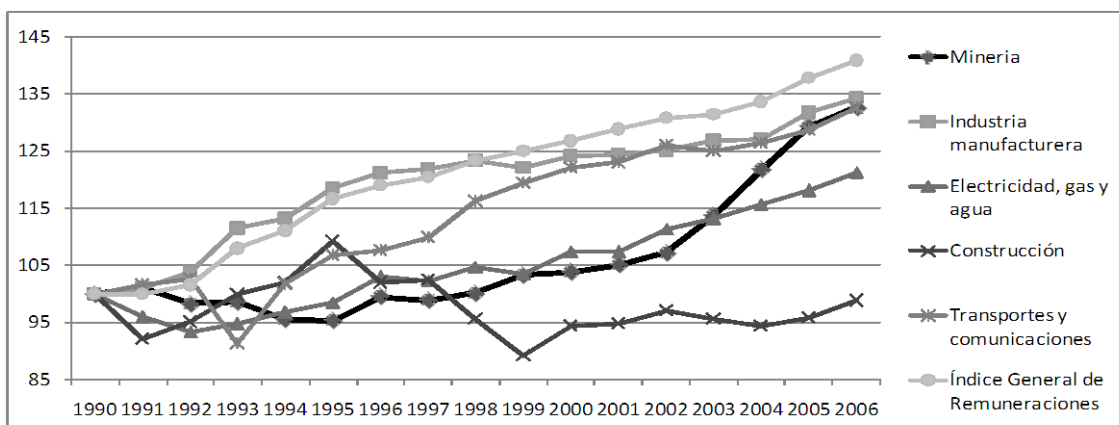
Fuente: Elaboración Cochilco, con base en datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

5.1 Análisis de remuneraciones

Relacionado directamente al número de ocupados en el sector minero, la evolución del nivel de remuneraciones de la actividad, es uno de los indicadores relevantes a considerar en el estudio del déficit de trabajadores en la minería. Sin embargo, tomando en cuenta la multiplicidad de funciones laborales que involucran al sector minero, es necesario considerar las limitaciones del presente análisis, respecto a la no jerarquización de las actividades económicas en donde potencialmente podrían emplearse los trabajadores de la minería.

El gráfico 19 compara intersectorialmente la evolución histórica de los salarios reales del sector minero chileno, en relación al resto de los sectores económicos de los cuales se dispone de información. Se observa que la minería presenta los incrementos más significativos desde 2003 a 2006, presentando una tasa anual de variación promedio de 5,5%, en comparación al 1,9% anual del índice general de remuneraciones del país. Lo anterior, vendría dado en gran medida por la escasez de mano de obra calificada en el sector, lo cual conlleva a un aumento de los salarios ofrecidos por la actividad, con el fin de retener y atraer trabajadores con las competencias requeridas desde el resto de los sectores económicos del país, a fin de alcanzar el máximo de producción de mineral dado los altos precios observados desde finales de 2003 y marcadamente desde 2004.

Gráfico 19: Evolución índices de salarios reales de actividades económicas

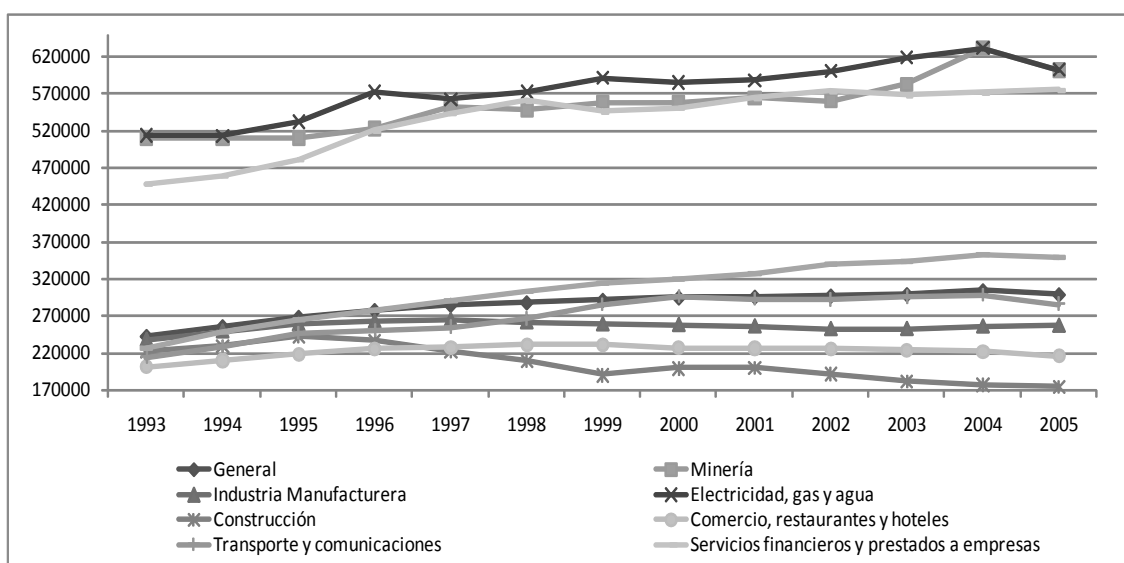


(*) Para la construcción de los índices de remuneraciones reales, se utilizaron los índices de salarios nominales con base 100 a enero de 1990, deflactados por IPC con base 100 a Enero de 1990.

Fuente: Elaboración Cochilco, con base en datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Por su parte en términos de montos en dinero, se define a las Remuneraciones Medias de los trabajadores, como la suma de las remuneraciones ordinarias promedio multiplicadas por las horas ordinarias promedio por trabajador, más las remuneraciones extraordinarias promedio multiplicadas por las horas extraordinarias promedio por trabajador³³. Dado lo anterior, el gráfico 20 presenta la evolución de las remuneraciones medias reales según actividad económica para el período 1993-2005, en donde se observa que los sectores minería, electricidad-gas-agua y servicios financieros prestados a empresas, presentan una significativa diferencia con el resto de las actividades económicas, registrando niveles y tasas de variación superiores en sus remuneraciones respecto al resto de los sectores analizados.

Gráfico 20: Remuneraciones medias reales según actividad económica



Nota: Para la construcción de las series reales se usó las remuneraciones medias nominales deflactadas por IPC (base 100 = 2007)
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

La tabla 7 compara el promedio y las volatilidades de las remuneraciones medias reales de la minería, respecto a un conjunto otros sectores económicos para el período 1993-2005. Respecto a los promedio de remuneraciones, se observa que la minería alcanzó el segundo lugar con un valor promedio mensual de \$554.415, superado

³³ Instituto nacional de estadísticas de Chile (INE), "Informe anual de remuneraciones y costos medios (2006)"

sólo por el sector electricidad-gas-agua con un promedio de \$575.379, dejando en tercer puesto al sector servicios financieros prestados a empresas con \$535.068 en igual período.

Por su parte, al analizar la volatilidad de las remuneraciones en idéntico período destacan nuevamente los tres sectores anteriores, ocupando la minería el cuarto lugar con una desviación estándar mensual de \$36.609, superada por la actividad servicios financieros prestados a empresas con \$45.108 y electricidad-gas-agua con \$37.101³⁵.

Tabla 7: Comparación de remuneraciones medias reales minería respecto a otros sectores económicos en Chile (1993-2005)

Actividad Económica	1993-2005	
	Promedio salarios reales	Desviación estándar salarios reales
General	284,240	18,639
Minería	554,415	36,609
Industria Manufacturera	255,578	6,837
Electricidad, gas y agua	575,379	37,101
Construcción	205,764	22,824
Comercio, restaurantes y hoteles	221,688	8,635
Transporte y comunicaciones	269,598	28,360
Servicios financieros y prestados a empresas	535,068	45,108
Servicios comunales, sociales y personales	303,878	41,128

Nota: Para la construcción de las series reales se usó las remuneraciones medias nominales deflactadas por IPC (base 100 = 2007)

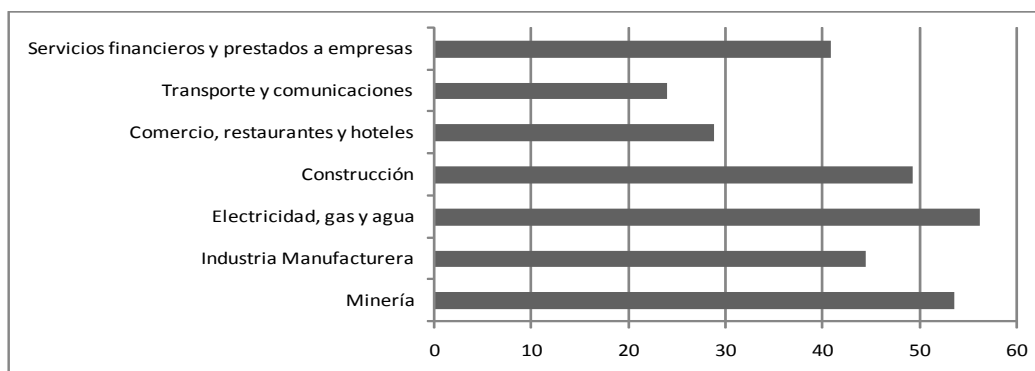
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

Es de importancia destacar que en términos relativos al resto de las actividades económicas, las altas remuneraciones alcanzadas por los trabajadores de la minería, tienen parte importante de su origen en los bonos e incentivos variables que entregan las empresas mineras a sus trabajadores. Lo anterior queda reflejado en el gráfico 21, el cual registra que un 54% de las empresas mineras entregaron bonos e incentivos a sus trabajadores en 2006, lo cual ubicó intersectorialmente a la minería en el segundo puesto a nivel nacional, siendo sólo superada por el sector electricidad-gas-agua con un 56% de participación, alcanzando ambos sectores participaciones sustancialmente mayores al promedio de 43% registrado por el conjunto de actividades

³⁵ La desviación estándar es un estadígrafo que mide el grado de dispersión de las observaciones registradas por la variable aleatoria respecto a la media aritmética. En este caso, se refiere al monto promedio en que se desvían las remuneraciones de cada año respecto al promedio de remuneraciones del período.

económicas del país. Por su parte, un 64,3% de las empresas mineras pagaron remuneraciones variables a sus trabajadores, ubicando intersectorialmente a la minería en el quinto lugar de un total de quince actividades económicas según la clasificación usada en 2006³⁶.

Gráfico 21: Porcentaje de empresas que entregan bonos e incentivos por actividad económica (%)



Fuente: Cochilco, con base en Encuesta Nacional de Empleo (ENCLA), 2006

En continuidad con un análisis intersectorial de la minería, el análisis del porcentaje de trabajadores según tramos de ingresos, entrega valiosa información sobre la conformación y dispersión de los salarios al interior del sector minero. Adicionalmente, permite comparar esta distribución en relación al resto de los sectores del país, a fin de tener una visión de la distribución del ingreso al interior de la minería en términos relativos. De esta forma, la tabla 8 registra el porcentaje de trabajadores según tramos de ingreso y sector económico en el cual se encontraban ocupados en 2006. Se observa la significativa participación que poseen los trabajadores con bajos salarios al interior del sector minero, reflejado en que un 30,1% del total posee un salario comprendido entre los \$135.000 y \$202.500 al mes, tramo que intersectorialmente ubica a la minería en el 4º lugar en términos de representatividad porcentual de los trabajadores con menores salarios. Similar situación se registra con los trabajadores ubicados en el mayor tramo de salarios, comprendido por los sueldos superiores al \$1.620.000 mensual, los cuales alcanzan un 8% de representatividad, ubicando a la actividad en el 3º lugar en términos de representatividad porcentual de los trabajadores con mayores salarios.

³⁶ Encuesta Nacional de Empleo (ENCLA), 2006.

Tabla 8: Porcentaje de trabajadores según tramos de ingreso y actividad económica

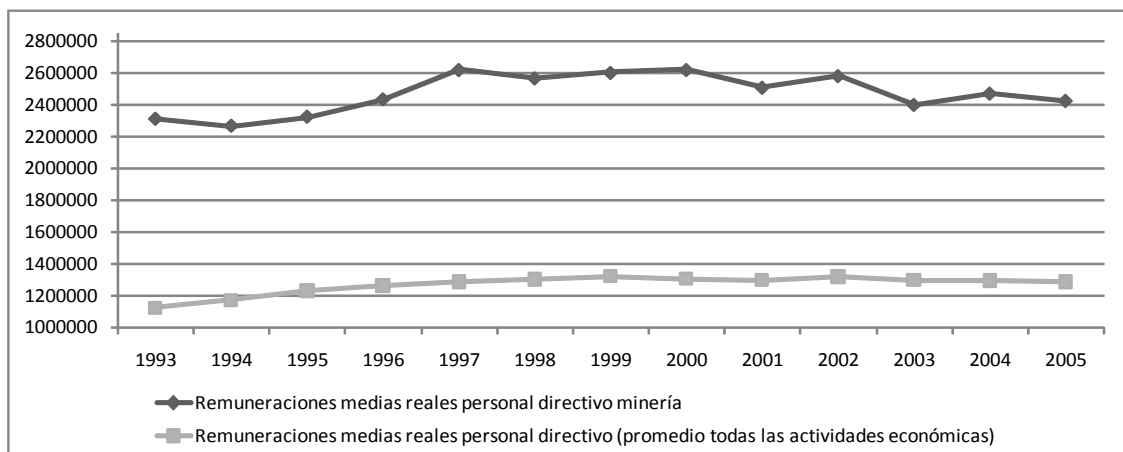
Rama	\$135.000 a \$202.500	\$202.501 a \$270.000	\$270.001 a \$405.000	\$405.001 a \$675.000	\$675.001 a \$1.080.000	\$1.080.001 a \$1.620.000	más de \$1.620.000	Total (%)
Agricultura y pesca	44,7%	20,9%	23,9%	6,2%	2,2%	1,0%	1,1%	100%
Minería	30,1%	14,7%	15,0%	20,8%	6,6%	4,8%	7,9%	100%
Industrias Manufactureras	22,5%	16,6%	18,5%	23,9%	9,8%	4,0%	4,7%	100%
Electricidad, agua y combustibles	7,9%	9,0%	24,2%	22,0%	18,2%	9,9%	8,7%	100%
Construcción	33,8%	20,6%	20,1%	13,9%	5,4%	3,6%	2,6%	100%
Comercio	40,6%	15,8%	19,4%	11,0%	7,3%	2,9%	3,0%	100%
Transporte y comunicaciones	23,0%	10,5%	24,1%	27,0%	8,7%	3,1%	3,5%	100%
Establecimientos financieros	26,1%	15,4%	20,2%	17,7%	9,7%	5,7%	5,2%	100%
Servicios	20,7%	15,3%	21,0%	17,6%	10,8%	5,3%	9,2%	100%
Total	29,5%	16,6%	20,5%	16,6%	8,1%	4,0%	4,8%	100%

Fuente: ENCLA 2006-Antigua clasificación de actividades

En términos de asimetrías intersectoriales de los salarios del sector minero, los dos primeros tramos de ingreso agrupan al 44,8% de los trabajadores del sector, cifra similar al 46,1% promedio del resto de los sectores económicos para idénticos tramos. Por su parte, los dos tramos superiores representan al 12,7% de los trabajadores mineros, en comparación al 8,8% promedio del resto de los sectores económicos del país, lo cual es consistente con las mayores remuneraciones que entrega el sector no solo en montos, sino además, en términos del número de trabajadores que acceden a estas respecto al total de ocupados en minería.

