

**¿POR QUÉ SUBCONTRATAN LAS EMPRESAS MINERAS EN  
CHILE?**

**DE/08/09**

Registro de Propiedad Intelectual

© N°182223

## Índice

Resumen Ejecutivo .....	3
Introducción .....	6
Determinantes de la Subcontratación .....	9
Un análisis económico para la Subcontratación en la Minería .....	12
Los Datos .....	15
Metodología y Resultados .....	22
Conclusiones .....	27
Bibliografía .....	30
Anexos .....	32

## Resumen

Los datos disponibles muestran que el fenómeno de la subcontratación ha cobrado fuerza al interior de las empresas, caracterizando la evolución del mercado del trabajo en los últimos años. La minería no ha estado ajena a este fenómeno. Mientras, a mediados de los años noventa alrededor del 40% de la fuerza total empleada en el sector era externa, en 2008 esta proporción se había incrementado a un 65%. Es decir, si en 1996 por cada trabajador propio existía 0.68 trabajadores contratistas, una década después existían casi 2 trabajadores externos por cada trabajador propio.

Este trabajo analiza las causas de la subcontratación en la minería del cobre en Chile. Se usan datos de panel para 18 faenas en el período 2003-2008. Se construye una serie de hipótesis basadas en la literatura previa las que se testean con el modelo.

Se concluye que en la medida que el precio se desvíe positivamente de su tendencia, i.e. mientras mayor sea el precio del cobre, las compañías tienden a intensificar la subcontratación. Una posible explicación para este fenómeno viene por el hecho de que cuando los precios están altos, las faenas desean aprovechar los beneficios derivados de ello, y como el factor variable en el corto plazo es el trabajo, tienden a intensificar el uso de la mano de obra, en particular flexible.

También se concluye que las presiones de costos son importantes, es decir, a medida que los costos son más altos y la brecha entre los precios y los costos se acorta, las empresas mineras tienden a utilizar más trabajadores flexibles, lo que intensifica los niveles de subcontratación. La respuesta a este comportamiento, vendría por el hecho de que a mayores costos, mayor incertidumbre y probabilidades de cierre, por lo que a las firmas les conviene tener más mano de obra flexible que permanente, pues al tener contratos a plazo fijo, los costos involucrados al cierre son menores.

Asimismo, se observa que el tamaño de las faenas es importante. Éste se mide como el cociente entre la producción y la ley del yacimiento, lo que sería una proxy del mineral tratado. Se concluye que a mayor tamaño, mayor el número de subcontratados en términos relativos sobre el número de trabajadores propios. Esto podría deberse a que en la medida que una firma crece se forman relaciones más complejas lo que aumenta el costo de monitoreo. Una forma de enfrentar este mayor costo es aumentando el nivel de

subcontratación, pues se endosa la responsabilidad de monitoreo a una firma externa. De esta forma, la empresa principal tiene la posibilidad de concentrarse en aquellas actividades más ligadas al giro propio de la faena minera, más estratégicas y que tienden a aumentar más directamente el valor de la compañía.

La especificidad de las faenas se mide a través de la proporción de producción vía óxidos y sulfuros. Esta variable (especificidad), entrega poder de negociación a los subcontratistas y aumenta su posibilidad de conseguir un buen acuerdo contractual. Del análisis se concluye que no se observan efectos significativos de la especificidad sobre el nivel de subcontratación, lo que se explicaría porque el cobre es un producto homogéneo, más allá de las distintas formas de producirlo. Por otra parte, esto no significa que en el caso del cobre no se pueda ejercer poder negociador (hold up) por parte de los subcontratados, tales como huelgas, negociaciones salariales, obtención de bonos, etc.

Los costos laborales de la faena no resultan significativos, lo que indica que si bien existe un diferencial de salarios entre los trabajadores propios y los subcontratados –estos últimos ganan menos-, esta diferencia no explica el aumento en el número de trabajadores externos. Es decir, las compañías no habrían tendido a aumentar la subcontratación como una vía de reducir los pagos a trabajadores, sino que como se planteó anteriormente, hay otras variables más importantes que explican esta situación.

Algo similar ocurre con el riesgo de las faenas, donde de existir alguna relación, ésta sería negativa. Es decir, no porque una determinada faena sea riesgosa, las empresas mineras tienden a intensificar el uso de mano de obra flexible, muy por el contrario la tienden a disminuir. Una eventual explicación para este comportamiento de las firmas mineras, podría ser que en aquellas secciones más riesgosas de la mina se estaría sustituyendo mano de obra por maquinaria.

Asimismo, los efectos de la entrada en vigencia de la ley de subcontratación a partir de enero de 2007, no resultan significativos en los niveles de subcontratación. Lo anterior podría explicarse debido a que el período de análisis que estaría captando sus efectos es muy corto y porque, además coincide con el período de alza en el precio del cobre, siendo este último efecto preponderante por sobre los efectos de la nueva ley.

Por último, en cuanto a la propiedad, se construye una dummy para captar posibles diferencias en los niveles de subcontratación entre las faenas privadas y estatales, la que no resulta significativa, sugiriendo que las faenas de Codelco no exhiben niveles de subcontratación mayores que las firmas privadas.

## 1. Introducción

Las cifras disponibles muestran que el fenómeno de la subcontratación ha cobrado fuerza al interior de las empresas, caracterizando la evolución del mercado del trabajo en los últimos años. Según datos del Ministerio del Trabajo<sup>1</sup>, alrededor del 35% de la fuerza laboral, esto es, cerca de 1 millón 200 mil trabajadores, no son contratados directamente por las empresas principales, sino que prestan servicios a través de la subcontratación y el suministro. La minería no ha estado ajena a este fenómeno. Mientras, a mediados de los años noventa alrededor del 40% de la fuerza total empleada en el sector era externa, en 2008 esta proporción se había incrementado a un 65%. Es decir, si en 1996 por cada trabajador propio existía 0.68 trabajadores contratistas, una década después existían casi 2 trabajadores externos por cada trabajador propio (Tabla N°1).

TABLA N°1: EVOLUCIÓN TRABAJADORES SUBCONTRATISTAS EN MINERÍA  
Promedio anual de trabajadores. Período 1996 - 2008.

Año	Propios	Contratistas	Total	Razón Subc./Total (en %)	Razón Subc./Propios
1996	51,166	34,737	85,903	40.44	0.68
1997	51,294	41,976	93,270	45.00	0.82
1998	48,839	47,738	96,577	49.43	0.98
1999	46,186	38,031	84,217	45.16	0.82
2000	46,621	39,476	86,097	45.85	0.85
2001	44,793	48,418	93,211	51.94	1.08
2002	45,056	54,633	99,689	54.80	1.21
2003	42,457	56,462	98,919	57.08	1.33
2004	44,341	68,155	112,496	60.58	1.54
2005	48,102	86,018	134,120	64.14	1.79
2006	47,993	86,392	134,385	64.29	1.80
2007	54,743	101,128	155,871	64.88	1.85
2008	58,567	108,942	167,509	65.04	1.86

Fuente : Elaboración Cochilco en base a datos de Sernageomin.

<sup>1</sup> Ver en <http://www.trabajo.gob.cl/Subcontratacion/externalizacion.htm>

Esta tendencia a la externalización observada en Chile también se ha visto en otros países mineros, aunque los números no son tan marcados. Canadá y Australia, son los países que más han tendido a intensificar el uso de mano de obra flexible en el sector, con un 23.9% y un 25.7%, respectivamente. Sudáfrica, por su parte, exhibe un nivel de externalización cercano al 15%, mientras que Estados Unidos es el país que menos subcontrata, con cifras en torno al 7% y 8% del total de la mano de obra empleada en el sector (Tabla N°2).

TABLA N°2: EVOLUCIÓN EMPLEO INDIRECTO EN PAÍSES MINEROS  
(Porcentaje de la Fuerza Total empleada en minería)

Año	Canadá	Estados Unidos	Australia	Sudáfrica
2002	23.8	8.4	27.5	13.0
2003	23.1	8.5	23.5	13.8
2004	23.9	8.2	25.7	15.1
2005	n.a.	7.1	n.a.	n.a.
2006	n.a.	8.3	n.a.	n.a.
2007	n.a.	7.6	n.a.	n.a.
2008	n.a.	7.4	n.a.	n.a.

*Fuente:* Elaboración Cochilco en base a Bureau Labor of Statistics, Natural Resources Canada, Mineral Council of Australia y Chamber of Mines of South Africa.

