



Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Evaluación de Gestión Estratégica

**ANÁLISIS DEMANDA – OFERTA DE INGENIERÍA DE PROYECTOS
EN LA INDUSTRIA MINERA**

SANTIAGO 2010

RESUMEN EJECUTIVO	3
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Participación de Chile en Mercados Productores.	3
1.2 Cartera País de Proyectos Mineros (Millones US\$).	4
1.3 Oferta de Profesionales.	5
2 MERCADO LABORAL Y MINERIA	5
2.1 Demanda y Oferta de Profesionales	5
2.2 Industria de Empresas Proveedoras de Servicios.	6
3 ALCANCE	6
4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	8
4.1 Sector Minero y Economía. Contribución minería al PIB nacional.....	8
4.2 Desafíos Existentes.....	8
4.3 Demanda de Cobre y otros Metales.	9
5 DEMANDA VS OFERTA DE INGENIERÍA – CHILE 2011-2020	9
5.1 Empresas Mandantes (Productores).	10
5.2 Empresas de Ingeniería (Ofereentes).	15
6 PERCEPCIÓN COMPARADA DEMANDANTES/OFERENTES	22
6.1 Especialidad de Ingeniería.....	22
6.2 Tendencias Cruzadas.....	23
6.3 Proyecciones de Demanda y Oferta de Ingeniería (Quinquenio).....	24
7 CONCLUSIONES	29

RESUMEN EJECUTIVO.

La cartera-país de proyectos en la industria minera nacional para la presente década, estimada en más de US\$ 50 mil millones, constituirá un gran desafío para las empresas mineras (demandantes) y para las empresas de ingeniería de proyectos (oferentes), nacionales y extranjeras, con sede en Chile.

En este escenario, Cochilco tuvo la iniciativa de evaluar el equilibrio oferta-demanda del mercado de servicios de ingeniería a corto y mediano plazo.

El 27 de agosto de 2010 fueron invitadas a participar en este estudio, mediante encuestas, trece empresas de ingeniería. De las empresas mandantes (productores), fueron invitadas diez. La participación lograda fue sólo de cinco empresas de cada industria. También fueron invitadas cinco instituciones gremiales relacionadas con la industria minera, entre las que está incluida la Asociación de Ingenieros Consultores, que agrupa un número importante de empresas de consultoría e ingeniería. Como observadores fueron invitados el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, el Instituto de Ingenieros de Chile, el Colegio de Ingenieros y el Colegio de Geólogos.

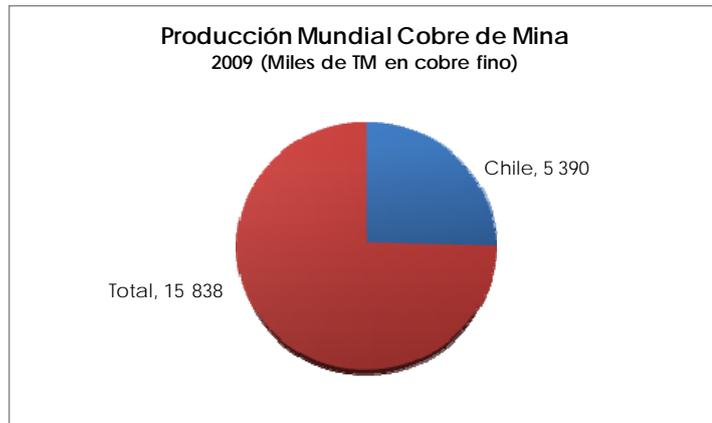
La respuesta lograda fue menor que la esperada, dada la aceptación manifestada por los invitados en la reunión inicial de convocatoria del estudio. Sin embargo, las empresas mandantes que respondieron la encuesta representan más del 40 % de la inversión en la actual cartera país (en un universo de más de 30 empresas), y las empresas de ingeniería que también respondieron son de gran tamaño y participan en todos los proyectos de la gran minería. Esto, unido al hecho de que las encuestas solicitaban una gran variedad de datos, hizo posible obtener información útil con razonable grado de credibilidad acerca de valores y tendencias del estado de situación de la oferta de servicios de ingeniería de proyectos mineros y de las necesidades de los mandantes para los próximos años.

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Participación de Chile en Mercados Productores.

Como indica el Gráfico N° 1, Chile contribuye a la producción mundial de cobre, año 2009, con 5.390 mil Tm de metal, representando el 34% del total mundial.

Gráfico N° 1



Fuente: Cochilco, Anuario Estadísticas del Cobre y otros minerales.

Dentro del escenario global, la importancia de Chile como productor de cobre refuerza la idea de potenciar a nuestro país como proveedor de servicios de ingeniería de proyectos mineros a nivel global, un país que atrae talentos, mano de obra calificada, capaz de despertar el interés de inversionistas, agregar valor a través de procesos de innovación desarrollados localmente, etc.