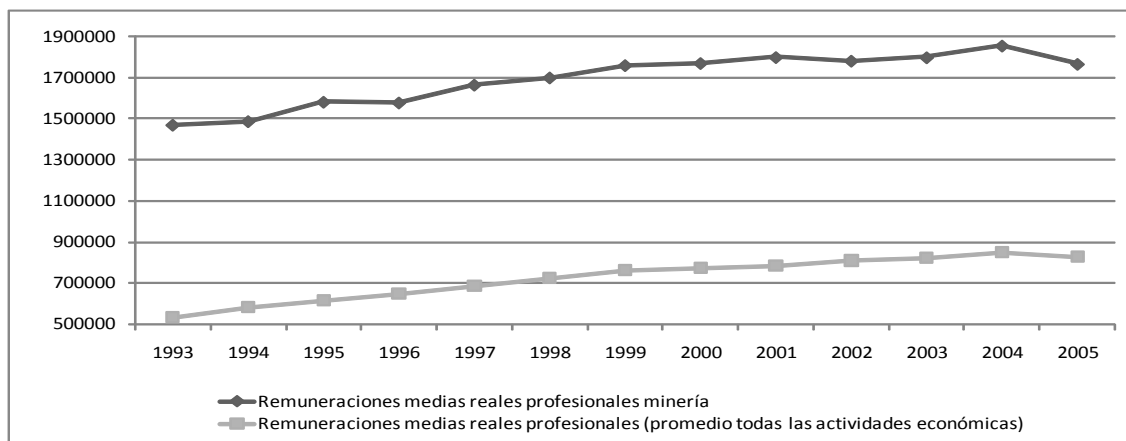
A fin de profundizar el análisis de profesionales y técnicos, los gráficos 22 al 24 desagregan intersectorialmente las remuneraciones medias reales según grupo ocupacional. Destaca el hecho de que al comparar intersectorialmente las remuneraciones reales de los técnicos de la minería respecto al promedio de técnicos de las actividades económicas, ambos grupos presentan crecimientos similares en el período 1993-2002. Sin embargo, los técnicos mineros presentan crecimientos superiores a sus pares durante el período 2003-2005, lo cual es consecuente con el análisis intrasectorial previo y el inicio del alza en el precio del cobre registrado desde finales de 2003.

Gráfico 22: Comparación remuneraciones reales de los directivos mineros respecto al promedio de directivos del resto de las actividades económicas



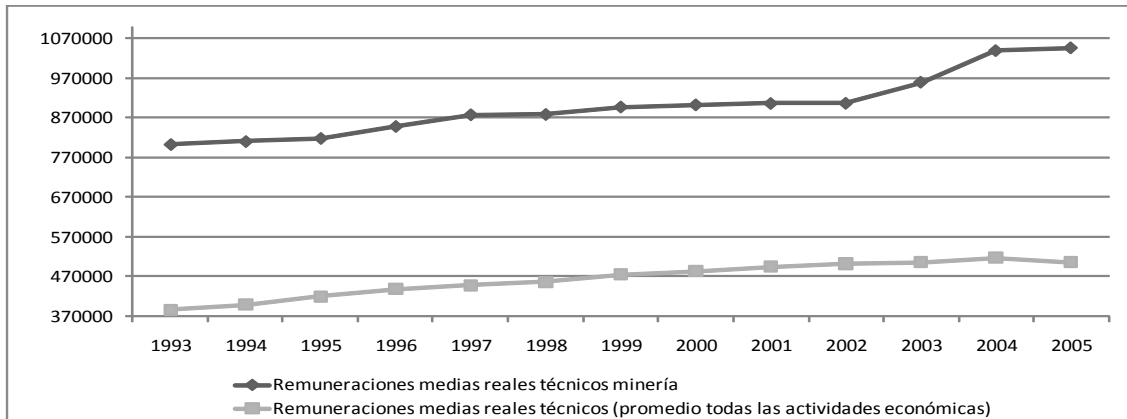
Nota: Para la construcción de las remuneraciones reales se usó las series nominales deflactadas por IPC (base 100 = 2007)
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

Gráfico 23: Comparación remuneraciones reales de los profesionales mineros respecto al promedio de profesionales del resto de las actividades económicas



Nota: Para la construcción de las remuneraciones reales se usó las series nominales deflactadas por IPC (base 100 = 2007)
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

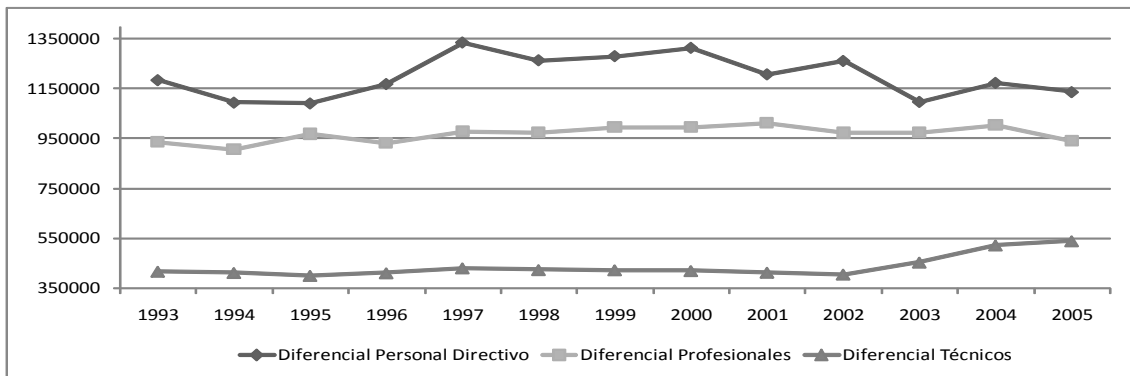
Gráfico 24: Comparación remuneraciones reales de los técnicos mineros respecto al promedio de técnicos del resto de las actividades económicas



Nota: Para la construcción de las remuneraciones reales se usó las series nominales deflactadas por IPC (base 100 = 2007)
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

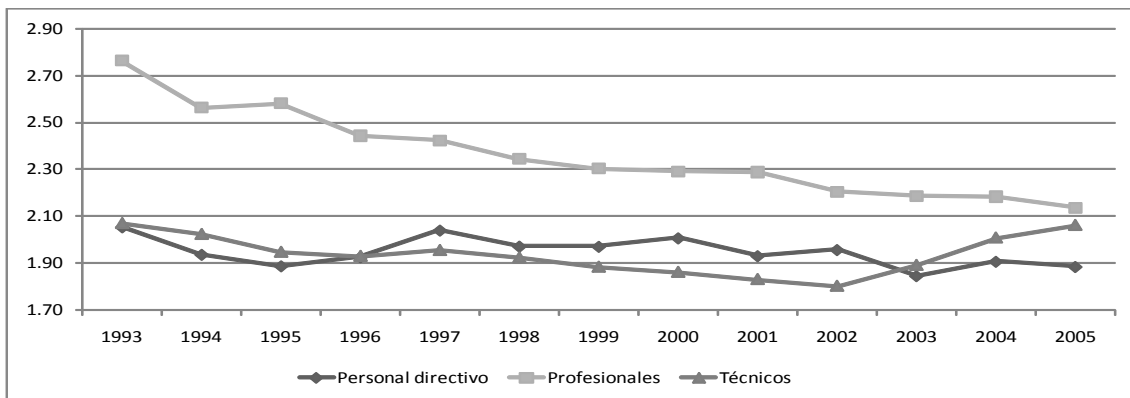
El gráfico 25 compara los diferenciales de remuneraciones medias reales de la minería respecto al promedio del resto de las actividades económicas, según los grupos ocupacionales directivos, profesionales y técnicos. Destaca el hecho de que en el período 2003-2005, el mayor aumento en la tasa de variación anual del diferencial se produjo en la ocupación técnicos, alcanzando un promedio anual de crecimiento de 12,7%. Lo anterior, presenta significativa evidencia de que los técnicos mineros, presentan un déficit superior respecto a sus pares profesionales de otros sectores durante períodos de auge del precio del cobre, evidenciando el grado de especificidad de gran parte de las funciones técnicas desempeñadas por los trabajadores mineros, lo cual no permite un flujo intersectorial dinámico de técnicos desde y hacia el resto de las actividades económicas del país, que permita estabilizar el nivel de remuneraciones ante las fluctuaciones provenientes de la demanda laboral.

Gráfico 25: Evolución de los diferenciales de remuneraciones medias reales para directivos, profesionales y técnicos



Nota: El diferencial de remuneraciones medias nominales se calculó como las remuneraciones de la minería menos el promedio de las remuneraciones del resto de las actividades económicas para cada grupo ocupacional.
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

Gráfico 26: Relación entre las remuneraciones medias reales de la minería respecto al promedio de las actividades económicas según tipo de ocupación



Nota: El multiplicador se construyó como el cociente entre la remuneración de la minería sobre el promedio de las actividades económicas, para cada tipo de ocupación.
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

La tabla 9 resume los resultados obtenidos para los diferenciales entre las remuneraciones reales de la minería y el promedio de remuneraciones reales de las actividades económicas. Al respecto sobresalen tres resultados: (i) El mayor promedio de diferenciales de remuneraciones de la minería se obtuvo en el grupo ocupacional de personal directivo, alcanzando un promedio de \$1.200.597 en el período 1993-2005. (ii) La mayor volatilidad de los diferenciales de las remuneraciones de la minería, se obtuvo igualmente en el grupo ocupacional de personal directivo, alcanzando una desviación

estándar de \$84.109 durante el período 1993-2005. (iii) Se obtuvo una significativa asociatividad entre los diferenciales de las remuneraciones de los técnicos mineros y el precio real del cobre (BML), alcanzando un coeficiente de correlación de 0,43 en el período 1993-2005.

Tabla 9: Promedio, volatilidad y correlación diferenciales de remuneraciones medias reales de la minería respecto a promedio de actividades económicas

Diferencial según grupo ocupacional	Período 1993-2005		
	Promedio diferencial	Desviación estándar diferencial	Coefficiente de correlación respecto al precio real del cobre
Diferencial General	270,176	23,117	0.16
Diferencial Personal Directivo	1,200,597	84,109	-0.53
Diferencial Profesionales	969,092	31,729	-0.47
Diferencial Técnicos	434,788	44,523	0.43
Diferencial Personal Administrativo	285,788	22,748	-0.04
Diferencial Trabajadores de servicios personales y protección	240,838	40,066	-0.03
Diferencial Empleados de comercio y demostración	191,017	6,490	0.10
Diferencial Trabajadores calificados	244,365	38,668	-0.15
Diferencial Operadores de maquinaria e instalaciones	268,783	34,370	0.45
Diferencial Trabajadores no calificados	160,966	25,476	-0.17

Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

Tabla 10: Tasas de variación de diferenciales de remuneraciones medias reales de la minería respecto a promedio de actividades económicas

Tasa de variación diferencial según grupo ocupacional	Promedio tasas de variación	
	Período 2003-2005	Período 1994-2005
Diferencial General	5.28%	1.23%
Diferencial Personal Directivo	-3.07%	-0.07%
Diferencial Profesionales	-1.07%	0.09%
Diferencial Técnicos	10.20%	2.34%
Diferencial Personal Administrativo	7.69%	1.47%
Diferencial Trabajadores de servicios personales y protección	4.19%	0.04%
Diferencial Empleados de comercio y demostración	-1.04%	-0.21%
Diferencial Trabajadores calificados	5.72%	3.08%
Diferencial Operadores de maquinaria e instalaciones	9.58%	2.11%
Diferencial Trabajadores no calificados	-2.08%	0.18%

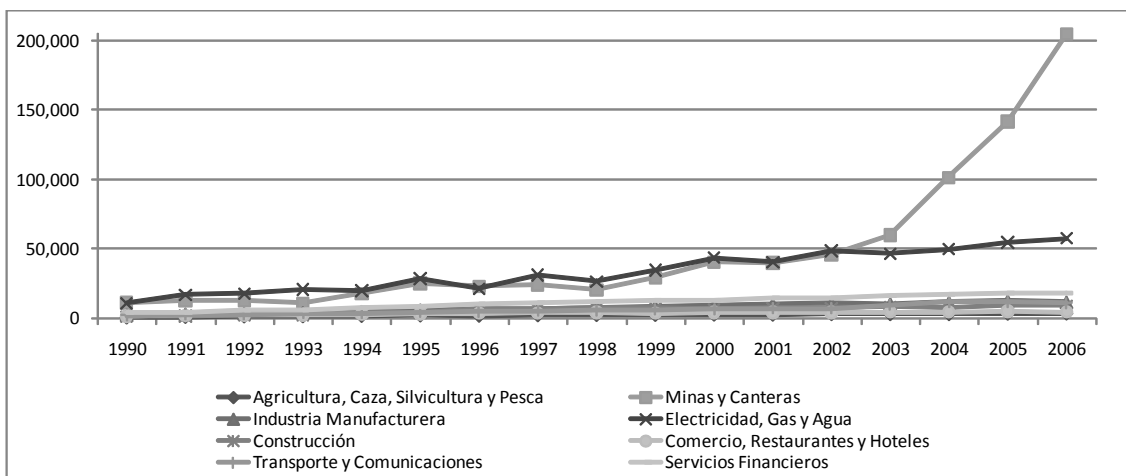
Fuente: Cochilco, con base en "Anuario de remuneraciones medias y costos medios", INE

Una vez cuantificada la superioridad existente entre las remuneraciones medias de la minería respecto al resto de los sectores económicos, tanto en términos agregados como por grupos ocupacionales, el siguiente paso consiste en dilucidar posibles explicaciones de este fenómeno, relacionándolo a la hipótesis del déficit de trabajadores especializados del sector.