Desde el punto de vista de la gestión, se ha planteado que la subcontratación es una herramienta poderosa. Se indica que las empresas que optan por ella obtienen flexibilidad para responder de mejor manera a las variaciones del entorno, un considerable ahorro en costos y les permite enfocarse solamente en el giro de su negocio. El resultado es una fuerte inyección de eficiencia y dinamismo, que hace que las compañías sean más competitivas en el mercado en que se desenvuelven. Otro fenómeno virtuoso derivado del proceso de externalización de actividades se refiere al nacimiento de nuevas empresas, las que en la medida que crecen en especialización y tecnología, también crecen en cuanto a generación de puestos de trabajo, lo que disminuye las tasas de desempleo de las zonas contiguas, fomenta la aparición de nuevos servicios y dinamiza el comercio local. Asimismo, según Silva (2007), la subcontratación ha contribuido a elevar la productividad y la competitividad de la economía en su conjunto, lo que ha reforzado el empleo.

Sin embargo, la subcontratación también trae consigo algunos costos. A juicio de Echeverría (1997), el término contratista puede tener una connotación negativa, si es que ésta alude a una relación laboral o tipo de trabajo de segundo orden, poco calificado y precario. Además, en muchos casos, el término subcontratación suele utilizarse para referirse a labores menores, variables, inespecíficas y con un importante componente de actividad manual o esfuerzo físico. Echeverría et al (2001), agrega que en muchos casos la subcontratación puede ser sinónimo de atributos negativos si es que ésta es entendida como una forma de precarizar los empleos y/o de simular una relación laboral. Escobar & López (1996), por su parte, plantean que la subcontratación también dificulta la asociación sindical, excluye a los trabajadores externos de la negociación colectiva y afecta la estabilidad laboral, pues suele tener naturaleza temporal, eventual o rotativa. En este último caso, agregan los autores, la subcontratación actúa como sustituto al trabajo formal o de duración indefinida, dando como resultado un trabajo no sólo más precario, sino también más desprotegido.

Es importante analizar y discutir la evidencia empírica en que se sustentan ambas visiones respecto de la subcontratación, dado que existen beneficios y costos ligados a ella. No hay consenso de si las actuales cifras son buenas, malas o simplemente han sido el resultado hacia la evolución de un mercado del trabajo eficiente y armónico con un mundo globalizado y cambiante.

Este trabajo, se plantea como objetivo buscar una explicación a las cifras de subcontratación en la industria minera observadas en los últimos años. Haciendo uso del instrumental económico disponible, se pretende identificar los posibles determinantes de la subcontratación en la industria chilena del cobre que faciliten una mejor comprensión de este fenómeno.

Además de esta introducción, el documento está organizado en seis secciones. La segunda parte revisa la forma en que la literatura ha abordado el tema, centrándose en la descripción de las variables mencionadas como los determinantes tradicionales de la subcontratación. La tercera sección hace uso de herramientas gráficas y del análisis económico para explicar las causas y beneficios de la subcontratación. La cuarta sección, describe los datos y las variables usadas en el estudio; mientras, que la quinta presenta la metodología de estimación, el análisis empírico y los resultados. Finalmente, la sexta sección está reservada para las conclusiones de este trabajo.



## 2. Determinantes de la subcontratación

A partir del trabajo de Coase (1937) sobre la naturaleza de la firma se inicia la discusión respecto de la disyuntiva de “comprar o hacer” a la que se ven enfrentadas las empresas en su actuar diario, ésta discusión ha dado lugar a una extensa literatura sobre el tema de la integración vertical. En su teoría, Coase indica que la decisión de las firmas finalmente depende de los costos relativos de usar el mercado (comprar) u organizarse al interior de la firma (hacer). Si bien la literatura identifica una gran cantidad de posibles determinantes de la integración vertical o subcontratación, estos factores pueden ser agrupados en cuatro grandes grupos: especificidad, incertidumbre, tamaño y costos laborales.

### a) Especificidad de los factores de producción

La presencia de costos de transacción da un marco para entender estas decisiones al interior de las empresas, ya que son precisamente estos costos los que determinan la decisión de integrarse verticalmente o subcontratar. Esta teoría, desarrollada principalmente a partir de los trabajos de Williamson (1971, 1975, 1979, 1985) y Klein et al. (1978) y extendida luego por numerosos autores<sup>2</sup>, establece que estos costos surgen a partir de una relación entre dos empresas, la cual incluye inversiones en activos específicos. La especificidad, unida a la imposibilidad de hacer contratos completos<sup>3</sup> (Grossman & Hart, 1986) entre las firmas mandantes y las subcontratadas genera incentivos para la aparición de comportamientos oportunistas (problema del hold up) por parte de las firmas externas, el que se agudiza a medida que aumenta la especificidad de la inversión y, por lo tanto, la relación de dependencia. Este riesgo de “aprovechamiento” es el que eleva los costos de usar el mercado (subcontratar). Se espera entonces, que exista una relación negativa entre la inversión en activos específicos (o la intensidad del problema de hold-up) y el nivel de subcontratación.

### b) Incertidumbre

Un segundo determinante comúnmente encontrado en la literatura es la incertidumbre. Por una parte, ésta puede ser entendida como un riesgo extra que se añade al riesgo natural de cada negocio, debido a una mayor varianza del estado de la naturaleza, por lo que las compañías podrían decidir aumentar la

---

<sup>2</sup> Ver Gibbons (2005).

<sup>3</sup> Contratos que contemplan todas las posibles contingencias (estados de la naturaleza).

subcontratación como una forma de compartir parte de este riesgo (Hanson, 1995). Por otra, una mayor incertidumbre aumenta los costos (dificulta) de establecer acciones para cada posible contingencia (existen más estados posibles), lo que en un modelo de principal-agente -como el que describe la relación entre una firma mandante y una subcontratada-, no permite identificar si un mal resultado es producto del comportamiento del agente o culpa del azar. Lo anterior lleva a que, para cierto nivel de especificidad, un mayor grado de incertidumbre aumente el problema del hold-up, incrementando los costos de subcontratar. De modo que el efecto combinado de ambas variables y la subcontratación debiera ser negativo, por lo que en presencia de incertidumbre, las firmas deberían disminuir el nivel de mano de obra externa.

Por su parte, Abraham (1988), examina el impacto de la variabilidad de la demanda y de la variación estocástica de la oferta de trabajo de los empleados regulares sobre el uso de trabajadores externos. En esencia, éste último supone que la existencia de un componente estocástico en los contratos de largo plazo de la oferta de trabajadores propios (bonos, vacaciones, licencias, etc.) incentiva a las empresas a emplear mano de obra flexible. Usando los datos de una encuesta a más de 400 empresas americanas, la autora concluye que existe una relación positiva entre el uso de mano de obra flexible y fluctuaciones estacionales y cíclicas de la demanda. Sus resultados, también indican que las empresas, además de usar la subcontratación por cuestiones derivadas de la especialización y como una vía para enfrentar las fluctuaciones en los niveles de trabajo, es un mecanismo que les permite reducir los costos. Las relaciones anteriores, han sido testeadas por Abraham & Taylor (1996) y González et al. (2000), quienes confirman la existencia de un efecto positivo entre las fluctuaciones de oferta y demanda y el nivel de subcontratación.

En resumen, el efecto de la incertidumbre es incierto, por un lado tenemos fuerzas positivas, y por otro, negativas que influyen sobre los niveles de subcontratación, por lo que el resultado final dependerá de cuáles predominen. Para el caso de este trabajo, el efecto de la incertidumbre tiene que ser testado y analizado según sea el caso.

### c) Tamaño

Otro grupo de variables encontradas en la literatura se relacionan con el tamaño de la firma. La idea de división del trabajo y especialización se desprende del trabajo de

Adam Smith y fue vinculada con la teoría de la integración vertical a partir del trabajo de Stigler (1951). La intuición señala que a medida que una firma aumenta de tamaño, necesita ir dejando de lado algunas tareas no centrales de su negocio, de modo de ir concentrándose en las que son más específicas a su giro empresarial. Se esperaría por lo tanto, un mayor nivel de subcontratación en la medida que el tamaño o el crecimiento de la firma sea mayor.

Unido a esta posibilidad de expandir el mercado de la firma, se encuentran otras variables que surgen a partir de ella, como la dispersión geográfica y la capacidad de monitoreo. Ambos factores refuerzan el efecto de un mayor tamaño sobre la subcontratación. Por un lado, se espera que a medida que la firma aumente su tamaño, extienda su mercado y necesite expandir su cobertura geográfica. En presencia de costos de transporte, la opción de tener una empresa muy disgregada (i.e. que realice tareas en distintos puntos) pueda ser demasiado costosa. Así, la dispersión geográfica disminuye el costo relativo de usar el mercado y genera incentivos para que la empresa incremente el nivel de subcontratación. Por otro lado, una empresa muy grande tiene mayores dificultades para monitorear la labor de los trabajadores propios, por lo que, en este caso, resultará más conveniente subcontratar parte de las tareas de producción, monitoreando solamente su resultado final.