1.2 Cartera País de Proyectos Mineros (Millones US\$).

La inversión total de proyectos mineros en la actual cartera país, incluyendo proyectos en distintos estados de desarrollo (pre e inversional), supera los US\$ 50 mil millones, como muestra la Tabla N° 1. De esta inversión, el 80 % corresponde a minería del cobre y el resto a otros metales. La mayor inversión se concentra en la década 2011-2020.

Tabla N° 1

	Inversión proyectada en Minería del Cobre y del Oro - Plata (Millones de US\$)								Total
	Anterior	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Posterior	
Inversión Total (1+2)	4 752	5 260	5 646	6 827	9 009	7 081	5 508	5 980	50 063
1- Minería del Cobre	4 282	5 015	4 671	5 152	5 799	5 431	5 108	5 980	41 438
1.1- Codelco	1 225	2 193	2 051	3 167	3 084	2 571	2 293	3 630	20 214
1.2- Gran Minería Privada	3 035	2 737	2 515	1 690	2 160	2 710	2 815	2 350	20 012
1.3- Mediana Minería	22	85	105	295	555	150	0	0	1 212
2- Minería del Oro y Plata	470	245	975	1 675	3 210	1 650	400	0	8 625

Fuente: Cochilco, "inversión en la Minería Chilena del Cobre y del oro" (mayo 2010).

1.3 Oferta de Profesionales.

Teniendo en consideración la importancia de la industria minera en el desarrollo y crecimiento económico del país, es de vital relevancia anticipar desafíos de mediano y largo plazo para mantener la posición competitiva en esta industria. Uno de los desafíos clave es contar con personal de excelencia para el crecimiento, desempeño y funcionamiento de la industria. Para ello es básico conocer de qué forma el mercado laboral es capaz de responder al auge de la actividad minera.

2 MERCADO LABORAL Y MINERIA.

Ya en 2008, el estudio de Cochilco "Estrechez Cíclica del Mercado Laboral en la Minería Chilena del Cobre: Diagnóstico y Propuestas" entregó importantes elementos de reflexión acerca del impacto de los ciclos de precio del cobre en los ciclos de oferta y demanda de profesionales. En los puntos que siguen, resumidamente, se comenta algunos aspectos relevantes y vigentes de ese diagnóstico, esta vez orientándolo específicamente a comparar las percepciones de oferentes y demandantes acerca del comportamiento proyectado de la demanda y oferta de ingeniería de proyectos del sector minería.

2.1 Demanda y Oferta de Profesionales.

El mercado laboral para profesionales ligados al sector minero está influenciada por el atractivo nivel de remuneraciones de este sector, que está por sobre el promedio nacional. También han aumentado los incentivos y premios a los trabajadores y ejecutivos del sector.

En otro plano, la formación de profesionales de las más variadas disciplinas de la ingeniería con capacidades y experiencia en proyectos de ingeniería para la minería requiere de una visión de largo plazo que calibre las necesidades del sector minero con las capacidades que se requerirá para satisfacer esas necesidades en forma sostenida. El ingreso de estudiantes a carreras relacionadas con la industria minera ha sido cíclica, respondiendo a la percepción de bonanza o de depresión marcados por el precio del cobre poco antes de elegir carrera. Las condiciones del mercado laboral cuando esos estudiantes egresan también están marcadas por los ciclos de bonanza o depresión, dando origen a euforia o desencanto por factores fuera de su control. A pesar de que esta reflexión no es nueva, podría nutrirse de los elementos cualitativos y cuantitativos que aquí se entrega a los participantes, para que ellos, en las instancias colegiadas que les corresponda, ayuden a concebir y poner en práctica un modelo evolutivo que proyecte a Chile como país exportador de servicios de ingeniería de proyectos para la industria minera.

2.2 Industria de Empresas Proveedoras de Servicios.

Chile, en su carácter de potencia en la minería del cobre posee atractivos para la industria de bienes y servicios vinculada directa e indirectamente con la minería. Estos atractivos están relacionados con la operación de los actuales yacimientos mineros de cobre, el desarrollo de nuevos proyectos y el aumento de la capacidad instalada de los actuales yacimientos. Los aumentos previstos en la producción de cobre representan un flujo estable de inversión para el sector y mayor demanda de bienes de capital, insumos y servicios para la minería y, obviamente, también de ingenieros especialistas.