5.2 Análisis de productividad laboral

Pese a sus limitaciones, a fin de contar con un indicador que permita comparar las productividades laborales entre los distintos sectores económicos, se construyó la razón PIB nominal sobre personal ocupado para cada actividad económica nacional. De esta forma, medida como los millones de pesos corrientes producidos en promedio por cada trabajador del sector, el gráfico 27 muestra que la minería posee una productividad superior al resto de las actividades económicas del país. Sin embargo, es necesario precisar que este indicador no representa una medida correcta de eficiencia intersectorial de sus trabajadores, considerando que en su construcción inciden variables exógenas a los trabajadores de cada actividad, particularmente el efecto que sobre el PIB minero posee en precio nominal de la libra de cobre. De esta forma, los tres primeros lugares en términos de productividad media de sus trabajadores son registrados por las actividades económicas electricidad-agua-combustibles, servicios financieros-prestados a empresas y minería, los cuales según la información de la tabla 7, corresponden a los tres sectores con mayor nivel de salarios reales promedio en el período 1993-2005. Por su parte, la alta productividad del trabajo en las actividades económicas electricidad y minería, es consecuencia de su alta razón de uso de capital sobre trabajo, dadas las cuantiosas inversiones en activos fijos necesarias para la construcción y operación de ambos sectores.

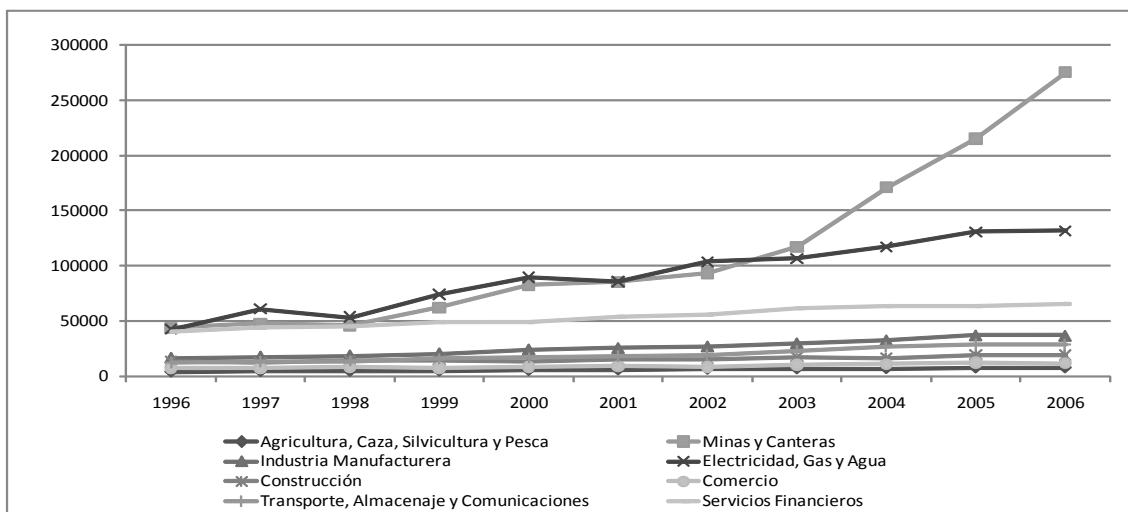
Gráfico 27: Productividad media nominal del trabajo por clase de actividad económica (millones de pesos de cada año)



Fuente: Cochilco, con base en datos del Banco Central de Chile

A diferencia del Producto Interno Bruto (PIB) presentado previamente, el gráfico 28 presenta la productividad media del trabajo usando el Valor Bruto de la Producción (VBP) según sector económico³⁷. Esta última medida de actividad económica, sí refleja de mejor forma la generación de valor de la producción de cada sector, ya que mide el aporte efectivo realizado por el factor trabajo en la producción de bienes y servicios de cada actividad. Para el caso de la minería, la productividad media del trabajo utilizando el VBP, refleja el valor generado por los ocupados del sector medido como la suma de: (i) Insumos de la minería (energía, reactivos químicos, neumáticos, etc.). (ii) Valor agregado (excedentes, remuneraciones, impuestos, depreciaciones, etc.)

Gráfico 28: Productividad media del trabajo usando valor bruto de la producción según clase de actividad económica (millones de pesos corrientes)



Fuente: Cochilco, con base en datos del Banco Central de Chile

³⁷ El Valor Bruto de la Producción (VBP) es la suma total del valor de los bienes y servicios generados, es decir, independientemente de que se trate de bienes intermedios que se utilizan en los procesos productivos o artículos que se destinan al usuario final. El Valor Bruto de la Producción minera se calcula como la suma del Producto Interno Bruto (PIB) y el Consumo Intermedio (CI) de la actividad económica minas y canteras.

6. Análisis de estudios de pregrado y postgrado en minería

Como se mencionó previamente, la minería emplea a un amplio espectro de profesionales y técnicos, considerando la multiplicidad de funciones requeridas tanto en los procesos de operación como en los de apoyo. Dado lo anterior, la figura 4 presenta un listado no exhaustivo, de las carreras profesionales y técnicas relacionadas a la minería al interior de su cadena de valor.

Figura 4: Carreras profesionales y técnicas relacionadas a la minería

Carreras Profesionales	Carreras Técnicas
Geología	Mecánica industrial m/mantenimiento
Ingeniería Civil en Minas	Mecánica industrial m/hidroneumática
Ingeniería de Ejecución en Minas	Mecánica de precisión
Ingeniería Civil en Metalurgia	Mecánica industrial m/maquinarias y herramientas
Ingeniería de Ejecución en Metalurgia	Mecánica automotriz
Ingeniería Civil Mecánica	Electricidad general
Ingeniería de Ejecución Mecánica	Electricidad de automóviles
Ingeniería Civil en Materiales	Mantenimiento maquinaria eléctrica
Ingeniería Civil Química	Electrónica
Ingeniería Ejecución Química	Electrónica de mantenimiento
Ingeniería Civil Industrial m/Minas	Especialidad en minas
Ingeniería Civil Electrónica	Laboratorista químico
Ingeniería Civil Eléctrica	Mineralurgia
Ingeniería Civil en Biotecnología	Química
Ingeniería Civil Ambiental	Redes en tecnologías de la información

Fuente: Cochilco

El presente capítulo tiene por objetivo aportar información que contribuya a caracterizar y analizar el comportamiento de la oferta de profesionales y técnicos mineros en Chile. A fin de generar esta información, se recurrirá a datos secundarios, correspondientes a egresados y titulados de carreras ligadas al sector minero, información proveniente de las instituciones oficiales encargadas de recopilar estas estadísticas en Chile. Sin embargo, es necesario precisar que el número de egresados de una determinada carrera minera, no corresponde al número efectivo de trabajadores que ofrecen sus servicios en esta actividad. Lo anterior, se fundamenta en que gran parte de los trabajadores egresados de carreras mineras en Chile, no trabajan exclusivamente en este único sector económico durante su vida laboral, lo cual se explica en parte por el carácter cíclico de esta actividad.

6.1 Análisis de carreras profesionales de pregrado

El contar con un suficiente número de profesionales con las competencias geo-minero-metalúrgicas, constituye un factor determinante en la competitividad de las firmas ante los cambios que se están presentando desde hace algunos años en la actividad minera a nivel mundial. Dado lo anterior, a juicio de altos ejecutivos de la industria minera chilena, existe actualmente en el país una ajustada oferta de profesionales, dada la alta competencia en su captación por parte de las firmas nacionales y su creciente demanda desde el extranjero³⁸.

La tabla 11 muestra información relativa a la oferta de profesionales de tres carreras que se relacionan directamente al sector minero en Chile, la cual fue recopilada a partir de los datos publicados por Futuro Laboral. Al respecto, al analizar en detalle estas cifras destacan los siguientes aspectos:

Primero, los datos muestran el bajo porcentaje de los profesionales de la minería egresados en 2000 y 2001, que proseguían sus vidas laborales en el sector económico minas y canteras en 2006. De esta forma, solo el 25% de los titulados de Ingeniería en Minas, el 35% de Geología y el 13% de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica trabajaban en el sector durante 2006.

Segundo, el retorno promedio de estudiar y trabajar como Ingeniero en Minas y Geólogo en Chile es muy superior, en términos relativos, a estudiar y trabajar en el resto de las profesiones ligadas a la Ingeniería. De esta forma, el ingreso promedio mensual para un titulado de Ingeniería Civil en Minas alcanza \$1.760.720 al 2º año y \$2.302.020 al 4º año. Aunque no tan marcada, similar situación ocurre para Geología, carrera que alcanza un ingreso promedio mensual de \$1.557.958 al 2º año y \$1.813.846 al 4º año³⁹.

³⁸ Diego Hernández, presidente de la división de metales base de BHP-Billiton, "BHP: Oferta de profesionales en minería es ajustada en Chile", La Tercera, 23 de Mayo de 2008.

³⁹ Valores expresados en pesos de 2006.

Tercero, en términos de la tasa de ocupación de las profesiones inherentemente mineras, las carreras de Ingeniería Civil en Minas, Geología e Ingeniería Civil Mecánica/Metalúrgica, presentan respectivamente un 99%, 95% y 95% de probabilidad de encontrar trabajo al 2° año de titulado, cifras muy superiores al promedio nacional de carreras y del resto de las ingenierías que se imparten en Chile.

Tabla 11: Estimación estadísticas laborales de carreras ligadas de forma directa a la minería en Chile

	Ingeniería Civil en Minas	Geología	Ingeniería Civil Mecánica y Metalurgia
Número de titulados 2004	82	74	178
Número de profesionales	1,890	N.D	4,398
Porcentaje de titulados en 2000 y 2001 que trabajan en la minería	25%	35%	13%
Ingreso promedio mensual titulados al 2° año	1,760,720	1,557,958	908,847
Ingreso promedio mensual al 4° año de trabajo de los titulados	2,302,020	1,813,846	1,176,839
Probabilidad de encontrar trabajo al 2° año de titulado	99%	95%	95%

(*) El ingreso promedio mensual para los titulados al 2° año esta expresado en pesos de 2006

(**) N,D: Información no disponible

Fuente: Cochilco, con base en información publicada en sitio Web "Futuro Laboral", Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.

Las tablas 12 y 13, muestran información sobre la evolución de un conjunto de variables relacionadas a la oferta de carreras inherentemente mineras, la cual fue sintetizada a través de las cifras publicadas por el Consejo Superior de Educación (CSE) de Chile. De estas, destacan los siguientes aspectos descriptivos:

- Geología

Se observa un significativo incremento del número anual de titulados desde 12 en 1998 a 55 en 2006. Este aumento de profesionales no puede explicarse por la adición de vacantes disponibles entre estos dos años, las cuales se han mantenido en torno a los 95 cupos, sino más bien podría fundarse en que en 1998 impartían la carrera dos universidades, aumentando en 2006 a tres instituciones.

En términos de indicadores del atractivo de estudiar esta carrera, se destacan los cambios acontecidos entre 1998 y 2006: (i) Los puntajes promedios alcanzaron 583 y 558 respectivamente, los cuales fueron inferiores al promedio del resto de las ingenierías del país para 1998 y

superiores para el 2006. (ii) Los aranceles promedio alcanzaron \$1.041.500 y \$1.944.500 respectivamente, montos inferiores al promedio de las ingenierías del país para ambos años. (ii) La tasa de retención promedio de los alumnos al finalizar el primer año de estudios en 1998 ascendió a un 80%, porcentaje casi idéntico al promedio de las ingenierías del país para igual año.

- Ingeniería Civil en Minas

Se observa un incremento significativo en el número anual de titulados desde 19 en 1998 a 65 en 2006. Lo anterior, podría tener su fundamento en que durante 1998 sólo existían dos universidades que ofrecían un total de 70 vacantes, las cuales aumentaron a 171 vacantes ofrecidas en conjunto por las cinco instituciones que la impartían en 2006.

En términos de indicadores del atractivo de estudiar esta carrera, se destacan los cambios acontecidos entre 1998 y 2006: (i) Los puntajes promedios alcanzaron 579 y 505 respectivamente, los cuales fueron inferiores al promedio del resto de las ingenierías del país para ambos años. (ii) Los aranceles promedio alcanzaron \$1.131.320 y \$1.795.150 respectivamente, montos superiores al promedio de las ingenierías del país para 1998 e inferiores para 2006. (ii) La tasa de retención promedio de los alumnos al finalizar el primer año de estudios en 1998 ascendió a tan sólo un 56%, porcentaje muy inferior al 81% promedio de las ingenierías del país para igual año.

- Ingeniería de Ejecución en Minas

Se observa un leve aumento en el número anual de titulados desde 53 en 1998 a 56 en 2006. El estancamiento en el número de estos profesionales que ingresan al mercado laboral, podría ser explicado en alguna medida por la disminución del número de vacantes desde 160 en 1998 a 149 en 2006.

En términos de indicadores del atractivo de estudiar esta carrera, se destacan los cambios acontecidos entre 1998 y 2006: (i) Los puntajes promedios alcanzaron 497 y 473 respectivamente, los cuales fueron inferiores al promedio del resto de las ingenierías del país para ambos años. (ii) Los aranceles promedio alcanzaron \$1.009.100 y \$1.748.650 respectivamente, montos inferiores al promedio de las ingenierías del país para ambos años. (ii) La tasa de retención promedio de los alumnos al finalizar el primer año de estudios en 1998 ascendió a 64%, porcentaje muy inferior al promedio de las ingenierías del país para igual año.

- Ingeniería Civil en Metalurgia

Se observa un marcado incremento en el número anual de titulados de esta especialidad, aumentando desde 11 en 1998 a 50 en 2006. Lo anterior, puede ser explicado en parte por el aumento en el número de las vacantes ofrecidas, al considerar que en 1998 se ofrecían 40 vacantes en las dos universidades que impartían esta carrera, cifra que se incrementó a 96 cupos puestos a disposición por los cuatro planteles educacionales registrados en 2006.

En términos de indicadores del atractivo de estudiar esta carrera, se destacan los cambios acontecidos entre 1998 y 2006: (i) Los puntajes promedios alcanzaron 543 y 492 respectivamente, los cuales fueron inferiores al promedio del resto de las ingenierías del país para ambos años. (ii) Los aranceles promedio alcanzaron \$1.131.320 y \$1.886.000 respectivamente, montos superiores al promedio de las ingenierías del país para 1998 e inferior para 2006. (iii) La tasa de retención promedio de los alumnos al finalizar el primer año de estudios en 1998 ascendió a un 55%, porcentaje significativamente inferior al promedio de las ingenierías del país para igual año.