Davis-Blake & Uzzi (1993), utilizando los datos de una encuesta a empleadores americanas realizada por el U.S. Department of Labor (Departamento del Trabajo de Estados Unidos), analizan la influencia de distintos factores sobre el uso de contratistas independientes<sup>4</sup>. Concluyeron que el tamaño de la firma, junto a otras variables, tales como las variaciones en el empleo, la dispersión de plantas y la burocratización, tendría un efecto positivo sobre los niveles de subcontratación.

#### d) Costos laborales

Una última variable que puede estar tras las decisiones de subcontratación tiene que ver con los costos laborales. Los trabajos de Abraham & Taylor (1996) y Gramm & Schnell (2001) postulan que en algunos casos el uso de dotaciones de mano de obra flexible en lugar de trabajadores propios, permite reducir costos laborales, principalmente a través del ahorro en términos de salario y otros beneficios. Por su parte, Houseman (1997), usando los resultados de una encuesta para empresas

---

<sup>4</sup> En el mismo estudio, también analizan el efecto sobre los trabajadores temporales.

americanas con 5 ó más trabajadores, encuentra evidencia significativa de que las firmas que ofrecen atractivos beneficios a sus trabajadores regulares, tienden a intensificar el uso de mano de obra flexible. Una posible explicación para este fenómeno, según el autor, se debe a que los empleadores están dispuestos a ofrecer beneficios atractivos (vacaciones y licencias pagadas, seguros de salud, bonos, etc.) sólo a un segmento definido de su fuerza de trabajo, pues legalmente no pueden discriminar, en términos de beneficios a asignar entre trabajadores propios. Así, por medio de este ahorro, los empleadores pueden retener a sus mejores trabajadores por lo que tienden a intensificar el uso de mano de obra flexible.

Por su parte, Silva (2007), agrega que la subcontratación permite que los empresarios traspasen los riesgos del negocio a las empresas prestadoras de servicios, y de paso a los trabajadores de éstas, facilitando la vida empresarial y el cierre de las empresas. Esto último, refuerza el uso de trabajadores subcontratados, básicamente porque los costos involucrados son menores, incluso en caso de cierre de la empresa principal.

En esta línea, se esperaría entonces, que mientras más altos sean los salarios y beneficios que perciben los trabajadores propios, mayor sea el incentivo a subcontratar. De la misma forma, mientras mayor es el número de trabajadores propios de una firma, menores incentivos existirán para incrementar la dotación de trabajadores regulares.

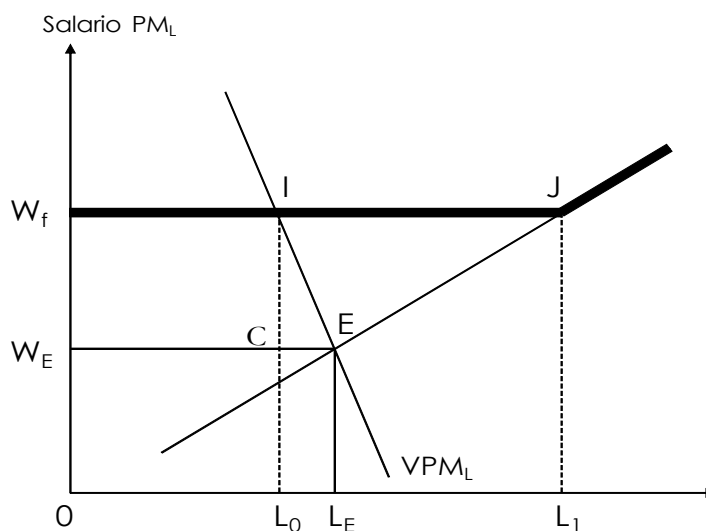
### **3. Un Análisis Económico para la Subcontratación en la minería**

#### **3.1 Modelo Inicial**

Supongamos una firma que produce un único bien homogéneo utilizando dos factores, capital (K) y trabajo (L), y que este bien puede ser producido indistintamente por trabajadores propios o externos. Supongamos también que en el corto plazo el stock de capital está fijo, que existen rendimientos decrecientes de los factores y que la demanda es relativamente inelástica (la industria minera se ajusta a estas características). Las condiciones del yacimiento exigen que el diseño de la mina y la tasa de procesamiento del mineral sean planificadas de antemano; lo anterior impone ciertas rigideces por el lado de la demanda de mano de obra. La oferta por su parte, es relativamente elástica y

bien comportada. La Figura N° 1 ilustra este caso, donde la curva  $VPM_L$  denota el valor del producto marginal del factor trabajo<sup>5</sup>. En ausencia de distorsiones, el equilibrio de mercado se encontraría en el punto E, con un nivel de contratación  $\overline{OL}_E$  y un salario pagado  $W_E$ . Así, el área  $W_EEL_0$  corresponde al costo total de la mano de obra y el área sobre  $W_EE$  y bajo la curva  $VPM_L$  representa el retorno del capital. Ahora, supongamos la existencia de un sindicato que negocia con esta firma el establecimiento de un salario mínimo igual a  $W_f$ <sup>6</sup>. Bajo este esquema, la curva de oferta relevante para esta firma estará fija entre el tramo  $W_fJ$ , por lo que el nivel de contratación será solamente  $\overline{OL}_0$  en vez de  $\overline{OL}_E$ . La diferencia  $\overline{L_0L_E}$ , es el desempleo que se atribuye a este poder sindical. El área del rectángulo  $W_fICW_E$  representa la transferencia que hacen los dueños del capital a los trabajadores propios.

FIGURA N°1: LA ECONOMÍA DE LA SUBCONTRATACIÓN



Fuente : Elaboración Cochilco.

Supongamos ahora que esta firma tiene la posibilidad de subcontratar mano de obra a un salario menor a  $W_f$ . Si esto es así, entonces tiene la opción de contratar en el tramo

<sup>5</sup> Se entiende como el valor a precio actual de mercado de la producción adicional generada por una unidad adicional del factor trabajo.

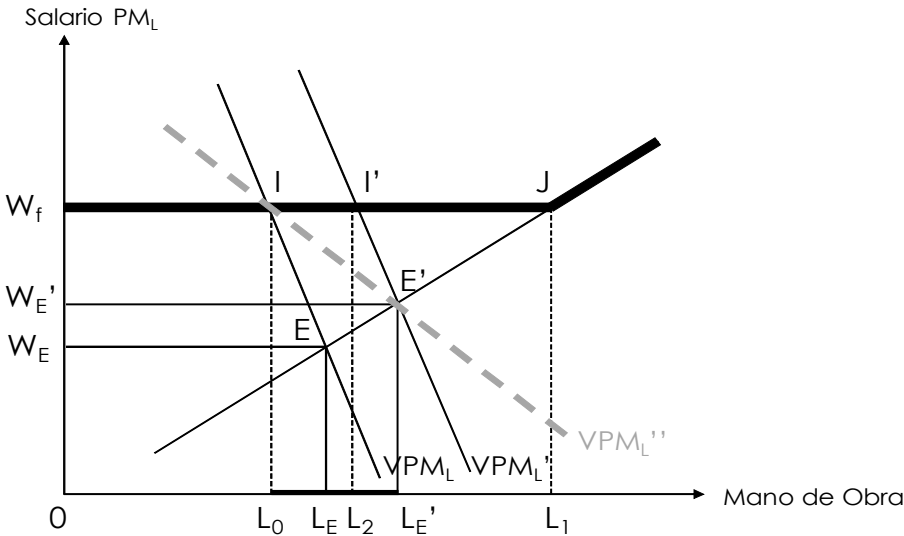
<sup>6</sup> En este caso lo importante es la existencia de diferencias en los costos laborales de ambos grupos de trabajadores (propios y subcontratistas) sea esta generada por diferencias en los salarios o por otro tipo de beneficios; a fin de cuentas el eje vertical está midiendo el precio del trabajo, que para el caso del empleador y del trabajador es más que el salario. El origen de las diferencias tampoco es relevante, sean estas producidas por la existencia de un sindicato o por otra razón.

flexible de la curva de oferta, por lo que la diferencia  $\overline{L_0L_E}$  la puede subcontratar al salario de mercado  $W_E$ , mientras que el tramo  $\overline{OL_0}$  continúa siendo proporcionado por dotación propia. Lo anterior, permite que la firma alcance el stock de mano de obra óptimo  $\overline{OL_E}$ . Así, el área de triángulo ICE representa la ganancia neta de la subcontratación.