El estudio de Cochilco, "Oportunidades de negocios para proveedores de bienes, insumos y servicios mineros en Chile", publicado en noviembre 2007, reflexiona sobre las siguientes actividades que tienen un interesante potencial sinérgico que todavía está en evolución:

1. Bienes e insumos: Considera las importaciones de productos específicos de la industria, por ejemplo, camiones mineros, cargadores frontales, neumáticos, equipos mineros y de proceso, reactivos, repuestos, etc. Se incluye además en esta categoría, una pequeña porción que es cubierta por la industria proveedora nacional, reconociendo que existe un mercado de representaciones de empresas internacionales presentes en el país cuyo principal usuario es la minería, con servicios de post venta, contratos de mantenimiento en terreno, etc.
2. Servicios mineros: Esta segunda categoría considera aquellos servicios que son transversales a la industria minera, tanto en tamaño como en especialización. Reconoce una primera área de servicios generales y mantenimiento, donde es posible encontrar alimentación, aseo, administración de campamentos, seguridad, transporte, entre otros. La segunda área de servicios es ingeniería y consultoría, destacando servicios de geología, ingeniería de proyectos en todas las fases o etapas de éstos, soporte legal, estudios medioambientales, y los servicios de construcción y montaje, originando oportunidades reales en la administración de contratos del tipo EPCM¹.

3 ALCANCE.

Considerando la proyección actual de inversiones mineras en el país, - más de US\$ 50.000 millones en proyectos en diferentes etapas y estados - el desafío es que la capacidad instalada de la oferta de servicios de ingeniería de proyectos mineros sea suficiente en cantidad, calidad y oportunidad, por área de especialización. Esta condición es crítica para la planificación de los proyectos y su coordinación con su contraparte demandante.

¹ Contrato que considera el ofrecimiento de los servicios de ingeniería, la gestión de la adquisición de materiales y equipos, licitación de obras y los servicios relacionados con la inspección técnica de obras y la administración de las actividades de terreno.

Naturalmente, tratándose de una industria globalizada, como es el caso de los servicios de ingeniería para proyectos mineros, aparte de la demanda nacional es necesario considerar demandas externas por necesidades emergentes producto del crecimiento de la demanda de metales a nivel mundial. Para Chile este hecho es relevante, ya que incentiva la capacidad de exportar talentos y *know-how* del sector a países como Perú, Brasil, Argentina y países asiáticos, incluyendo la creciente potencial demanda relacionado con el cumplimiento de regulación ambiental cada vez más exigente en el país y en el resto del mundo. En Chile irá en aumento producto de las futuras Leyes de Cierre de Faenas Mineras y de Remediación de Pasivos Ambientales Mineros.

El presente análisis de la demanda y oferta de ingeniería de proyectos mineros declaró la intención de identificar oportunidades, tanto para demandantes como oferentes, para ayudar a explorar formulaciones de políticas educacionales e incentivos tributarios o de otro tipo, a nivel de Estado. Su propósito específico fue hacer un análisis de las capacidades de la ingeniería nacional y extranjera con presencia en Chile para enfrentar la demanda de servicios de ingeniería en las etapas de pre inversión y de inversión de proyectos mineros. Esta demanda es una realidad a corto plazo y la competencia por contar con servicios de ingeniería (consultoría, ingeniería de proyectos e ingeniería de apoyo a los equipos de proyectos del dueño) será exigente en el futuro inmediato con el desarrollo de grandes proyectos en los próximos 8 a 10 años.

El alcance del estudio cubre la búsqueda y procesamiento de información acerca de:

Necesidades (Demandantes):

- Tipo de Servicio de Ingeniería (perfil, conceptual, básica, etc.)
- Áreas de Especialidades (geología, minería, procesos, infraestructura, transporte, etc.)
- Demanda por Especialistas (consultores, especialistas técnicos, especialistas gestión, riesgos, proyectistas, otros)
- Rangos de HH's (presupuestos por complejidad,) y de plazo de proyectos
- Modalidad de Alianzas con Servidores
- Modalidad de Ingeniería Propia
- Peso relativo de Evaluación de Servicios y Nivel de Satisfacción

Capacidades (Oferentes):

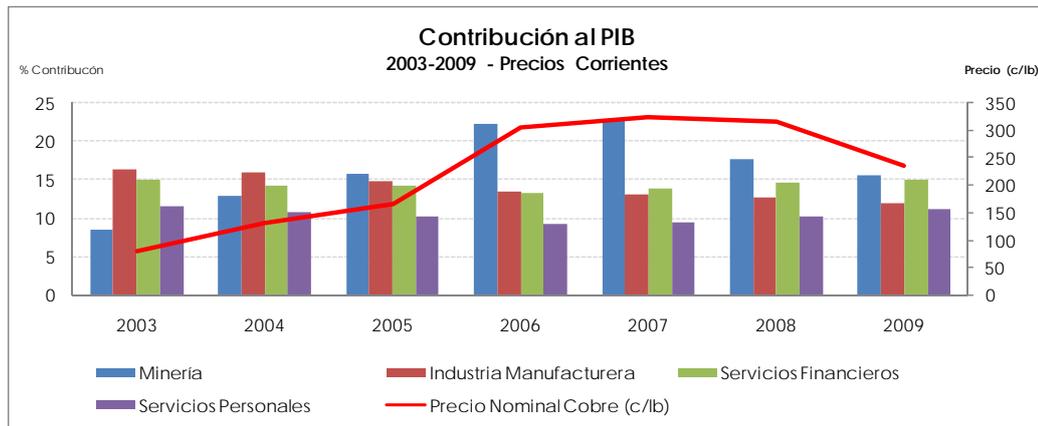
- Costo según Tipo de Servicio (perfil, conceptual, básica, etc.), expresado como porcentaje del CAPEX
- Participación en Proyectos (gestión, estudios, ingeniería, adquisiciones, apoyo, otros)
- Participación por Mercado y Visión Futura (nacional/extranjera, minería según escala)
- Equipos (estabilidad vs rotación)