Tabla 12: Estimación de la oferta de carreras relacionadas directamente al sector minero en Chile

Carrera	Año	N° universidades que imparten la carrera	Vacantes ofrecidas	Matricula primer año	Egresados	Titulados
Geología	1998	2	90	98	N.D	12
	2002	2	95	99	25	70
	2006	3	96	112	40	55
Ingeniería Civil en Minas	1998	2	70	68	17	19
	2002	4	80	86	38	56
	2006	5	171	174	64	65
Ingeniería de Ejec. en Minas	1998	4	160	162	N.D	53
	2002	3	140	151	57	40
	2006	3	154	148	39	56
Ingeniería de Civil en Metalurgia	1998	2	40	40	12	11
	2002	6	120	120	15	24
	2006	4	96	71	7	50
Ingeniería Civil Mecánica	1998	8	165	183	53	117
	2002	9	190	264	46	143
	2006	11	346	379	131	N.D

Nota: Los datos disponibles no corresponden necesariamente al valor total real para cada variable presentada en cada año

Fuente: Cochilco, con base en datos publicados por el "Consejo Superior de Educación de Chile"

Tabla 13: Evolución indicadores de atractivo de carreras relacionadas directamente al sector minero en Chile

Indicador	Año	Geología	Ingeniería Civil en Minas	Ingeniería Ejecución en Minas	Ingeniería Civil en Metalurgia	Ingeniería Civil Mecánica	Ingeniería Civil
Promedio puntaje PAA último matriculado	1998	583	579	497	543	628	587
Promedio puntaje PSU último matriculado	2006	558	505	473	492	509	550
Arancel Promedio	1998	1.041.500	1.131.320	1.009.100	1.131.320	1.679.588	1.043.200
Arancel Promedio	2006	1.944.500	1.795.150	1.748.650	1.886.000	1.918.150	2.008.860
Tasa de retención promedio primer año	1998	80%	56%	64%	55%	71%	81%
Tasa de retención promedio primer año	2006	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

Nota: Los datos disponibles no corresponden necesariamente al valor total real para cada variable presentada en cada año

Los datos disponibles no corresponden necesariamente a una muestra aleatoria y representativa de la población

Fuente: Cochilco, con base en datos publicados por el "Consejo Superior de Educación de Chile"

La metodología utilizada, tiene asociada una serie de sesgos inherentes a la escasa información disponible. Lo anterior, dificulta la realización de una correcta estimación de nueva fuerza laboral minera, lo cual limita el ámbito de alcance del presente capítulo a una recopilación de antecedentes, los cuales permitan realizar un análisis no exhaustivo, tanto del comportamiento como de las características de la oferta de profesionales y técnicos mineros.

Respecto a la dinámica de la nueva fuerza laboral en minería, la tabla 14 registra los datos recopilados por el Consejo de Rectores de Universidades Chilenas en 2007. Lo anterior, si bien corresponde solo a un momento del tiempo, permite extraer información sobre los flujos de entrada y salida de las carreras profesionales de pregrado relacionadas a la minería, en donde destacan: (i) Se observa un significativo aumento en el número de matriculados respecto a los egresados o titulados, lo cual es reflejo de la respuesta de la nueva fuerza laboral, ante los incentivos monetarios y no monetarios ofrecidos por la industria minera (III) El número de matriculados excedió al número de vacantes, las cuales históricamente no eran ocupadas para un número importante de carreras relacionadas directamente a la minería.

Lo anterior, si bien contribuye a aumentar la fuerza laboral de profesiones relacionadas al sector minero, está fundado en un desajuste de expectativas de quienes ingresan a estas carreras, al considerar que estos estudiantes toman su decisión, basados en el atractivo laboral presente de estas carreras y no del que probablemente tendrán cuando egresen en muchos años más.

De esta forma, considerando que muchas de estas carreras profesionales requieren entre cuatro a seis años en finalizar sus currículos, es probable que esta nueva fuerza laboral ingrese al mercado laboral cuando el ciclo de altos precios del cobre haya finalizado, siendo de esta forma un aumento contra-cíclico y potencialmente generador de desempleo si el mercado minero presentara una baja actividad.

Tabla 14: Número de vacantes, matriculados, egresados y titulados en 2007 de carreras profesionales de pregrado relacionadas a la minería en Chile⁴⁰

Carreras Profesionales de Pregrado	2007				2007		
	Vacantes	Matriculados	Egresados	Titulados	Matriculados/Vacantes	Egresados/Matriculados	Titulados/Matriculados
Geología	120	135	10	62	113%	7%	46%
Ingeniería Civil en Minas	80	84	18	54	105%	21%	64%
Ingeniería de Ejecución en Minas	140	159	39	52	114%	25%	33%
Ingeniería Civil en Metalurgia	215	197	36	59	92%	18%	30%
Ingeniería de Ejecución en Metalurgia	20	23	16	12	115%	70%	52%
Ingeniería de Ejecución en Metalurgia Extractiva	50	22	34	13	44%	155%	59%
Ingeniería Civil Mecánica	396	395	58	222	100%	15%	56%
Ingeniería de Ejecución Mecánica	300	257	76	230	86%	30%	89%
Ingeniería Civil en Materiales	35	39	0	7	111%	0%	18%
Ingeniería Civil Química	175	197	34	130	113%	17%	66%
Ingeniería de Ejecución Química	0	0	0	1	-	-	-
Ingeniería Civil Industrial m/Minas	30	31	7	11	103%	23%	35%
Ingeniería Civil Electrónica	300	311	59	172	104%	19%	55%
Ingeniería Civil Eléctrica	245	268	70	150	109%	26%	56%
Ingeniería Civil en Biotecnología	40	37	0	18	93%	0%	49%
Ingeniería Civil Ambiental	145	137	6	14	94%	4%	10%

Fuente: Consejo de Rectores de universidades chilenas (CRUCH)

⁴⁰ Para ver el detalle del número de vacantes, matriculados, egresados y titulados por universidad durante 2007, revisar el anexo 8 para las carreras profesionales de pregrado relacionadas a la minería y el anexo 9 para los currículos de postgrado del área.

En relación a la distribución geográfica, la tabla 15 muestra la oferta de programas académicos de pregrado ofrecidos en Chile en 2006. En lo referente al número de carreras relacionadas al sector minero a nivel de pregrado, es preocupante el hecho de que aproximadamente un 75% de los programas curriculares son impartidos en la ciudad de Santiago.

El costo de la actual situación, radica en no aprovechar las ventajas intrínsecas que poseería el que las actividades formativas se desarrollasen de forma cercana a las actividades generadoras de empleo. Al respecto, es recomendable a futuro, que las instituciones educacionales que imparten carreras profesionales mineras en Santiago descentralicen algunas de estas hacia la macro zona norte. Esto, permitiría fortalecer las competencias formativas de los nuevos egresados, al acercar las necesidades de la industria a los currículos formativos entregados por la academia, lo cual potenciaría la cooperación en investigación y desarrollo, la realización de prácticas profesionales desde los primeros años y el apoyo financiero constante.

Tabla 15: Oferta de carreras mineras de pregrado

Carrera de Pregrado	Detalle carrera	Universidad	Sede/Campus	Autonomía	Semestres	Régimen
GEOLOGÍA	GEOLOGÍA	Universidad Católica del Norte	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
	LICENCIATURA EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad de Chile	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	Universidad de Chile	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
	INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	Universidad de Santiago de Chile	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
	INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	Universidad de La Serena	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
	INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	Universidad de Tarapacá	Casa Central	Autónoma	N.D	N.D
	INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	Pontificia Universidad Católica de Chile	Campus San Joaquin	Autónoma	12	Diurno
	INGENIERÍA CIVIL EN MINAS (régimen semestral) P/E INGENIERÍA CIVIL EN MINAS	Universidad de Atacama Universidad de Santiago de Chile	Casa Central Casa Central	Autónoma Autónoma	12 12	Diurno Diurno
INGENIERÍA EN MINAS	INGENIERÍA EN MINAS	Universidad del Mar	Sede Antofagasta	Autónoma	N.D	N.D
	INGENIERÍA EN MINAS M/ METALURGIA EXTRACTIVA	Instituto Profesional INACAP	Sede Calama	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA EN MINAS M/ METALURGIA EXTRACTIVA	Instituto Profesional INACAP	Sede Calama	Autónoma	8	Vespertino
	INGENIERÍA EN MINAS M/ METALURGIA EXTRACTIVA	Instituto Profesional INACAP	Sede Iquique	Autónoma	N.D	N.D
	INGENIERÍA EN MINAS M/ PROCESOS MINEROS	Instituto Profesional INACAP	Sede Calama	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA EN MINAS M/ PROCESOS MINEROS	Instituto Profesional INACAP	Sede Calama	Autónoma	8	Vespertino
	INGENIERÍA EN MINAS M/ PROCESOS MINEROS	Instituto Profesional INACAP	Sede Maipú	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA EN MINAS M/ PROCESOS MINEROS	Instituto Profesional INACAP	Sede Maipú	Autónoma	8	Vespertino
	INGENIERÍA EN MINAS M/ PROCESOS MINEROS	Instituto Profesional INACAP	Sede Iquique	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA EN MINAS M/ PROCESOS MINEROS	Instituto Profesional INACAP	Sede La Serena	Autónoma	8	Diurno
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN MINAS	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN MINAS	Universidad de Santiago de Chile	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN MINAS	Universidad de Antofagasta	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN MINAS	Universidad de La Serena	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN MINAS	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	8	N.D
INGENIERÍA CIVIL METALÚRGICA	INGENIERÍA CIVIL METALÚRGICA	Universidad de Concepción	Casa Central	Autónoma	12	N.D
	INGENIERÍA CIVIL METALÚRGICA	Universidad Católica del Norte	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
	INGENIERÍA CIVIL METALÚRGICA (régimen semestral)	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
	INGENIERÍA CIVIL EN METALURGIA	Universidad de Tarapacá	Casa Central	Autónoma	N.D	N.D
	INGENIERÍA CIVIL METALURGIA EXTRACTIVA	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Casa Central	Autónoma	12	Diurno
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN METALÚRGICA	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN METALURGIA	Universidad de Santiago de Chile	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN METALURGIA	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	N.D	N.D
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN METALURGIA	Universidad Técnica Federico Santa María	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN METALURGIA	Universidad Católica del Norte	Casa Central	Autónoma	8	Diurno
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN METALURGIA EXTRACTIVA	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	8	Vespertino
	INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN METALURGIA EXTRACTIVA	Universidad Arturo Prat	Casa Central	Autónoma	8	N.D
INGENIERÍA CIVIL QUÍMICA E INGENIERÍA CIVIL	INGENIERÍA CIVIL QUÍMICA E INGENIERÍA CIVIL METALURGIA EXTRACTIVA	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Casa Central	Autónoma	12	N.D
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL	INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL M/ MINAS	Universidad de Antofagasta	Casa Central	Autónoma	12	Diurno

Fuente: Cochilco, con base en datos publicados en sitio Web del Consejo Superior de Educación de Chile

6.2 Análisis de carreras técnicas de pregrado

Considerando el importante rol que poseen las funciones desempeñadas por las distintas especialidades técnicas al interior de la cadena de valor de la minería, la presente sección presentará algunos antecedentes que permitan detallar las características particulares de este grupo ocupacional:

Las tablas 16 a la 18, presentan un listado no exhaustivo de las carreras técnicas relacionadas a la minería, impartidas por Institutos de Formación Profesional y Centros de Formación Técnica en Chile. A diferencia de lo acontecido para el grupo de carreras profesionales, gran parte de las carreras técnicas si son dictadas en regiones distintas a la Metropolitana, concentrando particularmente la macro zona Norte un número significativo de la oferta académica nacional.

Tabla 16: Oferta de carreras técnicas y profesionales relacionadas al sector minero (DUOC-UC)

Escuela de Ingeniería	Carreras Profesionales
	Ingeniería en Electricidad y Electrónica Ingeniería en Automatización de Procesos Industriales Ingeniería en Mecánica Automotriz y Autotrónica
	Carreras Técnicas de Nivel Superior
	Técnico en Mecánica Automotriz y Autotrónica Técnico en Electricidad y Electrónica
Escuela de Informática y Telecomunicaciones	Carreras Profesionales
	Ingeniería en Conectividad y Redes Ingeniería en Informática
	Carreras Técnicas de Nivel Superior
	Analista Programador Computacional Administración de Redes Computacionales Técnico en Telecomunicaciones
Escuela de Construcción	Carreras Profesionales
	Ingeniería en Construcción Ingeniería en Prevención de Riesgos
	Carreras Técnicas de Nivel Superior
	Dibujo Arquitectónico y Estructural Técnico en Construcción Técnico Topógrafo Técnico en Prevención de Riesgos Técnico en Instalaciones Eléctricas Técnico en Restauración
	Carreras Profesionales
Escuela de Recursos Naturales	Ingeniería en Medio Ambiente

Fuente: Cochilco, con base en información recopilada en sitio Web Duoc-UC

Tabla 17: Oferta de carreras técnicas y profesionales relacionadas al sector minero (INACAP)

Explotación y transformación de Recursos Naturales	Universidad
	Ingeniería en Biotecnología
	Instituto Profesional
	Ingeniería en Metalurgia Ingeniería en Minas Ingeniería en Química Industrial
	Centro de Formación Técnica
	Biotecnología Industrial Laboratorista Químico Minero Tecnología en Análisis Químico Tecnología en Metalurgia Tecnología en Minería Tecnología en Operaciones Mineras
Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones	Universidad
	Ingeniería Civil en Electricidad mención Sistemas Electrónicos Ingeniería Civil en Sonido y Acústica Ingeniería en Electrónica Ingeniería en Automatización y Control Industrial Ingeniería en Electricidad mención Potencia Ingeniería en Electricidad mención Proyectos de Instalaciones Eléctricas
	Instituto Profesional
	Ingeniería en Telecomunicaciones, Conectividad y Redes
	Centro de Formación Técnica
	Automatización y Control Industrial Electricidad Industrial mención Electromecánica Electricidad Industrial mención Instalaciones Eléctricas Electrónica Industrial Telecomunicaciones, Conectividad y Redes
Procesos Industriales	Instituto Profesional
	Ingeniería en Prevención de Riesgos, Calidad y Medio Ambiente Ingeniería en Proyectos Industriales
	Centro de Formación Técnica
	Gestión y Control de Calidad Prevención de Riesgos Técnico en Medio Ambiente
Construcción y Urbanismo	Instituto Profesional
	Construcción Civil mención Edificación Construcción Civil mención Obras Civiles Ingeniería en Geomensura Ingeniero Constructor
	Centro de Formación Técnica
	Dibujo de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería Edificación Fabricación y Montaje Industrial Gas e Instalaciones Sanitarias Técnico en Construcción Topografía
Mecánica	Instituto Profesional
	Ingeniería en Climatización Ingeniería en Maquinaria Pesada y Vehículos Automotrices Ingeniería en Maquinaria y Vehículos Automotrices Ingeniería en Maquinaria, Vehículos Automotrices y Sistemas Electrónicos Ingeniería en Refrigeración Ingeniería Mecánica en Mantenimiento Industrial Ingeniería Mecánica en Producción Industrial
	Centro de Formación Técnica
	Climatización Mantenimiento Industrial Mantenimiento y Reparación de Maquinaria Pesada Mecánica Automotriz Mecánica Automotriz en Maquinaria Pesada Mecánica Automotriz en Sistemas Eléctricos Mecánica en Producción Industrial Refrigeración
Informática	Universidad
	Ingeniería Civil Informática Ingeniería en Informática
	Centro de Formación Técnica
	Analista Programador Programador de Aplicaciones Computacionales Soporte Computacional
Administración y Negocios	Instituto Profesional
	Ingeniería en Administración Industrial Ingeniería en Logística
	Centro de Formación Técnica
	Administración Industrial Logística