### 3.2 Efectos de un shock

Tomando como referencia el modelo anterior, supongamos ahora que aumenta la demanda por el bien que esta firma produce (Figura N°2). Si asumimos que esta es una demanda relacionada de la demanda de trabajo, entonces veremos una expansión de la curva  $VPM_L$  a  $VPM_L'$ . En ausencia de distorsiones, el equilibrio se encontraría en  $E'$  para el nivel de renta  $W_{E'}$ , con un nivel de contratación óptimo igual a  $\overline{OL_{E'}}$ .

FIGURA N°2: LA ECONOMÍA DE LA SUBCONTRATACIÓN



Fuente : Elaboración Cochilco.

Si el shock es permanente, el óptimo de contratación propia se daría en  $\overline{OL_2}$  bajo el punto  $I'$ , de modo que la diferencia  $\overline{OL_{E'}} - \overline{OL_2} = \overline{L_2L_{E'}}$  indica la cantidad de mano de obra que las compañías suplen con mano de obra externa. En este caso, el cambio permanente en la demanda puede verse como un crecimiento en el tamaño de la firma.

Para que este cambio de tamaño genere un cambio más que proporcional en la cantidad de subcontratados, es decir, que aumente la proporción del total de trabajadores que son subcontratados, se requieren condiciones especiales, como por ejemplo, que la curva  $VPM_L'$  cambie su pendiente (disminuya la pendiente en valor absoluto).

Por otra parte, si el cambio es transitorio, como es el caso de la mayoría de los shocks en la minería, la curva relevante pasa a ser  $VPML''$  (línea punteada) y toda la diferencia, vale decir, el tramo  $\overline{L_0L'_E} = \overline{OL'_E} - \overline{OL_0}$  sería cubierto con mano de obra externa. El salario pagado para este grupo de trabajadores externos sería  $WE'$ , levemente superior a  $WE$  como resultado del aumento de la demanda. Este caso refleja el comportamiento de las firmas para ajustar cambios temporales y muestra claramente que aumenta la proporción de subcontratados al interior de ellas.

Lo interesante de este análisis es que logra con un simple modelo incluir tres de los cuatro factores antes mencionados para explicar las decisiones de subcontratación. A través de un escenario inicial donde existen diferencias en costos laborales, se muestra el efecto tanto de cambios en tamaños de las firmas como de ajustes a shocks temporales, en las decisiones de contratación de mano de obra. Una segunda ventaja es que los supuestos se ajustan a la industria de la minería, que es la analizada en este trabajo. Finalmente, se logra apreciar tanto los pros como los contras de la subcontratación: por un lado permite ganancias a las empresas a través de una mayor flexibilidad, mientras que por otro, genera condiciones de trabajo desiguales para distintos trabajadores, lo que para algunos autores tiene costos tanto para los trabajadores por la vía de precarizar los empleos (Echeverría, 1996; Escobar & López, 1996; Echeverría et al, 2001), como para las compañías debido al surgimiento de los conflictos y huelgas (Daroch, 2008; López, 2008).

## **4. Los Datos**

### **4.1 Una mirada al sector minero**

Para el análisis de la subcontratación, usamos datos de panel de 18 faenas mineras para el período 2003 – 2008, los que se obtienen de distintas fuentes. Considerar a estas 18

firmas, supone incluir las faenas que en conjunto han aportado más del 90% de la producción chilena de cobre en la última década (Tabla N°3). Por último, el panel no es balanceado, esto porque la producción de Spence sólo comenzó en 2006.

TABLA N° 3: PARTICIPACIÓN DE LAS FAENAS SELECCIONADAS EN LA PRODUCCIÓN TOTAL DE CHILE  
(Período 2000 - 2008, en Miles de Tons. métricas de fino, MTMf.)

Año	Producción Total Faenas Seleccionadas	Producción Chilena Total	Participación (%)
2000	4,426.3	4,602.0	96%
2001	4,557.4	4,739.0	96%
2002	4,419.5	4,580.6	96%
2003	4,721.6	4,904.2	96%
2004	5,198.7	5,412.5	96%
2005	5,079.4	5,360.8	95%
2006	5,095.9	5,360.8	95%
2007	5,272.2	5,557.0	95%
2008	4,925.6	5,330.3	92%

Fuente: Elaboración Cochilco en base a Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales, 1989-2008.

En la Tabla N°4 se presentan las estadísticas descriptivas del sector minero. Se desprende que, en promedio, las faenas tienen alrededor de 3.100 trabajadores externos, que el 75% de la muestra tiene hasta 4.200 trabajadores bajo esta modalidad de contrato y que las faenas que más subcontratan alcanzaron hasta 11.600 trabajadores. En cuanto a la proporción de trabajadores externos sobre el total de dotación, ésta en promedio es cercana al 65%, es decir, cada faena tiene en promedio 2.7 trabajadores externos por cada trabajador regular o de planta contratado.

También se muestra la estadística descriptiva de algunas series de costos, en particular la serie de costos brutos<sup>7</sup> (real), cash cost<sup>8</sup> (C1) y de costo neto a cátodo<sup>9</sup> (C3). Se observa,

<sup>7</sup> Incluye los costos operacionales directos, indirectos, depreciación y cargos por intereses, sin descontar los créditos por venta de subproductos derivados de la explotación.



que en el período 2003-2008, los costos brutos promediaron 92.62 ¢/libra, con un máximo de 195.01 centavos. Los cash cost, por su parte, registraron un promedio de 53.48 ¢/libra.

La diferencia entre ambos costos se explica por la incidencia de los créditos por subproductos, los que contribuyen a relajar los costos brutos de manera considerable. En efecto, para el caso de los cash cost, el máximo en el período fue un promedio de 100.14 ¢/libra, esto es, más de 90 centavos por debajo del máximo registrado en los costos brutos. Asimismo, interesante resulta observar que el 75% de las faenas nacionales se ubica en un rango de cash cost inferior a los 66.22 centavos (dólar/libra). Los costos netos a cátodo (C3), por su parte, promediaron 78.64 centavos (dólar/libra en el período), con un máximo de 152.16 ¢/libra. Para el análisis, se utilizó esta última serie (C3), básicamente porque consideramos que refleja de mejor manera la estructura de costos de la compañía (incluye costos operacionales y no operacionales) y porque a nuestro juicio resulta fundamental incluir los descuentos por subproductos, ya que éstos son un componente importante en la estructura productiva de las compañías y en muchos casos, marca la diferencia entre ejecutar o no ejecutar un proyecto.

La serie de producción, muestra que en promedio las faenas nacionales tuvieron un nivel de producción promedio entre 2003 y 2008 de 291.34 MTM de cobre fino, mientras que la ley promedio fue de 0.99%, con un máximo de 1.74% y que sólo un 25% de ellas presenta una ley superior a 1.11%.

En cuanto a los salarios, se desprende que la renta real promedio pagada a los trabajadores propios (en términos de centavos de dólar por libra), supera en más de 65% el promedio de la renta de los subcontratistas (13.66 vs. 8.24); además, se observa, que mientras el 75% de los trabajadores propios recibe rentas superiores a los 9.33 ¢/libra, la de los trabajadores externos apenas se empina por los 2.58 ¢/libra, vale decir, 3.7 veces inferior.

Las tres últimas columnas muestran la curtosis, asimetría y la probabilidad conjunta de ambos momentos, respectivamente. En este sentido, destaca la no normalidad de la mayoría de las series y sólo la serie de ley de extracción resulta ser normal.

---

<sup>8</sup> Incluye los costos operacionales directos más los créditos por subproductos.

<sup>9</sup> Incluye el cash cost (C1) más la depreciación, costos indirectos e intereses.

TABLA N°4: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS SERIES UTILIZADAS  
Período 2003-2008.

	N° de Obs.	Promedio	Máximo	Mínimo	p25	p75	Curtosis	Skewness	Prob>chi2
Subcontratados	108	3,104.54	11,629.25	3.00	1,196.88	4,232.50	4.4999	1.5782	0.0000
Subcontratados/Total	108	0.66	0.95	0.10	0.58	0.74	6.2508	-0.6524	0.0000
Propios/Total	108	0.34	0.90	0.05	0.26	0.42	6.2508	0.6524	0.0000
Subcontratados/Propios	108	2.69	20.00	0.42	1.38	2.82	20.5930	3.8870	0.0000
Costo bruto real	104	92.62	195.01	49.37	73.72	107.49	5.98	1.5316	0.0000
Cash cost real (C1)	104	53.48	100.14	-13.68	42.03	66.22	4.0605	-0.5734	0.0078
Costo neto a cátodo real (C3)	104	78.64	152.16	-1.18	65.34	92.86	4.6473	-0.0555	0.0344
Producción (en MTM)	105	291.34	1,483.90	4.30	90.80	337.80	6.4189	2.0150	0.0000
Ley de extracción (grade)	104	0.99	1.74	0.39	0.79	1.11	2.8877	0.1167	0.8749
Precio del Cobre (real)	108	1.75	2.49	0.78	1.18	2.46	1.3838	-0.1819	.
Salario Subcontratistas (real)	104	8.24	30.93	0.63	2.58	11.90	4.3889	1.1468	0.0000
Salario Trab. Propios (real)	104	13.66	39.24	3.14	9.33	17.03	5.3900	1.0896	0.0000

Fuente : Elaboración Cochilco en base a datos de Brook Hunt y Sernageomin.