- Visión de Mayor(es) Demanda(s) (geología, procesos mineros, tratamiento minerales, infraestructura, otros)
- Mayor Valoración de Servicios (capacidad, confiabilidad, costo, calidad, otros)

4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

4.1 Sector Minero y Economía. Contribución minería al PIB nacional.

Gráfico N° 2



Fuente: Elaboración Cochilco en base a estadísticas del Banco Central y Cochilco.

Como se aprecia en el Gráfico N° 2, que considera sólo industrias cuya contribución al PIB es superior a un 10%, la contribución del sector Minería fue de 17.1 % de promedio anual para los años citados. El gráfico también indica la relación entre el precio del cobre observado y la contribución del sector a la economía nacional, que ilustra que un buen precio se potencia con una mayor producción para contribuir al PIB. En este contexto, el análisis debiera aportar elementos cualitativos y cuantitativos para calibrar las expectativas de desarrollar oportunamente aquellos proyectos de inversión que contribuyan a mantener o aumentar la participación de la minería del cobre chileno en el mercado mundial, de manera sustentable.

4.2 Desafíos Existentes.

Por muchos años Chile ha estado exportando exitosamente capacidad de desarrollo de proyectos de ingeniería. El auge de esta capacidad va en aumento y, dado que Chile no es el único país en que el desarrollo de la minería, es gravitante para su economía. Por lo tanto, uno de los desafíos del país es anticiparse a los efectos que esta realidad conlleva ya que, evidentemente, la capacidad de desarrollar proyectos domésticos compite con la de países receptores de nuestra capacidad de exportación de ingeniería de proyectos.

4.3 Demanda de Cobre y otros Metales.

En los próximos 25 años, se espera que la demanda de cobre llegue a 20 millones de toneladas, lo que supera con creces la actual oferta de producción. La eventual escasez impactaría el precio del metal y los planes de inversión de las empresas (la restricción podría aparecer por los sustitutos del cobre).

Ante este escenario expansivo de la demanda de cobre, las principales empresas productoras deben potenciar sus estrategias de inversión, para asegurar el abastecimiento del metal, situación que está alineada con los prospectos de inversión de la cartera país indicados en el punto 1.2.

La mayor inversión en la industria minera conlleva una mayor demanda de profesionales, técnicos y administrativos, específicamente en ingeniería de proyectos. Esta situación tiene y seguirá teniendo impacto en los salarios y en la disponibilidad de HH con experiencia y *know-how* y constituye un incentivo a la sustitución de HH de profesionales nacionales por extranjeros, entre otros efectos.

5 DEMANDA VS OFERTA DE INGENIERÍA – CHILE 2011-2020.

El análisis que sigue, ejecutado durante el segundo semestre del presente año (2010) y basado en los resultados capturados en las encuestas a los mandantes y oferentes de servicios de ingeniería de proyectos mineros, representa una muestra parcial de ambos, obtenida por adhesión voluntaria de los participantes, lo que obviamente limita su representatividad por tamaño. Sin embargo, el universo de potenciales participantes también es reducido. Las empresas de ingeniería participantes representan más del 50 % de las de mayor tamaño, con presencia en todos los proyectos de la gran minería y, las empresas demandantes que participaron representan más del 40 % de las inversiones de la cartera país de proyectos.

Atendido lo anterior, la aplicada participación de las empresas que respondieron las encuestas asegura que los resultados obtenidos serán útiles para mejorar las capacidades de las empresas de servicios de ingeniería con base en información de valores y tendencias del estado de situación de la oferta de este servicios y de las necesidades de los mandantes. El análisis incluye juicios cualitativos, propios de la interpretación de los analistas.