Fuente: Cochilco, con base en información proporcionada por INACAP

Tabla 18: Oferta de carreras técnicas relacionadas al sector minero dictadas en Universidades e Institutos Profesionales

Carrera Técnica	Institución	Sede/Campus	Autonomía	Semestres	Régimen
TÉCNICO DE NIVEL SUPERIOR EN GEOLOGÍA	Instituto Profesional del Valle Central	Sede Antofagasta	Autónoma	N.D	N.D
TECNICO SUPERIOR EN GEOMINERIA	CFT Universidad de Atacama	Copiapó	Acreditada	4	Diurno
TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN METALURGIA	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	N.D	N.D
TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN PLANTAS METALÚRGICAS	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	6	Diurno
TÉCNICO PREPARADOR EN GEOLOGÍA	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	6	N.D
PROCESAMIENTO DE MINERALES	Universidad Arturo Prat	Casa Central	Autónoma	5	N.D

Fuente: Cochilco, con base en Datos publicados en sitio Web del Consejo Superior de Educación de Chile

Respecto al establecimiento de redes de colaboración entre las instituciones formativas y el sector productivo minero nacional, la tabla 19 destaca las iniciativas “Red Educacional Técnica Norte Minero Clúster” en la II Región y la “Red Minera Atacama” en la III Región. Estas, buscan generar un sistema de formación permanente y el mejoramiento en la formación de las competencias de los técnicos mineros, a través de la articulación de acuerdos entre centros de educación superior, educación secundaria y las empresas mineras con operaciones a nivel local.

Tabla 19: Redes entre Educación Técnica e Industria Minera en Chile

		Instituciones Formativas que pertenecen a la Red:
Red Educacional Técnica Norte Minero Cluster II Región	Educación Superior	Universidad de Antofagasta Centro de carreras técnicas Universidad de Antofagasta Instituto ESANE del Norte Universidad Arturo Prat
	Educación Secundaria	Liceo La Portada, Antofagasta Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo, Antofagasta Liceo Técnico Antofagasta, Antofagasta Liceo Politécnico, Antofagasta Liceo Mayor Gral. (E) Oscar Bonilla, Antofagasta Instituto Superior de Comercio “Jerardo Muñoz Campos”, Antofagasta Liceo Mario Bahamonde Silva, Antofagasta Liceo Marta Narea Díaz, Antofagasta Liceo América, Calama Liceo Eleuterio Ramirez Molina, Calama Liceo Francisco de Aguirre, Calama Liceo Jorge Alessandri Rodríguez, Calama Liceo Politécnico César Aguirre Goyenechea, Calama Colegio Río Loa, Calama Liceo Técnico Profesional-Científico Humanista María Elena, María Elena Liceo Politécnico José Miguel Quiroz, Tal-Tal Liceo Diego Portales Palazuelos, Tocopilla Complejo Educacional Juan José Latorre Benavente, Mejillones
	Empresas	CODELCO Norte Electro-andina CIMM Educación y Gestión Tecnológica S.A.
	Instituciones Productivas que pertenecen a la Red:	
Red Minera Atacama	Educación Superior	INACAP C.F.T. UDA Instituto Tecnológico Universidad de Atacama
	Educación Secundaria	Liceo Técnico Profesional Jorge Alessandri Rodríguez, Tierra Amarilla Liceo Manuel Magalhaess Metling, Diego de Almagro. Liceo Ramón Freire Serrano, Freirina Escuela Técnico Profesional, Copiapó
	Instituciones Productivas que pertenecen a la Red:	
	Empresas	Compañía Minera Mantos de Oro ENAMI, División Minería ENAMI, Fundación Hernán Videla Lira ENAMI, Planta Matta Compañía Contractual Minera Candelaria Sociedad Minera Punta del Cobre CODELCO Chile, División Salvador.

Fuente: Cochilco, con base en información extraída desde los sitios Web de la “Red Educacional Técnica Norte Minero Cluster II Región” y “Red Minera Atacama”

Por su parte, las empresas mineras y otras entidades de la industria, están apoyando directamente a un conjunto de Centros de Formación Técnica en minería, entre los que se mencionan: Centro Internacional Minero Benjamín Teplizky (Universidad de Atacama), Centro Capacitación Técnica (Minera Escondida), Centro Tecnológico Minero de Iquique (Minera Doña Inés de Collahuasi), Liceo Jorge Alessandri Rodríguez (SONAMI), Colegio Técnico Industrial Don Bosco (Asociación de Industriales de Antofagasta)

Pese a lo destacado de estas iniciativas de articulación y formación de redes, a juicio del dirigente del Sindicato Nacional de Montaje Industrial, aún existe en el país un déficit de técnicos especializados en construcción industrial, situación que se acrecentaría con la llegada de los 22 mil millones de dólares proyectados para el período 2008-2012 sólo en inversión minera de construcción. Lo anterior, conduciría a que parte importante de las 50 mil plazas laborales requeridas para materializar estas inversiones, sean ocupadas por técnicos traídos desde el extranjero a las faenas nacionales⁴¹.

Respecto a las iniciativas tendientes a aumentar la formación técnico-profesional en los jóvenes chilenos a nivel de pregrado y postgrado, destacan los tres acuerdos firmados recientemente entre los Gobiernos de Chile y Australia, los cuales serán financiados por el Fondo Bicentenario de Capital Humano: (i) Acuerdo con el consorcio de "Universities Australia" formado por 38 Universidades, (ii) Acuerdo con el "Grupo de Ocho Universidades", (iii) Acuerdo con el "Technical and Further Education of Australia" ⁴². De estos, los dos primeros ofrecerán un conjunto 500 becas enfocadas a la realización de estudios de postgrado, en tanto que el tercero ofrecerá 400 plazas destinadas exclusivamente a promover estudios técnicos. Por su parte, en relación a los efectos que estos acuerdos tendrían en elevar el número de profesionales y técnicos disponibles en el sector minero nacional, es importante destacar que su impacto dependerá del número de jóvenes que efectivamente retornen al país a aplicar las competencias

⁴¹ Entrevista realizada a Sr. Miguel González, Dirigente del sindicato nacional de Montaje Industrial, La Nación, 09 de Junio de 2008.

⁴² Acuerdos firmados en la ciudad de Sidney el 29 de julio de 2008 por el Canciller de Chile, Sr. Alejandro Foxley

adquiridas en el país oceánico. De esta forma, de no diseñarse correctamente los incentivos en favor del retorno de estos, los resultados podrían conllevar a una fuga de talentos hacia países emergentes en minería, los cuales les ofrezcan mejores remuneraciones, desarrollo de carrera u otros beneficios no monetarios.

En síntesis, considerando la especialización de gran parte de las carreras técnicas relacionadas a la actividad minera, la formación de pregrado de los técnicos del sector requiere de un promedio formativo de tres años, cifra que aunque menor a los seis años que requiere formar a un profesional de la Ingeniería Civil, es un tiempo considerable de desajuste ante los mayores requerimientos laborales del sector minero nacional. Lo anterior, impone una restricción de capacidad a la oferta laboral, situación que no permite que durante este período académico formativo, se incorporen al mercado laboral nuevos profesionales y técnicos mineros, pese al aumento de las remuneraciones registradas en el sector durante el período 2004-2007.

6.2 Análisis de estudios de postgrado

La especialización de los programas académicos en función de las necesidades del sector minero, es uno de los factores de mayor relevancia para lograr dotar a la nueva y antigua fuerza laboral, con las competencias necesarias para hacer frente a los cada vez más exigentes requerimientos de la industria minera. Dentro de éstos, los programas académicos de postgrado, presentan ventajas que permiten la absorción de profesionales de otros sectores económicos, dado su enfoque hacia la especialización, menor duración y posibilidad de trabajar y estudiar a la vez. En relación a esto último, la tabla 20 muestra la oferta de programas de estudio a nivel de postgrado relacionados directamente al sector minero en 2006. Destaca el que siete de los trece programas son dictados en regiones distintas a Santiago, lo cual es significativo al compararlo con lo que ocurre con las carreras de pregrado, en donde la relación descrita era inversa. Lo anterior, puede explicarse por los beneficios que posee para las universidades del norte la cercanía geográfica de los yacimientos, en términos de acercar sus currículos académicos a las necesidades y realidades de la industria minera, aprovechando las ventajas comparativas en relación a las universidades de la capital.

Tabla 20: Oferta de postgrados relacionados directamente al sector minero

Diplomado	Universidad	Sede/Campus	Duración
DIPLOMADO EN METALURGIA EXTRACTIVA M/ PROCESAMIENTO MINERALES	Universidad Católica del Norte	Casa Central	2 semestres
DIPLOMADO EN HIDROGEOLOGÍA APLICADA A LA MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE	Universidad de Chile	N.D	N.D
DIPLOMADO PROCESAMIENTO DE METALES	Universidad de Concepción	Casa Central	4 semestres
DIPLOMADO DE POSTÍTULO EN PLANIFICACIÓN MINERA	Universidad de Chile	Casa Central	380 horas
POSTÍTULO EN FUNDAMENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE ACTIVOS MINEROS	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Casa Central	150 horas

Magíster	Universidad	Sede/Campus	Autonomía	Semestres	Régimen
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ INGENIERÍA METALÚRGICA	Universidad de Concepción	Casa Central	Autónoma	6	N.D
MAGÍSTER EN INGENIERÍA, ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA DE MINERALES	Pontificia Universidad Católica de Chile	Campus San Joaquín	Autónoma	3	Diurno
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ METALURGIA EXTRACTIVA	Universidad de Chile	Casa Central	Autónoma	4	Diurno
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ METALURGIA EXTRACTIVA Y CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS PROCESOS	Universidad de Santiago de Chile	Casa Central	Autónoma	4	Vespertino
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ PROCESAMIENTO DE MINERALES	Universidad de Antofagasta	Casa Central	Autónoma	4	Diurno
MAGÍSTER EN GEOLOGÍA ECONÓMICA M/ EXPLORACIÓN	Universidad Católica del Norte	Casa Central	Autónoma	3	Diurno
MAGÍSTER EN GEOMECÁNICA APLICADA A LA MINERÍA	Universidad de Los Andes	Casa Central	Autónoma	4	N.D
MAGÍSTER EN INGENIERÍA METALÚRGICA	Universidad de Atacama	Casa Central	Autónoma	6	N.D
MAGÍSTER EN MINERÍA	Universidad de Chile	Casa Central	Autónoma	4	Diurno
MAGÍSTER EN GEOLOGÍA ECONÓMICA M/ EXPLORACIÓN	Universidad Católica del Norte	Casa Central	Autónoma	3	Diurno
MAGÍSTER EN RECURSOS MINERALES	Universidad de la Serena	Casa Central	Autónoma	4	N.D
MAGÍSTER EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad de Chile	Casa Central	Autónoma	4	Diurno

Doctorado	Universidad	Sede/Campus	Autonomía	Semestres	Régimen
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ METALURGIA	Universidad de Concepción	Casa Central	Autónoma	N.D	N.D
DOCTORADO EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad de Chile	Casa Central	Autónoma	6	Diurno
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA DE MINERALES	Pontificia Universidad Católica de Chile	Campus San Joaquín	Autónoma	6	Diurno
DOCTORADO EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad Católica del Norte	Casa Central	Autónoma	N.D	Diurno

Fuente: Cochilco, con base en Datos publicados en sitio Web del Consejo Superior de Educación de Chile y recopilación propia

7. Fundamentos del déficit de profesionales y técnicos mineros

7.1 Perspectiva de la oferta laboral

Parte de la fuerza laboral de los trabajadores, profesionales y técnicos mineros está compuesta por alumnos egresados cada año de las instituciones educacionales. Dentro de este último grupo, a continuación se detallan algunas de las causas que explican el escaso número de estudiantes que elijen proseguir estudios en carreras relacionadas a la minería en Chile:

A. Lejanía del lugar de trabajo

Uno de los factores que desmotivan la postulación a carreras relacionadas a la minería, es la alta proporción de estos profesionales que deben realizar su trabajo en yacimientos muy alejados de las grandes ciudades del país. Lo anterior, se acrecienta dadas las características que Chile presenta por su geografía, en donde una alta concentración de su población reside en la zona central y particularmente en Santiago. En consecuencia, es en esta zona geográfica en donde se ofrece gran parte de las vacantes educacionales disponibles a nivel terciario, tanto en el total de carreras de ingeniería, administración y técnicas, como también en las que pueden asociarse de forma más indirecta a la minería. En contraposición a lo anterior, la gran mayoría de los yacimientos mineros más importantes en términos de producción de cobre, se ubican en las regiones más alejadas del norte del país. Al respecto, la tabla 21 presenta los principales yacimientos de cobre en Chile, ordenados según producción y sus distancias respecto a la ciudad más cercana de referencia.