## 4.2 Descripción de las variables y fuentes utilizadas

### 4.2.1 Variable dependiente

La subcontratación se mide a nivel de cada faena, como el porcentaje de trabajadores subcontratados sobre el total de trabajadores (SUBTOT). La serie de subcontratados y trabajadores propios se obtienen desde el Reporte de Empresas Mandantes por Categorías con Contratistas proporcionado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Esta serie parece ser la variable más concreta de medición, ya que refleja directamente la decisión de subcontratar o tener trabajadores propios. Alternativas a esta variable usadas en otros estudios son medir el valor del total de actividades subcontratadas respecto del total de producción de la firma o el porcentaje que representan los subcontratados respecto del costo total de la mano de obra. Ambas variables no logran reflejar directamente la decisión de las firmas, ya que existen otros factores involucrados (e.g. precios) que no permiten ver el impacto sobre la variable de interés.

### 4.2.2 Variables Independientes

Dentro del set de variables explicativas, hemos considerado aquellas que miden especificidad, incertidumbre, tamaño y costos laborales.

*Especificidad.* Idealmente, nos gustaría contar con información acerca de qué tipo de trabajadores (propios o subcontratados) realizan cada tarea, sin embargo, esta información no está disponible. Una aproximación para captar especificidad, propuesta por González et al. (2000), es medir el uso alternativo de los activos de la firma a través del tamaño de mercado de cada producto producido. El espíritu de esta medida es que en industrias con distintos productores (e.g. sector construcción), el número de firmas produciendo cada producto (e. g. casas, puentes, edificios) es una proxy de la especificidad bajo el entendido que distintos productos requieren distintos insumos y distintos niveles de especificidad. En la minería del cobre sin embargo, existe un único producto que es homogéneo, por lo tanto la estrategia es inútil. No obstante, se puede realizar una medición más directa de la existencia de especificidad, a través de cuán específico es el proceso de producción. En efecto, en el caso del cobre, existen diferencias en los procesos productivos, los que involucran distintos niveles de

conocimientos y por lo tanto distintos niveles de inversión en activos específicos. En general, el cobre es producido a través de dos tipos de procesos: flotación-fundición-electrorefinación (sulfuros) o lixiviación-extracción solventes-electroobtención (óxidos), lo que podría considerarse como una proxy de especificidad, en la medida que el usar uno u otro proceso significa el uso de distintos activos (maquinarias, conocimientos).

Para medir la especificidad, construimos la variable TIPO\_OXSLF, que mide el porcentaje de la producción total que es obtenido vía proceso de óxido<sup>10</sup>. Los valores de esta variable se ubican en el rango [0,1]. Estos datos se obtienen de la base de datos Brook Hunt. Como se ha señalado, el objetivo es tratar de captar diferencias en los procesos de producción que puedan dar origen a distintos niveles de uso de activos específicos en las diferentes faenas.

*Incertidumbre.* Para medir la incertidumbre contamos con distintas alternativas. Por una parte podemos medir variabilidad a través de cambios en el número de trabajadores (DTRAB) o en la producción (DTRATADO) de un período a otro. Con esto, tratamos de determinar si una faena enfrenta cambios en su demanda que generen incentivos en su decisión de subcontratación. La serie de producción se obtiene del "Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales", editado por COCHILCO en 2009, mientras que los datos del número de trabajadores, se obtienen del Reporte de Empresas Mandantes por Categorías con Contratistas proporcionado por SERNAGEOMIN. De manera alternativa se usa una estimación de la variación del precio real del cobre respecto al precio de tendencia (DPRECIOR). Para construir esta variable usamos una serie de precios del cobre desde 1850 a 2000<sup>11</sup>, a la que le empalmamos los precios nominales desde 2001 a 2008, sin embargo, dado que la serie de IPM USA está disponible desde 1913, la serie de precios real a la cual se le extrae la tendencia es a partir de este último año. Desde la base de datos de COCHILCO se obtiene la serie de precio del cobre medido en dólares americanos, la que se deflacta por el índice de precios al por mayor para todos los commodities (IPM *all commodities*), que se obtiene de la base de datos de la U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS). Se utiliza el año 2000 como referencia para el cálculo del año base. Para aislar la tendencia utilizamos el filtro de Hodrick & Prescott. Esta variable es de suma importancia, ya que capturaría las fluctuaciones de corto plazo (entre 2003 y 2008),

---

<sup>10</sup> Si bien, el proceso de sulfuros y el de óxido son dos procesos que llegan a productos distintos, concentrado y cátodos, respectivamente, la base Brook Hunt presenta los datos de forma de que sean comparables (cobre contenido o pagado).

<sup>11</sup> Díaz, J., et al (2006).

similares a las propuestas por Abraham (1988). También como una forma de medir incertidumbre, se construye la variable (PRESIONR), definida como la diferencia entre el precio real y los costos reales de producción. La intuición de esta variable es que mientras mayores son los costos, mayor es la presión sobre el precio de esta faena, de modo que más alta es la incertidumbre y por tanto mayor debería ser el nivel de subcontratación, pues serían menores los costos de despido asociados al cierre. El componente de precio intenta capturar el efecto de variaciones de precio sobre la subcontratación. La intuición es similar a la de la variable DPRECIOR, esperando que una relación positiva entre precios y subcontratación, como forma de responder a shocks de corto plazo.

*Tamaño.* Como variable de tamaño, tenemos la producción de cada faena en cada período de tiempo, para lo cual contamos con dos variables: producción bruta de cobre (Q) y producción ajustada por ley (TRATADO)<sup>12</sup>. La primera, refleja la cantidad de producto final obtenido (miles de toneladas de cobre fino) en la explotación de cada faena; la segunda, es una aproximación al mineral tratado en planta que en sí es un indicador del esfuerzo requerido para obtener la cantidad de producto final. Básicamente, porque el nivel de contratación de mano de obra está más ligado a este último y no al nivel de producción de cobre propiamente tal. La información sobre la ley media del mineral extraído, que sirve para realizar el ajuste al mineral tratado, se obtiene de la base de datos Brook Hunt. Para las faenas con procesos Sx-Ew se utiliza la *Cu grade total* del Heap Leach, mientras que para el resto de las faenas se utiliza la *head grade* o ley media de planta.

*Costos laborales.* Finalmente, con el objeto de cuantificar posibles efectos de los costos laborales sobre la subcontratación, medimos el impacto de los salarios pagados a los trabajadores propios (WPR) y del cambio de éstos (DWP) sobre el nivel de subcontratación. También construimos la variable (RAZONW) como el cociente entre el salario real pagado a los trabajadores propios y los subcontratados. La hipótesis es que mientras más altos son los salarios pagados a los trabajadores propios, mayor es la proporción de subcontratación en la faena. Los datos de salarios pagados tanto a trabajadores propios como contratistas, están expresados en centavos de dólar por libra y son obtenidos de la base de datos Brook Hunt.

---

<sup>12</sup> Se prueban distintos rezagos de la variable tratado.

Como alternativa, utilizamos la tasa de accidentabilidad (TASA\_ACC) como variable de riesgo de la faena, la que se obtiene del Reporte de Empresas Mandantes por Categorías con Contratistas proporcionado por SERNAGEOMIN. La intuición es que mientras más riesgosa es la faena, ésta tiende a hacerse más intensiva en el uso de trabajadores externos, como una forma de evitar los riesgos para los trabajadores propios. Si bien, esto no lo permite la nueva ley de subcontratación<sup>13</sup>, que rige desde el año 2007, como este documento analiza desde el año 2003, se intentará medir si ésta fue o no una de las causas utilizadas por las empresas chilenas para subcontratar.

Adicionalmente se testea el efecto de otras variables, como la propiedad (DEP), para medir si existen diferencias en los niveles de subcontratación entre las faenas de Codelco y las empresas privadas. Esto, porque existe el juicio generalizado de que Codelco tiende a subcontratar más que las empresas privadas. También, para medir el impacto de la entrada en vigencia de la ley, se usa una dummy para el año 2007 (LEY2007).