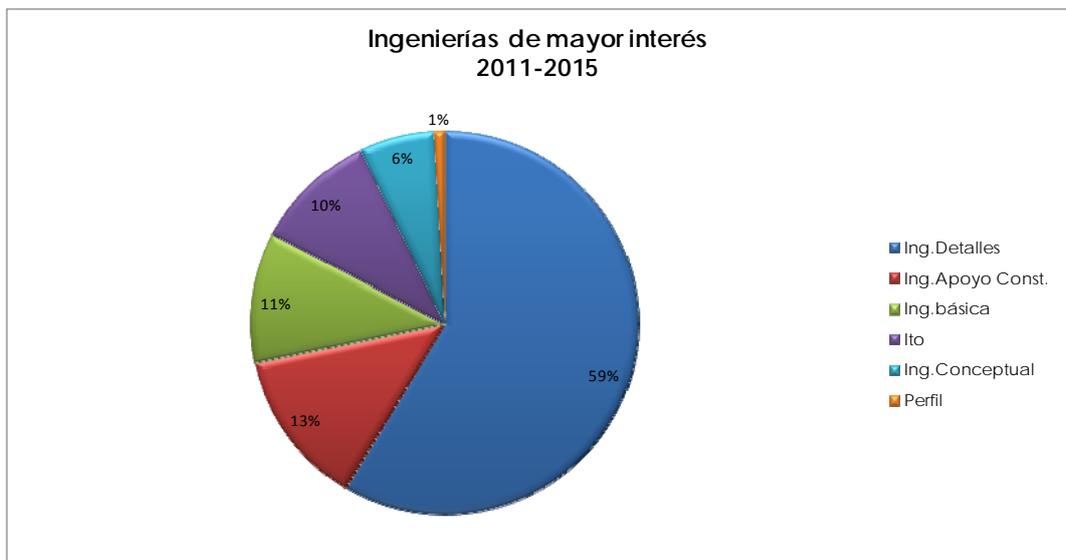
Por definición de principio, sólo los participantes reciben el producto de este estudio. Cada uno de ellos entregó sus respuestas a la encuesta en sobre cerrado. El compromiso declarado de Cochilco es evitar la identificación de las respuestas de los respondentes al difundir en este círculo cerrado los resultados que aquí aparecen.

5.1 Empresas Mandantes (Productores).

5.1.1 Ingenierías más demandadas.

El siguiente gráfico contiene información entregada por las empresas mandantes para el quinquenio 2011 – 2015, expresada en tanto por ciento, sobre tipos de ingeniería, o áreas de especialización, demandadas para el desarrollo de los proyectos mineros.

Gráfico N° 3



Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

La ingeniería de detalles concentra la mayor demanda, con un 59%. En general, esto es esperable, ya que posiblemente este valor esté influenciado por etapas avanzadas de decisión pre inversional o iniciando etapa inversional de los proyectos de la cartera país.

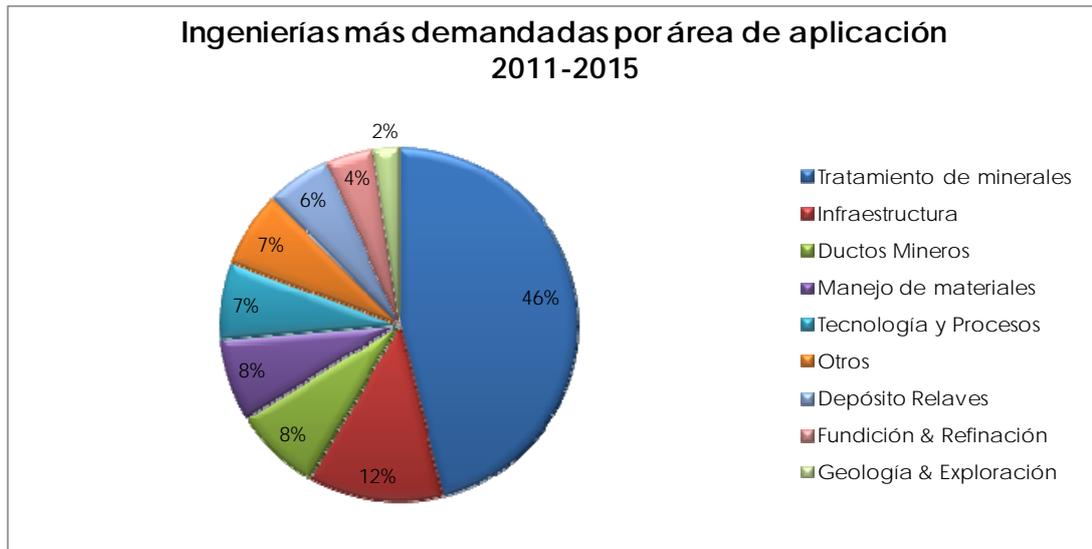
La ingeniería de apoyo a la construcción y la ingeniería de construcción concentran un 24 %, ambas con un gran número de HH.

Independientemente del número de HH por área de especialización, las empresas mandantes claramente proyectan una mayor demanda de ingeniería de detalles, seguida de apoyo a la construcción, ingeniería conceptual, inspección técnica de obras (ITO) e ingeniería básica.