Tabla 21: Distancia de principales yacimientos/divisiones de cobre en Chile respecto a ciudad más cercana (2007)

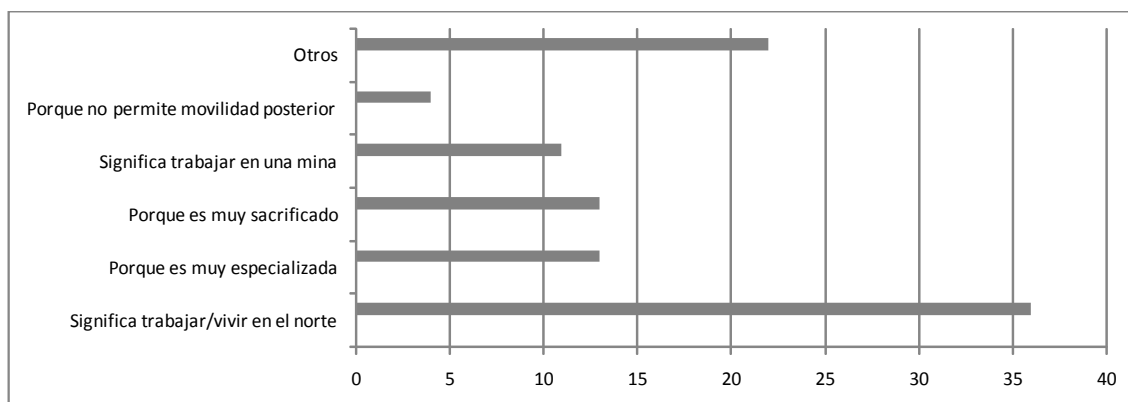
Yacimiento/División	Tipo de mineral	Producción en 2007 (miles de TM de cobre fino)	Región ubicación yacimiento/división	Distancia a ciudad más cercana (kms)	Ciudad de referencia
Escondida	Cobre, cátodos de cobre y oro	1484	II	170	Antofagasta
Codelco División Norte (i)	Cobre, cátodos de cobre, molibdeno, oro y plata	896	II	240	Antofagasta
Collahuasi	Cátodos de cobre, concentrados de cobre	452	I	185	Iquique
División El Teniente	Cobre, concentrado de cobre, concentrado de molibdeno	405	VI	40	Rancagua
AngloAmerican Sur (ii)	Cobre	302	V y RM	65 (iv)	Santiago
Los Pelambres	Cobre, concentrado de cobre y molibdeno	300	IV	200	Santiago
División Andina	Cobre, concentrado de cobre y concentrado de molibdeno	218	V	50	Santiago
Candelaria	Cobre, concentrado de cobre, oro	181	III	29	Copiapó
El Abra	Cobre, cátodos de cobre	166	II	75	Calama
AngloAmerican Norte (iii)	Cobre	152	II	45	Antofagasta
Zaldívar	Cobre, cátodos de cobre	143	II	160	Antofagasta
Spence	Cobre, cátodos de cobre	128	II	50	Calama
Cerro Colorado	Cobre, cátodos de cobre	99	I	120	Iquique
El Tesoro	Cobre, cátodos de cobre	93	II	200	Antofagasta
Quebrada Blanca	Cobre, cátodos de cobre	83	I	170	Iquique
División Salvador	Cobre, oro y óxido de molibdeno	64	III	122	Chañaral
Lomas Bayas	Cobre, cátodos de cobre	62	II	110	Antofagasta
Michilla	Cobre, cátodos de cobre	45	II	-	-

Nota: (i) Incluye Chuquibambilla y Radomiro Tomic; (ii) Incluye el Soldado y Los Bronces; (iii) Incluye Mantos Blancos y Manto Verde (iv) Respecto a división Los Bronces

Fuente: Cochilco, con base en "Compendio de la minería Chilena 2007"

Respecto a este factor, el gráfico 29 presenta los resultados de la encuesta realizada en 2005 por el Centro de Minería de la PUC, aplicada a los alumnos de Ingeniería de primer a tercer año de la misma universidad, la cual ubicó al factor "vivir y trabajar en el norte" como el de mayor importancia a la hora de no elegir la especialidad de minería.

Gráfico 29: Motivos por los que no escogería la especialidad de minería (Distribución de observaciones de la primera mención)



Fuente: Centro de Minería PUC con asesoría de MORI

Muestra aleatoria realizada a 67 alumnos de primer a tercer año de ingeniería de la PUC, de una población total de 1200 alumnos. El error muestral se estima en 11,7%. Entrevistas cara a cara realizadas entre el 17 y el 31 de Octubre 2005.

B. Dificultad del trabajo en la mina

El gráfico 29 muestra en cuarto lugar de importancia dentro de los aspectos negativos de elegir a la minería como especialidad, a la dificultad y costos personales que significa el trabajar en una mina. Entre éstos, destacan las difíciles condiciones laborales que enfrentan los trabajadores que se desempeñan en actividades extractivas, las cuales se caracterizan en la gran mayoría de los yacimientos en Chile, por enfrentar un conjunto de adversidades relacionadas a su ubicación geográfica, entre las que se mencionan: bajas temperaturas, problemas a la salud relacionados a la altura, riesgos a la seguridad personal y daños a la piel en los yacimientos a rajo abierto, junto a la luminosidad artificial y problemas de accidentabilidad laboral en la minería subterránea. Por su parte, otro punto desfavorable lo constituye el que las actividades al interior de la mina son continuas, lo cual conlleva a que según datos de 2006 un 17,5% de los trabajadores de la minería trabajen en turnos de noche⁴³.

C. Desconocimiento del sector

Pese a ser un país que históricamente ha dependido de la minería, Chile posee una escasa cultura minera en términos de la masificación del conocimiento en la ciudadanía. Específicamente, en aspectos relacionados a la variedad de alternativas profesionales y proyecciones laborales ofrecidas por las empresas mineras, considerando el carácter multidisciplinario de las funciones y cargos que es posible desempeñar en esta actividad económica. En relación a esto último, persiste la idea de que la minería emplea sólo a un conjunto de 4 a 5 profesiones, lo cual conlleva a la negativa percepción de una alta especialización del sector y exclusión de otras profesiones

D. Mala imagen del sector

El sector minero es aún considerado por un importante número de ciudadanos en Chile, como un sector que extrae recursos no renovables a costa del medio ambiente y las comunidades locales. Lo anterior, se fundamenta en gran medida, en la información del sector desplegada en algunos medios de comunicación, la cual se concentra mayoritariamente en los potenciales daños ecológicos que las actividades mineras generarían al ecosistema local. De esta forma, el

⁴³ Encuesta Nacional de Empleo (ENCLA 2006), Dirección del trabajo, Gobierno de Chile.

estudio empírico y la difusión de los beneficios que conlleva la minería en Chile, es un tema aún pendiente a fin de revertir esta percepción generalizada y que en gran parte de los casos es infundada.

E. Alto riesgo por volatilidad de la actividad del sector minero

El gráfico 29 presentado previamente muestra que la alta especialización del sector minero, corresponde al segundo factor que desincentiva a los alumnos de Ingeniería de la PUC en la elección de la especialidad minera en sus primeros años. Lo anterior, se explica por las características inherentes de la actividad minera, la cual depende en gran medida de los precios de los commodities. En consecuencia, la inestabilidad histórica que estos han presentado, genera a su vez ciclos en la demanda por profesionales de carreras muy específicas al sector, como es el caso de Geología, Ingeniería en Minas, Ingeniería Metalúrgica y otras. Esto, desincentiva la elección de estas carreras por parte de los estudiantes próximos a postular a las universidades o en sus primeros años de plan común de Ingeniería, al compararlas con otras áreas de la Ingeniería que pertenecen a sectores económicos con una mayor estabilidad en el empleo y en el nivel de salarios.

A fin de analizar algunas de las causas que explican la disposición a estudiar carreras relacionadas a la minería, es interesante contrastar los aspectos negativos asociados a trabajar en este sector, con los aspectos más valorados a la hora de evaluar trabajar en esta actividad. Al respecto, el gráfico 30 muestra las respuestas del mismo grupo encuestado previamente, referidas a los principales motivos por los cuales si se escogería la especialidad de minería. Entre estos, destaca el sueldo como el factor más atractivo, alcanzando casi el doble de votación que el resto de los factores que lo siguen en importancia.

Gráfico 30: Motivos por los que si escogería la especialidad de minería (Distribución de observaciones de la primera mención)



Fuente: Centro de Minería PUC con asesoría de MORI

Muestra aleatoria realizada a 67 alumnos de primer a tercer año de ingeniería de la PUC, de una población total de 1200 alumnos. El error muestral se estima en 11,7%. Entrevistas cara a cara realizadas entre el 17 y el 31 de Octubre 2005.

7.2 Perspectiva de la demanda laboral

La existencia de un déficit de profesionales y en especial de técnicos mineros en Chile, tiene su origen en una multiplicidad de factores no atribuibles exclusivamente a la disponibilidad de emplearse en el sector por parte de la potencial fuerza laboral. Así, complementariamente a la oferta de trabajadores de la actividad, la demanda por profesionales y técnicos mineros posee un rol clave en la explicación del déficit observado por la industria en los últimos años.

Consecuentemente a la escasez planteada por especialistas mineros a nivel mundial, la industria está otorgando una creciente importancia a sus procesos de reclutamiento de trabajadores, reformulando sus programas de atracción, retención y desarrollo de carrera. Lo anterior, es en gran medida explicado por los quiebres tecnológicos que están ocurriendo en la industria minera, los cuales requerirán en los próximos años de especialistas, capaces de innovar y adaptar los procesos de la empresa a las nuevas condiciones de los yacimientos y del mercado minero imperante. Al respecto, la figura 5 resume los factores que están impulsando el desarrollo tecnológico en la minería a nivel mundial, los cuales presentarán nuevos y complejos desafíos para las firmas que

sobrevivan a las nuevas condiciones competitivas, en donde contar con profesionales y técnicos especializados en minería, corresponderá al recurso clave necesario para el éxito en la implementación de las nuevas tecnologías y el aumento de la productividad del sector.

Figura 5: Factores que impulsan el desarrollo tecnológico en la minería

Factores que impulsan el desarrollo tecnológico en la minería
Leyes en declinación de los yacimientos: Nuevos descubrimientos tienen progresivamente menores leyes Ley de mineral de las minas existentes disminuyen en el tiempo
Tonelajes cada vez mayores deben ser minados para producir volúmenes de mineral equivalente
Complejidad de los yacimientos en aumento: Situación mineralógica y geológica
Yacimientos deben ser minados en lugares cada vez más remotos
Migración a minería subterránea
Presiones internas sobre los costos a los largo de la vida de la mina: Mayor profundidad en operaciones de cielo abierto y minas subterráneas Mayores distancias de acarreo y elevaciones En algunos casos, incremento en la dureza del mineral en profundidad
Presiones externas sobre los costos: Inflación-Energía, materiales, mano de obra Regulaciones y requerimientos ambientales
Disminución de la fuerza de trabajo técnica y competente

Fuente: Cochilco, con base en presentación "Desarrollo tecnológico en la industria del cobre", Freeport McMoran Copper & Gold Inc.

A. Volatilidad de la demanda laboral por parte de las empresas mineras

Como se señaló en el análisis intrasectorial del mercado laboral minero y en los fundamentos del déficit desde la perspectiva de la oferta, la demanda por trabajadores de la minería está en directa asociación con el nivel de actividad minera, la cual por su parte es afectada fundamentalmente por las fluctuaciones en el precio nominal del cobre⁴⁴. Lo anterior, conlleva una alta volatilidad de las plazas disponibles de trabajo del sector, lo cual constituye un riesgo de potencial desempleo para los actuales y futuros trabajadores de la minería. Con ello, y pese a las presiones que pueda imponer sobre los costos, es recomendable que a largo plazo las empresas mineras estabilicen su demanda por trabajadores especializados durante los períodos de declinación en el precio del cobre. De lo contrario, contribuirán a dar señales negativas al mercado y a continuar con una oferta errática, la cual responderá tardíamente a los requerimientos de personal calificado durante períodos de boom minero.

⁴⁴ Ver Gráfico 7: Tasa de variación de precio nominal del cobre y empleo directo en minería del cobre

B. Discontinuo apoyo económico a estudiantes pertenecientes a entidades de educación superior en minería

Si bien en los últimos años ha aumentado el número de becas de continuidad de estudios en minería ofrecidas por las empresas de la industria, estos esfuerzos no serán efectivos si se discontinúan en períodos en que el precio nominal del cobre se ajuste a su valor de largo plazo. Por el contrario, considerando los seis años promedio requeridos para formar a un Ingeniero Civil con alguna especialidad en minería, estos nuevos profesionales entrarán al mundo laboral cuando el ciclo de alza en el precio del cobre haya finalizado, generando un aumento de la fuerza laboral contra-cíclico a los altos precios que lo sustentaron.

C. Insuficiente entrega de información de las competencias requeridas por la industria a las instituciones de educación superior en minería

Aunque no es un problema exclusivo del sector minero, persiste en el país un distanciamiento entre los requerimientos de la industria y los contenidos curriculares que se entregan a los alumnos en las instituciones de educación superior en minería, respecto a las competencias técnicas, de gestión y conductuales de los futuros profesionales y técnicos del sector.

8. Propuestas de políticas públicas

El contar con un mayor número de profesionales y técnicos de la minería, con las competencias claves que enfrentará el sector en la próxima década, es de una enorme relevancia para el efectivo aprovechamiento de las ventajas comparativas de Chile y el desarrollo económico-social del país. Específicamente, a través de las nuevas oportunidades generadas por el crecimiento en las inversiones en los países vecinos, lo cual puede materializarse a través de la exportación de conocimiento minero, capital humano e insumos, provenientes de empresas y proveedores locales de la minería. De esta forma, a continuación se proponen un conjunto de acciones de políticas públicas a implementar en el mediano plazo en Chile:

A. Fomentar y fortalecer la asociatividad

La interrelación de las instituciones públicas, industria y universidades, es clave en alcanzar las sinergias que como país minero podemos y debemos potenciar en el mediano plazo. Dentro de esta línea, el sector privado debe profundizar sus alianzas con las instituciones que imparten carreras relacionadas a la minería en Chile, a través del apoyo económico y formativo a alumnos de pregrado y postgrado. Lo anterior, se materializaría a través del potenciamiento en la entrega de becas de prosecución de estudios en minería, junto al alineamiento de las mallas curriculares de las instituciones educacionales en función de las necesidades que requiera la industria. Al respecto, es importante ampliar y profundizar las iniciativas de redes de colaboración presentadas previamente, las cuales logran vincular a nivel local a empresas y centros educacionales.

Respecto a iniciativas aún no exploradas por las instituciones educacionales que imparten carreras mineras, es de importancia el que estas implementen asociaciones con otros departamentos al interior de su misma universidad, complementando de esta forma los cursos mineros con otras áreas formativas. Especial importancia tiene que en el mediano plazo, se establezcan alianzas entre los departamentos mineros de las distintas universidades del país, a fin de permitir un intercambio fluido entre sus alumnos de pregrado y postgrado, lo cual ayudaría en parte a subsanar el problema de escala y por ende de financiamiento, que enfrentan muchos departamentos mineros en las instituciones de educación superior chilenas.