## 5. Metodología y Resultados

Para testear nuestra hipótesis, usamos un panel con datos de las 18 faenas mineras en el período 2003-2008.

El modelo básico para la faena  $i$ -ésima en el año  $t$ , viene dada por:

$$S_{it} = s(\text{Especificidad, Incertidumbre, Tamaño, Costos Laborales}) \quad (1)$$

El que puede resumirse como sigue:

$$S_{it} = \alpha + \beta X'_{it} + \lambda_t + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde  $S_{it}$ , muestra el nivel (grado) de subcontratación de la faena  $i$ -ésima en el período  $t$ ;  $X_{it}$ , representa el set de variables explicativas que varían entre faenas y en el tiempo

---

<sup>13</sup> Ley N°20.123, que regula el trabajo en régimen de subcontratación, el funcionamiento de las empresas de servicios transitorios y el contrato de trabajo de servicios transitorios.

descritas previamente;  $\lambda_t$ , es un set de variables dummies que reflejan variación en el tiempo;  $\mu_{it}$ , corresponde al error del modelo,  $\alpha$  es la constante y  $\beta$  el set de parámetros a estimar.

Si asumimos que el error  $\mu_{it}$  es independiente de las variables explicativas, entonces el modelo puede ser estimado simplemente por mínimos cuadrados (OLS). En el Anexo N°1 se muestran estos resultados. Se desprende que el nivel de subcontratación aumenta a medida que aumenta el precio del cobre, la presión de los costos y el mineral tratado; mientras que disminuye mientras más alto es el salario pagado a los trabajadores propios y más riesgosa es la faena. Por último, la especificidad y la propiedad no exhiben efectos significativos sobre el nivel de subcontratación.

Si bien, la estimación por OLS es poderosa para captar los efectos relevantes de las variables explicativas sobre nuestra variable dependiente, resulta insuficiente para captar la heterogeneidad no observada que estaría influyendo sobre la variable de interés. En este caso, la estimación por OLS entregaría estimadores sesgados, como resultado de la omisión de variables relevantes. Una de las principales ventajas de los datos de panel, es que la dimensión temporal, enriquece la naturaleza de los datos y es posible, controlar por algunas de estas variables aún cuando no las observemos.

Para ello, asumimos que el error viene dado por la siguiente expresión:

$$\mu_{it} = \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

donde  $\delta_i$  es un efecto específico a cada firma que refleja esta heterogeneidad no observada y  $\varepsilon_{it}$ , es ruido blanco. El componente no observado, se refiere a aquellas características que son idénticas en todas las observaciones de la misma faena y que no es posible medir. Ejemplos de esto pueden ser, la capacidad de gestión, el estilo de administración, la oportunidad en la toma de decisiones, etc.

En general, y siguiendo esta tesis, el estimador más adecuado dependerá de la naturaleza de la relación entre los efectos individuales ( $\delta_i$ ) y los regresores. Para nuestro caso, es probable que la "capacidad de gestión" esté ligada a aspectos tales como la cantidad de procesos que tiene cada faena, la dispersión de éstas, o sea, qué tan lejos se encuentra un proceso de otro, el tamaño de estos procesos, características naturales de

la mina (tipo de mineral, nivel freático<sup>14</sup>, condiciones ambientales, altura, ubicación de la mina, entre otros), etc. Entonces, si los efectos individuales y los regresores están correlacionados, entonces, la mejor estimación la captaría un modelo de efectos fijos. En este caso, se toma la diferencia entre todas las variables y sus promedios sobre el tiempo, se elimina el sesgo consecuencia de la correlación, de modo que  $\delta_i$  se mantiene fijo y no varía a través del tiempo. Ahora bien, si se asume que los efectos individuales son ortogonales a los regresores, la alternativa es asumir que  $\delta_i$  es aleatoria.

Una forma de evaluar si el modelo debe ser estimado asumiendo "efectos fijos" o "aleatorios" es a través del test de Hausman (1978)<sup>15</sup>. Este test, bajo la hipótesis nula evalúa la validez del supuesto de no correlación entre el componente individual y las variables explicativas. Cuando se cumple el supuesto (no se rechaza la hipótesis), el estimador de efectos aleatorios es consistente y eficiente, sin embargo, cuando no se cumple este supuesto (se rechaza la nula), el estimador de efectos aleatorios es inconsistente. El estimador de efectos fijos siempre será consistente, pero menos eficiente. Por ello, la prueba de Hausman bajo la hipótesis nula testea que el coeficiente estimado por efectos fijos y el estimado por efectos aleatorios no deberían diferir significativamente. El estadístico distribuye como una chi-2 con k grados de libertad. En el Anexo N°2 se muestran los resultados de este test. Se observa que no se rechaza la hipótesis nula de no correlación (p-value=0.45), por lo que se concluye que la mejor estimación sería un modelo de efectos aleatorios.

En el Anexo N°3 se muestran los resultados de esta estimación. Se observa que no hay cambios en la significancia de la especificidad (Tipo\_oxslf), tal como se observó en la estimación por OLS. Una explicación a este resultado podría ser que en minería, aunque distintos procesos de producción implican distintos niveles de especificidad requeridos, el mercado para estos activos específicos al interior de la industria no permite que se produzcan comportamientos oportunistas: si bien existe un alto grado de especificidad en el proceso productivo mismo, respecto a otras industrias no existen monopsonios. Siguiendo la idea de González et al (2001), aplicada en este caso a los insumos, existen tamaños de mercado para los diversos tipos de activos específicos en las distintas faenas.

---

<sup>14</sup> Nivel donde parte el agua subterránea y que puede aprovecharse por medio de pozos.

<sup>15</sup> Ver Greene, W., pág. 548.



La propiedad (Dep) también sigue apareciendo como no significativa, lo que indica que no existirían diferencias significativas entre las políticas de subcontratación de las empresas públicas (Codelco) y privadas.

Por su parte, los niveles de subcontratación aumentan a medida que el precio del cobre se desvía de su tendencia, se incrementa la presión de los costos y el mineral tratado en el período anterior.

Las variables que miden costos laborales (Razonw y Tasa\_acc), esta vez resultan no significativas, indicando que el efecto atribuido inicialmente a ellas en la estimación OLS, desaparece al controlar por características inobservables de las faenas. Serían éstas, en vez de las variables de costos la explicación a las cifras de subcontratación.

Como la variable dependiente SUBTOT mide la razón entre la dotación de trabajadores subcontratados sobre el total de trabajadores contratados por una faena, esta variable se encuentra limitada entre 0 y 1, por lo que sería recomendable que la metodología de estimación fuera consistente con esta restricción. Una forma de abordar esto es a través de una transformación funcional logística:

$$S_{it} = \frac{e^{\alpha + \delta_i + \beta X'_{it} + \lambda_t + \varepsilon_{it}}}{1 + e^{\alpha + \delta_i + \beta X'_{it} + \lambda_t + \varepsilon_{it}}} \quad (4)$$

Reordenando y aplicando logaritmos, se llega a la siguiente expresión:

$$\log\left(\frac{S_{it}}{1-S_{it}}\right) = \alpha + \delta_i + \beta X'_{it} + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

La ecuación (5) es la que finalmente estimamos controlando por efectos aleatorios. Con esta transformación, la variable dependiente (nivel de subcontratación), se denomina LTSUBTOT. En la Tabla N°5 se muestran los resultados y en el Anexo N°4 se entrega el set completo de parámetros. Se desprende que, en términos generales, se obtienen los mismos resultados que en las estimaciones previas, pero se gana en eficiencia.

TABLA N°5: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN  
 Modelo de Efectos Aleatorios  
 (Variable dependiente: ltsubtot)

Variables	Coef.	Robust Error Std.	z	P>z	[95% Intervalo de Conf.]	
Tipo_oxslf	-0.109920	0.242177	-0.45	0.6500	-0.584577	0.364738
Dprecior	0.005410	0.002071	2.61	0.0090	0.001350	0.009470
Presionr	0.010269	0.003553	2.89	0.0040	0.003306	0.017232
Tratado_lag	0.000584	0.000261	2.24	0.0250	0.000072	0.001096
Razonw	-0.060500	0.040367	-1.5	0.1340	-0.139619	0.018618
Tasa_acc	-0.044730	0.026461	-1.69	0.0910	-0.096592	0.007133
Dep	0.114873	0.271817	0.42	0.6730	-0.417879	0.647625
Cons	1.083463	0.323349	3.35	0.0010	0.449710	1.717216
N° de Obs:99		N° de Grupos: 18				
sigma_u	0.223427				R-sq: within	0.0680
sigma_e	0.384635				between	0.7458
rho	0.252293	(fraction of variance due to u_i)			overall	0.4331

Nota : Valores (t) entre paréntesis.