5.1.2 Estimación de demanda de ingeniería por área de aplicación.

Sobre un total de 18.5 millones de HH de ingeniería por área de aplicación informadas por las empresas mandantes, la distribución porcentual es la siguiente para las áreas que se indica.

Gráfico N° 4



Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

En primera aproximación, los mandantes proyectan sus mayores necesidades de ingeniería por área de aplicación, para el quinquenio 2011 - 2015, en el área de aplicación de Tratamiento de Minerales (Concentración, Lixiviación), con cerca del 50 % de las HH, seguida por Infraestructura Minera y Obras Subterráneas, Manejo Materiales Minería, Tecnología y Procesos Minerales y Ductos Mineros de Larga Distancia, con porcentajes entre 7 y 12 %. Más atrás son mencionadas las áreas de aplicación Geología y Exploraciones, Procesos FURE y Depósitos de Relaves y Estériles con porcentajes entre 2 y 6 %. Otras áreas de aplicación, como apoyo a la administración de proyectos, adquisiciones y otras suman un porcentaje alrededor del 7 %.

En la tabla siguiente están indicadas las HH proyectadas por las empresas demandantes que contestaron la encuesta, para el quinquenio 2011 - 2015 y por área de aplicación.

Tabla N° 2

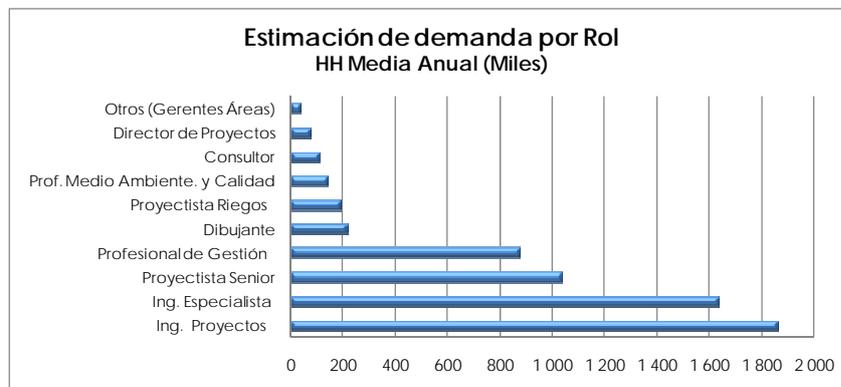
ÁREA DE APLICACIÓN	2011 al 2015 (HH Millones)
Geología y Exploración	0.4
Tecnología y Procesos Mineros	1.2
Infraest. Minera y Obras Subterráneas	2.2
Manejo Materiales Minería	1.3
Tratamiento Minerales (Conc./Lix.)	9.2
Procesos Metalúrgicos (FURE)	0.8
Depósitos Relaves, Rípios y Estériles	1.0
Ductos Mineros de Larga distancia	1.2
Otras	1.2
Total según encuestas	18.5

Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

5.1.3 Estimación de demanda por rol.

El Gráfico N° 5 indica cuál es la demanda proyectada de HH por rol. Destaca la demanda por ingenieros de proyectos y especialistas. Ambos perfiles se encuentran trabajando en las empresas de ingeniería, pero también en las áreas de ingeniería interna que existen en las empresas mineras y en las empresas de proveedores de la minería, sobre todo en aquellas que cuentan con contratos de operaciones en faenas mineras, concentrando ingenieros de proyectos y estimadores, entre otros.

Gráfico N° 5



Fuente: Elaboración Cochilco, en base a información de encuestas de participantes.

Por otra parte, la demanda de profesionales de ingeniería, por roles, con mayor número de menciones de las empresas mandantes que respondieron la encuesta son: el Director del Proyecto, Consultores, Profesionales de Medio Ambiente y Calidad y los Proyectistas Senior. Luego aparecen los Proyectistas y Dibujantes y, finalmente, los Ingenieros Especialistas y de Proyectos, Profesionales de Gestión y los Proyectistas de Riesgos.