B. Potenciamiento de la difusión minera en la educación chilena

A nivel gubernamental, es de gran relevancia que se entregue mayor información del sector minero en etapas tempranas de la educación escolar. Al respecto, destaca el proyecto “Educación y Minería: La veta del desarrollo”, iniciativa que nace del convenio de cooperación firmado entre el Ministerio de Minería, la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), la Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO), la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) y la empresa Antofagasta Minerals, cuya finalidad es incorporar contenidos mineros en el currículo educacional de los escolares chilenos. Por su parte, a nivel de las instituciones de educación superior y la industria minera, se requiere de una mayor difusión de las oportunidades de desarrollo profesional en la

actividad, a fin de no restringir el atractivo de trabajar en este sector a variables como el salario u otros beneficios estrictamente económicos, sino por el contrario, informar sobre el conjunto de beneficios y desarrollo profesional de elegir esta área de especialización.

C. Creación de un Portal Web de educación y trabajo en Minería

Esfuerzos aislados en favor de dotar al país de profesionales y técnicos con las competencias requeridas por la industria, no tendrán efectos significativos sobre el actual y futuro déficit de trabajadores especializados del sector. Por el contrario, tanto en esta línea temática como en otras de índole estratégica para la minería, es necesario concertar acuerdos, aunar esfuerzos y centralizar iniciativas tendientes a generar información relevante para los agentes, promover iniciativas innovadoras e implementar acciones, tendientes a aumentar la cantidad y competencias de capital humano en minería. Por su parte, dado su tamaño e importancia estratégica dentro de la economía chilena, corresponde a la minería ocupar un sitio especial dentro de la educación del país. Al respecto, destaca el portal Web del Minerals Council of Australia (MCA), en el cual se cubren gran parte de los temas relacionados al desarrollo sustentable de la minería del país oceánico, dedicando una sección destacada a la Educación y Entrenamiento en minería⁴⁵. Al interior de esta última, se entrega en formato digital información y material educativo del sector minero, preparado individualmente para el nivel primario, secundario y terciario de su educación. Por su parte, hay una sub-sección dedicada exclusivamente al mercado laboral de las carreras relacionadas a la minería, en donde se entrega información sobre las oportunidades de desarrollo de carrera al interior de la industria minera australiana, una descripción de los perfiles y competencias de las carreras mineras y un eficiente motor de búsqueda de trabajos al interior del sector⁴⁶.

⁴⁵ Para mayor información visitar: <http://www.minerals.org.au/>

⁴⁶ Para mayor información visitar: www.miningcareers.com

D. Elaboración de plan estratégico por parte de las instituciones de educación superior en minería

La mirada de largo plazo de la actividad minera, requiere que las universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica en minería, realicen una planificación estratégica a mediano y largo plazo. Esta, debe incluir un diagnóstico de su situación competitiva actual, la definición de su visión, misión, objetivos estratégicos, plan de acción institucional, financiamiento requerido y medios de control y evaluación de resultados planificados. Por su parte, en términos de acciones es prioritario la reelaboración y actualización de los currículos académicos con base en las actuales y futuras necesidades de la industria, la internacionalización de los programas académicos de pregrado y postgrado, la intensificación del uso del idioma inglés y de software minero, junto a concretar asociaciones con otras instituciones que imparten carreras mineras y con empresas de la industria.

9. Conclusiones

La investigación toma como eje central, el efecto del precio del cobre sobre las variables relacionadas al mercado laboral minero en Chile, teniendo en cuenta los altos y sostenidos niveles que ha alcanzado durante el sub-período 2004-2007. Entre algunas de las conclusiones que se desprenden del estudio se destacan:

1. El análisis realizado aporta evidencia sobre la existencia de un déficit de trabajadores mineros en Chile, relacionado al carácter cíclico del precio del cobre.

2. Existen indicios de la existencia de un déficit de técnicos mayor que de profesionales mineros

3. La caracterización de la nueva oferta de profesionales y técnicos mineros, permite inferir que esta posee restricciones de crecimiento, se genera en zonas geográficas alejadas de la demanda y tiende a ser contra cíclica al precio del cobre

4. Con base en información recopilada a través de encuestas, entre algunos de los fundamentos que explican el bajo atractivo relativo a convertirse en trabajador, profesional y técnico minero en Chile se destacan los siguientes⁴⁷:

(i) Lejanía del lugar de trabajo (ii) Dificultad del trabajo en la mina (iii) Desconocimiento del sector (iv) Volatilidad de la actividad y por ende de la demanda laboral (v) Mala imagen del sector. (vi) Discontinuo apoyo económico formativo por parte del sector privado a los estudiantes de carreras mineras.

⁴⁷ Fundamentos planteados por Cochilco, basados parcialmente en los resultados obtenidos en encuesta aplicada a estudiantes de 1° a 3° año de Ingeniería de la PUC, por parte del Centro de Minería de la PUC y con la asesoría de MORI, Octubre 2005.

5. En relación a medidas que permitan suavizar el actual y futuro déficit de profesionales y técnicos mineros provocado por el ciclo del precio del cobre, se plantean las siguientes propuestas:

(i) Generación de información relevante para los agentes: Potenciamiento de la difusión de la minería en la educación chilena y la creación de un portal Web de educación y oportunidades laborales en minería. (ii) Flexibilización de los programas académicos de pregrado y postgrado: Fomento y fortalecimiento de la asociatividad entre la industria y la academia; elaboración de un plan estratégico por parte de las instituciones de educación superior en minería con una visión de largo plazo; adaptar las mallas de estudios para dotar a la nueva fuerza laboral de una versatilidad de competencias, que les permita, en cierta medida, cambiar sus fuentes laborales según la etapa del ciclo del precio del cobre. (iii) Incentivar el traslado de algunas escuelas de profesionales mineros, desde la Región Metropolitana a la macro-zona Norte, como forma de potenciar el atractivo hacia esas carreras que resulta de estar socialmente integrado en la misma zona donde se estudia y luego se trabaja en minería.

El alto grado de especialización de los profesionales del sector minero, se presenta como una barrera a la entrada desde otras profesiones hacia la actividad minera. Sin embargo, esta misma especialización puede ser una limitante para estos profesionales mineros en períodos de bajos precios del cobre, en donde las empresas se verán obligadas a hacer ajustes y racionalizaciones que podrían afectar el nivel de empleo sectorial. En este sentido, si bien no se concluye directamente del trabajo realizado, resulta intuitivo pensar que dada la importancia del sector minero en la economía nacional, debieran existir profesionales que con una formación previa en otras ramas de la ingeniería, puedan reconvertirse a través de cursos de especialidad minera, lo cual ayudaría a ajustar y dar cierto grado de flexibilidad al nivel de empleo ante los acentuados ciclos del precio del cobre.

10. Futuras investigaciones

La realización de estudios basados en levantamientos primarios de información tanto de la demanda como de la oferta, corresponde al paso siguiente en la continuidad investigativa de esta área de trabajo.

(A) Demanda laboral en minería:

Realización de encuestas a empresas mineras y proveedoras de la minería sobre sus requerimientos de recursos humanos, según función (cargo) a desempeñar dentro de la cadena de valor (demanda sectorial). Para lo anterior, será necesario determinar en conjunto con estas empresas los siguientes puntos:

Necesidades: Determinación de las necesidades de información de las empresas de la industria en materias relacionadas a los recursos humanos del sector: (1) Actividades/funciones de la cadena de valor de minería que presentan mayor riesgo de déficit de profesionales y técnicos. (2) Atraer y retener a los profesionales y técnicos en minería que entran al mercado laboral.

Objetivos: Determinación de los objetivos generales que fundamentan el levantamiento de información: (1) Generar información a fin de cuantificar variables de cantidad y competencias de profesionales y técnicos mineros, según función dentro de la cadena de valor a través del análisis conjunto, (2) Agrupar esfuerzos de todos los actores relacionados a los recursos humanos mineros, con el fin de anticipar el probable déficit futuro de profesionales y técnicos, proponiendo acciones preventivas por parte de las instituciones/empresas relacionadas.

Mecanismo: Determinación del mecanismo de levantamiento de información óptimo para cumplir los objetivos acordados. (1) Encuestas, (2) Entrevistas en profundidad a expertos por áreas y funciones en minería.

Muestra: Determinación de las empresas mineras y a las cuales se les aplicará la encuesta. (1) Codelco, GMP-10, (2) Principales empresas proveedoras de la minería.

Marco Muestral: Determinación de la unidad desde la cual se extraerá la muestra de empresas a las cuales se les aplicará la encuesta. (1) Directorio minero (Direcmin), (2) Compendio de la minería chilena 2008.

(B) Oferta laboral en minería:

Realización de encuestas a instituciones de educación que ofrecen carreras relacionadas al sector minero (oferta sectorial)

Carreras: Listado preliminar de carreras mineras relacionadas con las funciones dentro de la cadena de valor de la minería:

(1) *Carreras Profesionales:* Geología, Ingeniería Civil en Minas, Ingeniería de Ejecución en Minas, Ingeniería Civil en Metalurgia, Ingeniería de Ejecución en Metalurgia, Ingeniería Civil Mecánica, Ingeniería de Ejecución Mecánica, Ingeniería Civil en Materiales, Ingeniería Civil Química, Ingeniería Ejecución Química, Ingeniería Civil Industrial m/Minas, Ingeniería Civil Electrónica, Ingeniería Civil Eléctrica, Ingeniería Civil en Biotecnología, Ingeniería Civil Ambiental.

(2) *Carreras Técnicas:* Mecánica Industrial m/mantenimiento, Mecánica Industrial m/Hidroneumática, Mecánica de Precisión, Mecánica Industrial m/Maquinarias y Herramientas, Mecánica Automotriz, Electricidad General, Electricidad de Automóviles, Mantenimiento Maquinaria Eléctrica, Electrónica, Electrónica de Mantenimiento, Especialidad en Minas, Laboratorista Químico, Mineralurgia, Química, Redes en tecnologías de la información

(C) Brechas y proyecciones:

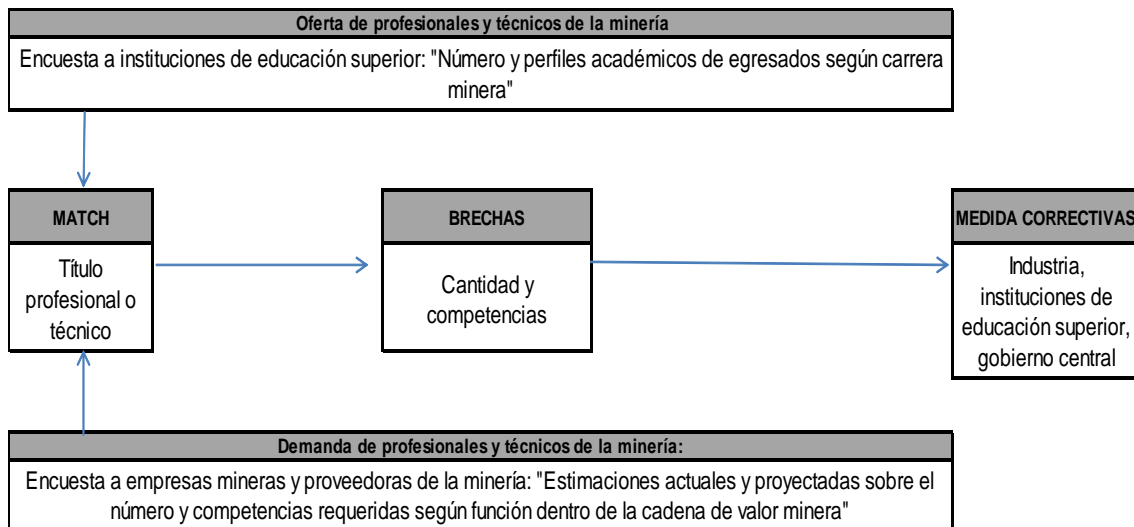
Realización de estudios estadísticos que usando ambas encuestas, cuantifiquen el actual y futuro déficit del sector en término de las variables que inciden en la cantidad y competencias de los recursos humanos mineros. Lo anterior, permitirá identificar y priorizar los principales riesgos, brechas y acciones requeridas que deberá enfrentar la actividad minera en materia laboral, integrando esta línea investigativa de forma permanente a la estrategia minera del país.

Figura 6: Diagrama de objetivos propuestos para futura investigación relacionada a la oferta y demanda de RR.HH mineros en Chile

	Oferta de RR.HH mineros		Demanda de RR.HH mineros	
Variables de Calidad	Objetivo	Descripción de perfiles académicos de egresados	Objetivo	Identificar las competencias requeridas por la industria
	Medio de realización	Recolección de datos secundarios	Medio de realización	Encuestas a empresas mineras, entrevistas en profundidad
	Alianzas	Universidades, escuelas de minas	Alianzas	Consejo minero, Ministerio de minería, Codelco
Variables de Cantidad	Objetivo	Descripción del mercado laboral, estimación de egresados y titulados de carreras mineras	Objetivo	Estimación de requerimientos de personal por funciones
	Medio de realización	Recolección de datos secundarios	Medio de realización	Encuestas a empresas mineras, entrevistas en profundidad
	Alianzas	Universidades, escuelas de minas	Alianzas	Consejo minero, Ministerio de minería, Codelco.

Fuente: Cochilco

Figura 7: Diagrama de interrelación de la información recolectada con futuras encuestas a la oferta y demanda laboral en minera



Fuente: Cochilco

11. Referencias Bibliográficas y fuentes de datos

- Gobierno de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), Anuarios de la minería de Chile
www.sernageomin.cl
- Gobierno de Chile, Dirección del Trabajo, Encuesta Laboral de empleo (ENCLA)
<http://www.dt.gob.cl>
- Gobierno de Chile, Comisión Chilena del cobre (COCHILCO), Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales (1988-2007)
www.cochilco.cl
- Gobierno de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Encuestas de costo de la mano de obra para las remuneraciones medias
www.ine.cl
- Gobierno de Chile, Ministerio de Educación, sitio Web de Futuro Laboral www.futurolaboral.cl
- Consejo Superior de Educación, Estadísticas y bases de datos www.cse.cl
- Consejo de Rectores de Universidades chilenas, Anuarios Estadísticos
<http://www.cruch.cl/>
- Consejo minero de Australia
<http://www.minerals.org.au>
- Minería chilena, Compendio de la minería chilena 2007
<http://www.mch.cl/>
- Red Educacional Técnica Norte Minero Cluster II Región
<http://www.redclustermanero.cl>
- Red minera Atacama
<http://www.redmineraatacama.uda.cl/>
- Knights Peter; Mining engineers: Becoming a scarce resource?, Foro en Economía de minerales, Pontificia Universidad Católica de Chile, volumen 1 (2004)
- Vogely, William; Economics of the mineral industries, Chapter: "Labor issues in the mineral industry"; Seeley W. Mudd Series 3^o Edition; 1976.
- Wilson, Frances; Impacto de la inversión y la producción minera en la demanda laboral de la II region, Dirección de Estudios, Cochilco, 1997.