Las variables de costos, razonw y tasa\_acc, que recogen el diferencial de salarios entre los trabajadores propios y externos y la accidentabilidad o riesgo de la faena, siguen siendo no significativas, pero esta última variable resultaría relevante al 10%. Es decir, de existir algún efecto, la relación existente entre el riesgo de la faena y el nivel de subcontratación es negativa.

Por último, en enero de 2007 comienza a regir la ley de subcontratación, que en esencia propone regular la subcontratación de modo que no se transgredan los derechos de los trabajadores, estableciendo normas para que las empresas principales no puedan subcontratar actividades que son propias del giro de su negocio. Para captar este efecto se usa una variable dicotómica a partir del año 2007. Se desprende que los efectos de la ley no resultan significativos (p-value = 0.076) sobre los niveles de subcontratación. Este resultado, podría explicarse debido a que el período de análisis (2003-2008) es muy corto para captar sus efectos y porque, además coincide con el período de alza en el precio del cobre, siendo este último efecto preponderante por sobre los efectos de la nueva ley. Los resultados anteriores se muestran en la Tabla N°6.

TABLA N°6: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN  
 Modelo de Efectos Aleatorios  
 (Variable dependiente: ltsbtot)

Variables	Coef.		Robust Error Std.	z	P>z	[95% Intervalo de Conf.]	
Tipo_oxslf	-0.066248		0.256598	-0.26	0.7960	-0.569171	0.436674
Dprecior	0.006793 *		0.002691	2.52	0.0120	0.001519	0.012066
Presionr	0.011378 **		0.004114	2.77	0.0060	0.003315	0.019441
Tratado_lag	0.000621 *		0.000295	2.11	0.0350	0.000044	0.001198
Razonw	-0.052574		0.038569	-1.36	0.1730	-0.128168	0.023020
Tasa_acc	-0.039934		0.026485	-1.51	0.1320	-0.091844	0.011976
Dep	0.144805		0.297434	0.49	0.6260	-0.438156	0.727766
Ley2007	0.215961		0.121627	1.78	0.0760	-0.022422	0.454345
Cons	1.125502 ***		0.330880	3.40	0.0010	0.476990	1.774015
N° de Obs:99		N° de Grupos: 18					
sigma_u	0.0444738					R-sq: within	0.0723
sigma_e	0.078552					between	0.6551
rho	0.2427391					overall	0.4194

Nota : Valores (t) entre paréntesis.

\* Significativo al  $p < 0.05$ ; \*\* Significativo al  $p < 0.01$ ; \*\*\* Significativo al  $p < 0.001$

## 6. Conclusiones

Este trabajo analiza las causas de la subcontratación en la minería del cobre en Chile. Se usan datos de panel para 18 faenas en el período 2003-2008. Se construye una serie de hipótesis basadas en la literatura previa las que se testean con el modelo.

Se concluye que en la medida que el precio se desvíe positivamente de su tendencia, es decir, mientras mayor sea el precio del cobre las compañías tienden a intensificar la subcontratación. Una posible explicación para este fenómeno viene por el hecho de que cuando los precios están altos, las faenas desean aprovechar los beneficios derivados de ello, y como el factor variable en el corto plazo es el trabajo, tienden a intensificar el uso de la mano de obra, en particular flexible.

También se concluye que las presiones de costos son importantes, es decir, a medida que los costos son más altos y la brecha entre los precios y los costos se acorta, las empresas mineras tienden a utilizar más trabajadores flexibles, lo que intensifica los niveles de

subcontratación. La respuesta a este comportamiento, vendría por el hecho de que a mayores costos, mayor incertidumbre y probabilidades de cierre, por lo que a las firmas les conviene tener más mano de obra flexible que permanente, pues al tener contratos a plazo fijo, los costos involucrados son menores.

Asimismo, se observa que el tamaño de las faenas es importante. Éste se mide como el cociente entre la producción y la ley del yacimiento, lo que sería una proxy del mineral tratado. Se concluye que a mayor tamaño, mayor el número de subcontratados. Esto también sugiere, que el mayor número de trabajadores externos se encontraría en las etapas productivas.

La posibilidad de concentrarse en aquellas actividades más ligadas al giro propio de la faena minera, más estratégicas y que tienden a aumentar el valor de la compañía explicarían esta relación. Aún más, en la medida que una firma crece, se forman relaciones más complejas, aumenta el costo de monitorear, por lo que lo más conveniente sería subcontratar.

La especificidad de las faenas se mide a través de la proporción de producción vía óxidos y sulfuros. Del análisis se concluye que no se observan efectos significativos de esta variable sobre el nivel de subcontratación, lo que sugiere que no existe diferencia entre un proceso y otro. Lo anterior se explicaría porque el cobre es un producto homogéneo, lo que sin embargo, no anula cualquier posibilidad de que surjan conductas oportunistas (hold up) por parte de los subcontratados.

Los costos laborales de la faena no resultan significativos, lo que indica que si bien existe un diferencial de salarios entre los trabajadores propios y los subcontratados –estos últimos ganan menos-, esta diferencia no explica el aumento en el número de trabajadores externos. Es decir, las compañías no han tendido a aumentar la subcontratación como una forma de ahorrar costos sino que, como se desprende del estudio, existe un conjunto de otras variables que explican de manera importante esta situación.

Algo similar ocurre con el riesgo de las faenas, donde de existir alguna relación, ésta sería negativa. Es decir, no porque una determinada faena sea riesgosa, las empresas mineras tienden a intensificar el uso de mano de obra flexible, muy por el contrario la tienden a disminuir. Una eventual explicación para este comportamiento de las firmas mineras,

podría ser que aquellas secciones más riesgosas de la mina estarían siendo sustituidas por capital.

Asimismo, los efectos de la entrada en vigencia de la ley de subcontratación a partir de enero de 2007, no resultan significativos en los niveles de subcontratación. Lo anterior podría explicarse debido a que el período de análisis (2003-2008) es muy corto para captar sus efectos y porque, además coincide con el período de alza en el precio del cobre, siendo este último efecto preponderante por sobre los efectos de la nueva ley.

Por último, en cuanto a la propiedad, ésta no arroja resultados significativos, indicando que las faenas de Codelco no exhiben mayores tasas de trabajadores subcontratados que las firmas privadas.

## 7. Bibliografía

- Abraham, K. G., (1988) "Flexible Staffing Arrangements and Employers' Short-Term Adjustment Strategies", NBER Working Paper Series, N°2617.
- Abraham, K. G. & S. K. Taylor (1996) "Firms' Use of Outside Contractors: Theory and Evidence", *Journal of Labor Economics*, Vol. 14, N°3, pp. 394-424.
- Álvarez, V., X. Dagach, X. Massone & T. Sotomayor (2006), "Diagnóstico del personal subcontratado en el sector minero", Cochilco, Documento reservado.
- Carlton, D.W. (1979), "Contracts, Price Rigidity, and Market Equilibrium", *The Journal of Political Economy*, Vol. 87, pp 1034-1062.
- Coase, R. (1937), "The Nature of the Firm", *Economica*, New Series, Vol. 4, N°16, pp. 386-405.
- Daroch, S. (2008), "Los conflictos laborales en Chile: Principales ejes para la discusión", *Estudios del Consejo Asesor Presidencial para el Trabajo y la Equidad*.
- Davis-Blake A. & B. Uzzi (1993), "Determinants of Employment Externalization: A Study of Temporary Workers and Independent Contractors", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 38, N°2, pp. 195-223.
- Díaz J., R. Lüders & G. Wagner (2006), "La República en Cifras: 1810-2000", mimeo, Departamento de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Echeverría, M. (1997), "Subcontratación de la Producción y Subcontratación del Trabajo", *Temas Laborales N°7*, Dirección del Trabajo.
- Echeverría, M. (2006), "Los Riesgos Laborales de la Subcontratación", *Serie Aporte al Debate Laboral*, N°19, Departamento de Estudios, Dirección del Trabajo.
- Echeverría, M., V. Solís, J. Ugarte & V. Uribe-Echevarría (2001), "El Otros Trabajo: El Suministro de Personas en las Empresas", *Cuaderno de Investigación N°7*, Reedición, Departamento de Estudios, Dirección del Trabajo.
- Escobar, P. & D. López (1996), "El Sector Forestal en Chile: Crecimiento y Precarización del Empleo", *Colección de Estudios Sectoriales N°12*, Programa de Economía del Trabajo.
- Gibbons, R. (2005), "Four Formal(izable) Theories of the Firm?", *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 58, N°2, pp. 200-245.
- González, M., B. Arruñada & A. Fernández (2000), "Causes of Subcontracting: Evidence from Panel Data on Construction Firms", *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 42, N° 2, pp. 167-87.