5.1.4 Consultas cualitativas generales.

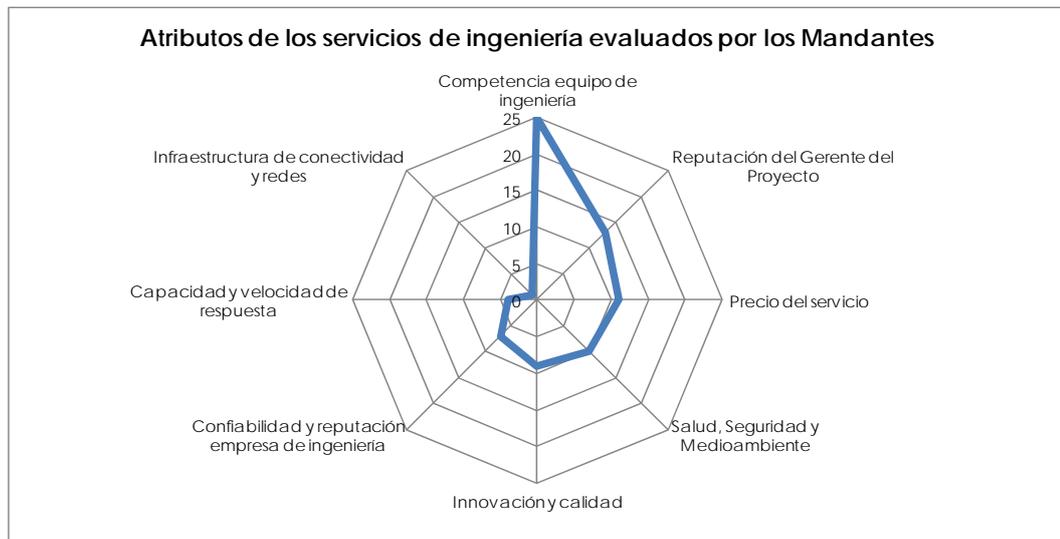
Para las consultas 4, 5, 6, 7 y 8, todas cualitativas, se obtuvo las siguientes tendencias, para la muestra de empresas mandantes:

- Base utilizada para presupuestar HH de ingeniería: Por monto de inversión del proyecto.
- Rango de HH anuales contratadas (año típico): Más de 200.000
- Duración promedio contratos: Menos de 18 meses
- Alianzas con empresas de ingeniería: No
- Existencia de organizaciones propias de ingeniería:
 - o Sí, como contraparte (todas)
 - o Sí, en ejecución (geología y metalurgia)

5.1.5 Atributos de los servicios de ingeniería evaluados por los mandantes.

En el gráfico siguiente es mostrada la importancia relativa de los atributos, según los mandantes, que debe ofrecer un servicio de ingeniería de proyectos, en escala de menor importancia (1) a mayor importancia (25). (ver con Gráfico N° 21)

Gráfico N° 6



Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

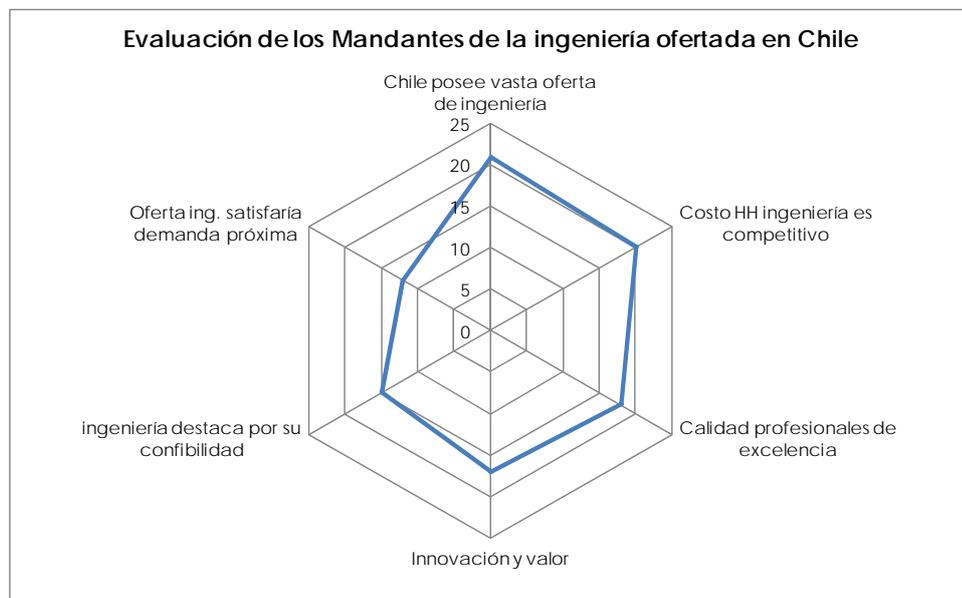
Entre los atributos mejor evaluados por parte de los mandantes destaca, en primer lugar, la competencia del equipo de ingeniería, con 25 puntos (máximo de la escala utilizada), seguida de lejos por la reputación del gerente de proyectos, con 13 puntos. Luego aparece con 11 puntos el precio del servicio. La seguridad es el cuarto elemento más valorado. Dado que la mayoría de los contratos debe cumplir con las exigencias de

salud, seguridad y medioambiente de la industria minera, por lo que esta variable es valorada con 10 puntos.

5.1.6 Evaluación de los mandantes de la calidad de los servicios de ingeniería.

En el gráfico siguiente es evaluada, por los mandantes, la ingeniería nacional, según diferentes conceptos como vastedad de la oferta, costo, confiabilidad y otros. (escala 1 a 25, siendo 25 el más valorado).