- Cantallops, Jorge; Pérez, Patricio; Molina, Roberto; “Análisis histórico y estimaciones futuras del aporte de la minería al desarrollo de la economía chilena”, Comisión chilena del cobre (Cochilco), 2008.
- Back from the Brink: “Reshaping Minerals Tertiary Education”, Minerals Council of Australia, February 1998.
- Frank, Robert; Microeconomía y conducta, Mc Graw Hill, Cuarta Edición
- Brookhunt
- Metals Economics Group (MEG)
- Encuesta MORI-Centro de Minería UC, Octubre de 2005

Anexo 6: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE)⁴⁸

Nivel 5 / Técnico:

Técnico Enseñanza de primer ciclo del tercer grado que entrega un certificado no equivalente a un primer título o grado universitario. Quedan aquí comprendidas todas aquellas carreras o programas de estudio de post-media con una duración de hasta siete (7) semestres, excluyendo el proceso de titulación. Específicamente, deben clasificarse en este nivel las carreras conducentes a un título técnico otorgado por una universidad.

Nivel 6 / Profesional:

Enseñanza de primer ciclo del tercer grado que permite obtener un primer título universitario o su equivalente. Deben clasificarse en esta categoría todas las carreras y los programas de estudio que conduzcan a un grado de licenciado o bachiller, o a un título profesional, con una duración mínima de ocho semestres, excluyendo el proceso de titulación, otorgado por una universidad. Las menciones también se registran en esta categoría.

Nivel 7 / Postítulo:

Enseñanza de segundo ciclo del tercer grado que permite obtener un título superior o su equivalente. Se clasifican en esta categoría todos los programas de postítulo que no conducen a un grado académico superior, pero que permiten una mayor especialización, con una duración no inferior a dos (2) semestres, excluyendo el proceso de titulación.

Nivel 8 / Postgrado:

Enseñanza de segundo ciclo del tercer grado que permite obtener un grado académico superior. Se clasifican en esta categoría todos los programas de Magíster, Doctorado y Post-Doctorado.

⁴⁸ Información extraída de los anuarios estadísticos del “Consejo de Rectores de Universidades chilenas”, cuya fuente es la “Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE)”, UNESCO, Noviembre de 1997.

Anexo 7: Comparación curricular de la carrera de Ingeniería Civil en Minas en la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Colorado School of Mines (USA)

		Pontificia Universidad Católica de Chile	Colorado School of mines
Formación General		Electivo ética o antropológico	Nature and human values
		Electivo Teología	Humanities elective I
		Electivo otras disciplinas	Humanities elective II
		Electivo otras disciplinas	Humanities elective III
		Electivo otras disciplinas	Physical education I and II
		Electivo otras disciplinas	Physical education III and IV
		Electivo otras disciplinas	Human systems
		Optativo otras ciencias	Freshman success
Ciencias Básicas	Matemáticas	Geometría	Calculus I
		Algebra Lineal	Calculus II
		Cálculo I	Calculus III
		Cálculo II	Differential equations
Cálculo III		Probability and statistics	
Ecuaciones diferenciales			
Probabilidades			
Estadísticas			
Matemáticas aplicadas			
Físicas	Física clásica	Physics I	
	Ondas, calor y óptica	Physics II	
	Electricidad y magnetismo		
Químicas	Química general	Chemistry I	
		Chemistry II	
Otros	Desafíos de la ingeniería	Quantitative chemical measurements	
Ciencias de la Ingeniería	Generales	Desafíos de la ingeniería	Earth and environmental systems
		Introducción a la programación	Design I and II
Introducción a la economía		Principles of economics	
Mecánica de fluidos		Fluid mechanics	
Estática		Statics/Dynamics	
Mecánica vectorial		Thermodynamics	
Termodinámica		Electrical circuits	
Análisis de circuitos		Mechanics of materials	
Mecánica de sólidos		Engineered earth systems	
Fundamentos de geotecnia			
Industriales	Microeconomía	Macroeconomics	
	Organización en la empresa	Mine system analysis	
	Optimización	Mine valuation	
	Investigación operativa		
	Modelos estocásticos		
	Gestión de operaciones		
	Contabilidad		
	Finanzas		
	Marketing		
	Evaluación de proyectos		
Minería	Mecánica rocas	Mecánica de rocas	Rock mechanics
	Geología	Geología minera	Structural geology
	Evaluac.reservas	Geoestadística	Materials of the earth
	Procesos	Procesos mineralúrgicos	Mineral deposits
	Explotación	Procesos metalúrgicos	Geostatistics
		Minería a cielo abierto	Mineral processing
Otros (electivos)	Minería subterránea	Mine plant design	
	Planificación minera	Surface mine design	
	Electivo de especialidad	Underground mine design	
	Electivo de especialidad	Coal mining methods	
	Electivo de especialidad	Introductory mining	
	Electivo de especialidad	Mine ventilation	
	Electivo de especialidad	Mining laboratory	
	Electivo de especialidad	Mine safety	
Otros		Electivo ingeniería o especialidad	Senior design I
		Electivo ingeniería o especialidad	Senior design II
		Electivo ingeniería o especialidad	Free elective
		Electivo ingeniería o especialidad	Free elective
		Electivo ingeniería o especialidad	Free elective

Fuente: Centro de Minería PUC

Anexo 8: Número de vacantes, matriculados, egresados y titulados en 2007 de carreras profesionales de pregrado relacionadas a la minería en Chile

Carreras Profesionales de Pregrado	2007			
	Vacantes	Matriculados	Egresados	Titulados
Geología	120	135	10	62
U. de Chile	0	0	0	30
U. de Concepción	35	37	0	15
U. Católica del Norte	60	69	10	17
U. Atacama	25	29	0	0
Ingeniería Civil en Minas	80	84	18	54
U. de Santiago	0	0	0	0
U. de Atacama (diurno y vespertino)	50	53	11	18
U. de Tarapacá	30	31	0	0
U. de Chile (Ing. Civil de Minas)	0	0	0	21
U. de la Serena (Ing. Civil de Minas)	0	0	0	4
U. de Antofagasta (Ing. Civil Industrial M/Minas)	0	0	7	11
Ingeniería de Ejecución en Minas	140	159	39	52
U. de Santiago	60	76	29	23
U. de Antofagasta	0	0	10	18
U. de la Serena (Ing.de Ejecución de Minas)	80	83	0	11
Ingeniería Civil en Metalúrgia	215	197	36	59
U. de Santiago (diurna y vespertina)	50	53	12	9
U. de Atacama (diurno y vespertino)	45	35	9	8
U. de Tarapaca	30	9	0	0
U. de Concepción (Ing. Civil Metalúrgica)	30	31	0	23
U. Católica del Norte (Ing. Civil Metalúrgica)	20	32	5	7
U. T. Federico Sant María (Ing. Civil Metalúrgica)	15	18	2	3
U. Católica de Valparaíso (Ing. Civil Metalurgia Extractiva)	25	28	0	5
U. Arturo Prat (Ing. Civil Metalurgica)	0	0	8	4
Ingeniería de Ejecución en Metalúrgia	20	23	16	12
U. Católica del Norte	20	23	16	12
Ingeniería de Ejecución en Metalúrgia Extractiva	50	22	34	13
U. de Arturo Prat	50	22	34	13
Ingeniería Civil Mecánica	396	395	58	222
U. de Chile	0	0	0	32
U. de Concepción	45	44	0	52
P. Universidad Católica de Valparaíso	65	72	0	18
U. T. Federico Santa María	60	65	20	27
U. de Santiago (Prog. Especial)	0	0	3	0
U. de la Serena	0	0	0	18
U. del Bío - Bío	60	63	0	0
U. de Tarapacá	40	24	0	17
U. de Santiago (Ing. Civil en Mecánica)	80	83	22	55
U. de antofagasta (Ing. Civil Industrial en Mecánica)	0	0	13	3
U. Austral (Programa nuevo 2007)	46	44	0	0
Ingeniería de Ejecución Mecánica	300	257	76	230
U. de Chile	0	0	0	0
U. T. Federico Santa María (Sede Viña-Concepción) (Ing. De Ejecución Mecánica en Procesos y Mantenimiento Industrial)	60	64	28	34
U. de la Serena	80	80	0	35
U. de Talca (Sede Curico)	0	0	24	40
U. de Tarapaca	40	11	0	12
U. Tecnológica Metropolitana (vespertina)	40	20	1	22
U. de la Frontera (Ingeniería de Ejecución en Mecánica)	0	0	0	8
U. del Bío - Bío (Ing. De ejecución en Mecánica)	80	82	0	71
U. Austral (Ing. de Ejecución en Mecánica)	0	0	0	2
U. de Antofagasta (Ing. De Ejecución en Mecánica)	0	0	20	6
U. de Santiago (Ing. De Ejecución en Mecánica-Prog. Especial)	0	0	3	0
Ingeniería Civil en Materiales	35	39	0	7
U. de Chile	0	0	0	1
U. de Concepción (Ing. Civil de Materiales)	35	39	0	6

Fuente: Consejo de Rectores de universidades chilenas (CRUCH)

Carreras Profesionales de Pregrado	2007			
	Vacantes	Matriculados	Egresados	Titulados
Ingeniería Civil Química	175	197	34	130
U. de Chile	0	0	0	17
U. de Concepción	45	47	0	46
P.U. Católica de Valparaíso	45	51	0	26
U. T. Federico Santa María	50	57	21	24
U. Católica del Norte	35	42	8	13
U. de Antofagasta (Ing. Civil Industrial M/Química)	0	0	5	4
Ingeniería de Ejecución Química	0	0	0	1
U. de Antofagasta	0	0	0	1
Ingeniería Civil Industrial m/Minas	30	31	7	11
U. de Antofagasta	0	0	7	11
U. de Santiago (Ing. Civil en Minas-Prog. Espec)	0	0	0	0
U. de Tarapacá (Ing. Civil en Minas)	30	31	0	0
Ingeniería Civil Electrónica	300	311	59	172
U. de Concepción	40	42	0	37
P.U. Católica de Valparaíso	80	85	0	35
U.T.Federico Santa María	60	69	46	59
U. Austral	50	58	0	0
U. de la Frontera	30	31	0	18
U. de Tarapacá	40	26	0	15
U. de Antofagasta (Ing. Civil Industrial M/Electrónica)	0	0	13	8
Ingeniería Civil Eléctrica	245	268	70	150
U. de Concepción	35	38	0	18
P. U. Católica de Valparaíso	45	50	0	18
U. T. Federico Santa María	35	47	5	10
U. de Tarapacá	0	0	0	6
U. de Chile (Ing. Civil Electricista)	0	0	0	65
U. de Santiago (Ing. Civil en Electricidad)	100	100	54	29
U. de Antofagasta (Ing. Civil Industrial en Electricidad)	0	0	11	4
U. de la Frontera (programa 2007)	30	33	0	0
Ingeniería Civil en Biotecnología	40	37	0	18
U. de Chile	0	0	0	18
U. de Santiago (Ing. En Biotecnología)	40	37	0	0
Ingeniería Civil Ambiental	145	137	6	14
U. T. Federico Santa María	40	48	2	4
U Católica del Norte	55	60	4	0
U. de La Serena	0	0	0	10
U. Arturo Prat	50	29	0	0
U. de Playa Ancha	0	0	0	0
U. Católica de Temuco	0	0	0	0

Fuente: Consejo de Rectores de universidades chilenas (CRUCH)

Anexo 9: Número de vacantes, matriculados, egresados y titulados en 2007 de currículos profesionales de postgrado relacionados a la minería en Chile

Magíster	Universidad	2007			
		Vacantes	Matriculados	Egresados	Titulados
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ INGENIERÍA METALÚRGICA	Universidad de Concepción	no se informa	0	0	1
MAGÍSTER EN INGENIERÍA, ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA DE MINERALES	Pontificia Universidad				
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/METALURGIA EXTRACTIVA	Universidad de Chile	no se informa	1	0	2
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ METALURGIA EXTRACTIVA Y CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	Universidad de Santiago de Chile	no se informa	0	0	0
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ PROCESAMIENTO DE MINERALES	Universidad de Antofagasta	no se informa	8	5	3
MAGISTER EN GEOMECAÁNICA APLICADA A LA MINERÍA	Universidad de Los Andes	NO PERTENECE AL CONSEJO DE RECTORES			
MAGÍSTER EN INGENIERÍA METALURGICA	Universidad de Atacama	Programa no registrado			
MAGÍSTER EN MINERÍA	Universidad de Chile	no se informa	7	0	1
MAGÍSTER EN GEOLOGÍA ECONÓMICA M/ EXPLORACIÓN	Universidad Católica del Norte	no se informa	1	0	1
MAGÍSTER EN RECURSOS MINERALES	Universidad de la Serena	no se informa	0	0	0
MAGÍSTER EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad de Chile	no se informa	4	0	14
MAGISTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA	P.U.Católica	no se informa	73	87	86
MAGISTER EN INGENIERIA	P.U.Católica	no se informa	31	26	21
MAGISTER EN MINERALOGIA APLICADA	U. de Concepción	no se informa	8	0	0

Fuente: Consejo de Rectores de universidades chilenas (CRUCH)

Doctorado	Universidad	2007			
		Vacantes	Matriculados	Egresados	Titulados
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA M/ METALURGICA	Universidad de Concepción	no se informa	5/	0	0
DOCTORADO EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad de Chile	no se informa	3	0	4
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA / SIN MENCION	Pontificia Universidad Católica de Chile	no se informa	13	4	6
DOCTORADO EN CIENCIAS M/ GEOLOGÍA	Universidad Católica del Norte	no se informa	1	0	1
DOCTORADO EN INGENIERIA DE PROCESOS DE MINERALES	U. de Antofagasta	no se informa	5	0	0
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA M/INGENIERIA DE MATERIALES	U. de Concepción	no se informa	4	0	0

Fuente: Consejo de Rectores de universidades chilenas (CRUCH)

Documento Elaborado por:

Roberto Molina
Analista de Estudios
Comisión Chilena del Cobre

Jorge Cantallopts
Coordinador de Políticas Públicas
Comisión Chilena del Cobre