- Gramm C. L. & J. F. Schnell (2001), "The Use of Flexible Staffing Arrangements in Core Production Jobs", *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 54, N°2, pp. 245-258.
- Grossman, S. J., & O. D. Hart (1986), "The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical Integration," *Journal of Political Economy* (94), 691-719
- Hanson G. H. (1995) "Incomplete Contracts, Risk, and Ownership", *International Economic Review*, Vol. 36, N°2, pp. 341-363.
- Hausman, J. (1978). "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, Vol. 46, N°6, págs. 1251-1271.
- Houseman, S. (1997), "Temporary, Part-Time, and Contract Employment in the United States: A Report on the W.E. Upjohn Institute's Employer Survey on Flexible Staffing Policies", Final Report
- Joscow, P. L. (2005) "Vertical Integration" en Mènard, Claude & Mary M. Shirley (editors) *Handbook of New Institutional Economics*, Springer.
- Klein, B., R. G. Crawford, & A. A. Alchian (1978) "Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process," *Journal of Law and Economics* (21), 297-326.
- Lieberman, M. (1991), "Determinants of Vertical Integration: An Empirical Test", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 39, N°5, pp. 451-466.
- López, D. (2008), "Subcontratación y Conflictos Laborales: Un Creciente Descontento en el Trabajo", Universidad Central.
- Silva, C. (2007), "La Subcontratación en Chile: Aproximación Sectorial", Consejo Asesor Presidencial Trabajo y Equidad, diciembre de 2007.
- Stigler, G. J. (1951), "The Division of Labor I Limited by the Extent of the Market", *Journal of Political Economy*, Vol. 59, N°3, pp. 185-193.
- Williamson, O. E. (1971) "The Vertical Integration of Production: Market Failures Considerations" *American Economic Review*, Vol. 61, N°2, pp. 233-261.
- Williamson, O. E. (1975), *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, New York: Free Press.
- Williamson, O. E. (1979), "Transaction Costs Economics: The Governance of Contractual Relations," *Journal of Law and Economics* (22), 233-62.
- Williamson, O. E. (1985) *The Economic Institutions of Capitalism*, New York: Free Press.

## ANEXO N°1

### RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN POR OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)

Variable	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Tipo_oxslf	0.004248 (0.15)	0.003419 (0.12)	0.001852 (0.07)	-0.006375 (-0.25)	0.009135 (0.38)	-0.044252 (-1.42)	-0.041304 (-1.36)	0.003805 (0.09)
Dprecior		-0.000214 (-1.72)	0.000372 (1.46)		0.001192 (4.11)	0.001113 (3.93)	0.001075 (3.91)	0.001349 (4.24)
Presionr			0.001062 (2.67)	0.000550 (3.07)	0.002372 (5.24)	0.002212 (4.99)	0.001968 (4.48)	0.002390 (4.74)
Tratado_lag					0.000179 (3.88)	0.000135 (2.83)	0.000125 (2.7)	0.000115 (2.48)
Razonw						-0.015091 (-2.61)	-0.018044 (-3.15)	-0.015424 (-2.62)
Tasa_acc							-0.015550 (-2.64)	-0.018963 (-3.06)
Dep								0.064612 (1.66)
Cons	0.659401 (33.76)	0.614010 (18.53)	0.631678 (19.91)	0.604568 (23.44)	0.634713 (20.17)	0.716981 (16.33)	0.792258 (15.46)	0.781826 (15.28)
n	108	107	103	104	99	99	99	99
R <sup>2</sup>	0.0002	0.0280	0.1038	0.0870	0.2747	0.3241	0.3717	0.3901
R <sup>2</sup> Adj	-0.0092	0.0187	0.0859	0.0689	0.2438	0.2878	0.3307	0.3432

Nota : Valores (t) entre paréntesis.



## ANEXO N°2

### RESULTADOS TEST DE HAUSMAN

	(b) J	(B) .	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
Tipo_oxslf	1.042556	-0.015599	1.058155	0.388441
Dprecior	0.000238	0.000749	-0.000511	0.000198
Presionr	0.000749	0.001517	-0.000768	0.000292
Tratado_lag	0.000097	0.000123	-0.000026	0.000094
Razonw	0.000818	-0.008417	0.009235	.
Tasa_acc	0.003061	-0.007645	0.010705	0.004760
Test:	Ho:	no correlación entre el componente individual y las variables explicativas		
		chi2(6) =	5.7	
		Prob>chi2 =	0.4572	

### ANEXO N°3

#### RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN BAJO EFECTOS ALEATORIOS

Variable	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Tipo_oxslf	0.014218 (0.23)	0.010773 (0.17)	0.008563 (0.15)	0.003136 (0.06)	0.005815 (0.13)	-0.014444 (-0.38)	-0.015599 (-0.44)	-0.005405 (-0.10)
Dprecior		-0.0020597** (-2.87)	0.00012016 (0.58)		0.00056533 (1.89)	.00063177* (2.00)	.00074937* (2.35)	.0008411* (2.17)
Presionr			0.00058899 (1.54)	.00038815** (3.18)	.00130672* (2.53)	.00140575** (2.65)	.00151686** (2.95)	.00165536* (2.55)
Tratado_lag					0.00012602 (1.90)	.00011895* (2.02)	.0001233* (2.24)	.00011865* (2.18)
Razonw						-0.006089 (-0.75)	-0.008417 (-1.02)	-0.008810 (-1.10)
Tasa_acc							-0.007644 (-1.31)	-0.009038 (-1.56)
Dep								0.022154 (0.39)
Cons	.65386549*** (12.66)	.61088657*** (10.32)	.61977563*** (10.91)	.61676892*** (11.30)	.61744164*** (11.86)	.65286862*** (12.37)	.69860607*** (10.31)	.70232821*** (10.17)
n	108	107	103	104	99	99	99	99
Within	0.0291	0.0697	0.0907	0.086	0.0853	0.0773	0.0635	0.0593
Between	0.0002	0.0031	0.1475	0.1956	0.4683	0.5366	0.6246	0.6716
R <sup>2</sup>	0.0002	0.0273	0.0949	0.0854	0.2575	0.3037	0.3531	0.3696

Nota : Valores (t) entre paréntesis.

\* Significativo al  $p < 0.05$ ; \*\* Significativo al  $p < 0.01$ ; \*\*\* Significativo al  $p < 0.001$

## ANEXO N°4

### RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN BAJO EFECTOS ALEATORIOS FORMA FUNCIONAL LOGÍSTICA

Variable	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
Tipo_oxslf	0.05002909 (0.15)	0.03394067 (0.10)	0.0056782 (0.02)	-0.03924631 (-0.14)	-0.00381371 (-0.02)	-0.15996399 (-0.91)	-0.16792935 (-1.02)	-0.1099198 (-0.45)
Dprecior		-0.00094782* (-2.49)	0.00116232 (0.97)		.00378498* (2.23)	.00441246* (2.57)	.00498175** (2.95)	.00541007** (2.61)
Presionr			0.00390651 (1.72)	.00201904** (3.15)	.00814211** (2.69)	.00910206** (3.05)	.00961819*** (3.35)	.01026924** (2.89)
Tratado_lag					0.00064053 (1.92)	.00059248* (2.12)	.00061031* (2.34)	.00058435* (2.24)
Razonw						-0.04711899 (-1.13)	-0.05993763 (-1.42)	-0.06050035 (-1.50)
Tasa_acc							-0.03861135 (-1.49)	-0.04472955 (-1.69)
Dep								0.11487324 (0.42)
Cons	.70294935** (2.64)	0.5054365 (1.71)	0.55401644 (1.95)	0.51310928 (1.87)	.56482253* (2.21)	.84268007** (3.27)	1.0778462*** (3.37)	1.0834628*** (3.35)
n	108	107	103	104	99	99	99	99
Within	0.0195	0.0508	0.0984	0.0915	0.0952	0.0850	0.0709	0.0680
Between	0.0000	0.0032	0.1918	0.2261	0.5475	0.6448	0.7065	0.7458
R <sup>2</sup>	0.0000	0.0202	0.1320	0.1035	0.3154	0.3841	0.4211	0.4331

Nota : Valores (t) entre paréntesis.

\* Significativo al  $p < 0.05$ ; \*\* Significativo al  $p < 0.01$ ; \*\*\* Significativo al  $p < 0.001$

Documento elaborado en la Dirección de Estudios por:

Patricio Pérez Oportus  
Economista  
Comisión Chilena del Cobre

Pablo Villalobos Dintrans  
Economista  
Ministerio de Economía

Publicado el 22 de Julio de 2009