Gráfico N° 7



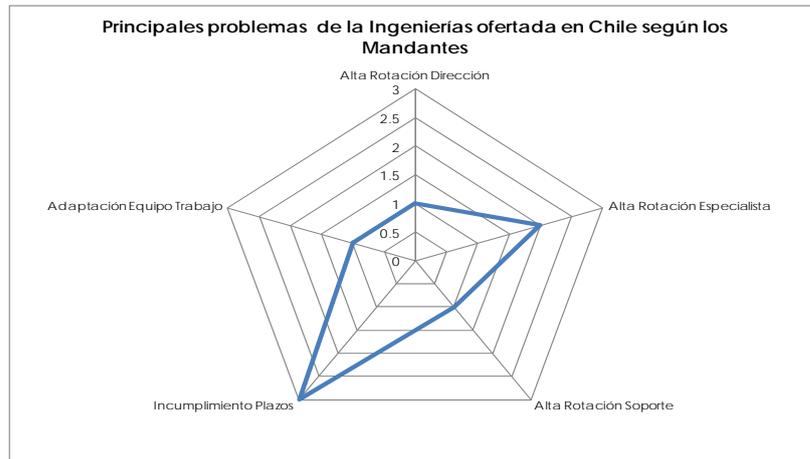
Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

Las empresas mandantes fueron consultadas por la evaluación de la calidad de los servicios de ingeniería ofertados en Chile. Los principales atributos calificados fueron la vasta oferta de ingeniería, con 21 puntos; el costo competitivo de las HH en Chile, con 20 puntos y la calidad de profesionales de excelencia, que alcanza los 18 puntos. En lugares de poca satisfacción aparecen los atributos de innovación y agregación de valor, ingeniería confiable y que la oferta de ingeniería satisfará la demanda de corto plazo. Las empresas mandantes asignan sólo 12 puntos a esta última "insatisfacción" – la capacidad de la ingeniería nacional para satisfacer la demanda de los próximos años - revelando que esperan una eventual sobredemanda de servicios de ingeniería en dicho período.

5.1.7 Principales problemas en el desarrollo de ingenierías.

En el Gráfico N° 8 están registrados, en escala 1 a 3 (siendo 3 el más valorado), los principales problemas que detectan los mandantes en la ingeniería ofertada por la empresas del rubro.

Gráfico N° 8



Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

Las respuestas de las empresas mandantes apuntan que los principales problemas que han detectado a lo largo de los contratos ejecutados con las empresas de ingeniería local son el incumplimiento de plazos, con 3 puntos, seguido por la rotación de especialistas (potencial impacto en la ejecución y calidad del contrato).

5.2 Empresas de Ingeniería (Oferentes).

5.2.1 Costos. Consultas por complejidad y por tamaño del proyecto.

Se consultó a las empresas de ingeniería por experiencias en casos reales en términos de costos expresados como porcentaje del CAPEX para todas las fases de ingeniería (desde perfil a ITO) en proyectos complejos y de gran tamaño entre 2005 y 2009.

El objetivo fue obtener información sobre el uso del CAPEX como fuente de información proxy para determinar los costos de las ingenierías como porcentaje del CAPEX, según etapas, cuando la complejidad y/o el tamaño fueran relevantes. La información fue solicitada en tres niveles para cada categoría de ingeniería: bajo, moderado y alto.

Las respuestas fueron heterogéneas. Algunas empresas declararon no tener conocimiento del CAPEX de los proyectos donde habían participado. En consecuencia, dichos datos no son utilizables para el objetivo perseguido. Sin embargo, se pudo detectar las siguientes tendencias:

- Complejidad del proyecto: Las empresas de la muestra declaran haber participado mayoritariamente en proyectos de baja complejidad (en todas las ingenierías, desde perfil a ITO); y en proyectos calificados como de mediana complejidad en las etapas de ingeniería conceptual, básica y de detalles. Tres de las cinco empresas declararon haber participado en proyectos de alta complejidad.
- Tamaño del proyecto: Todas las empresas de ingeniería declararon haber participado en proyectos medianos y grandes.

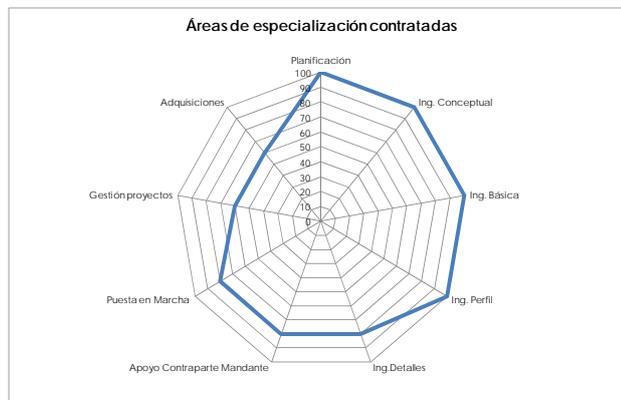
5.2.2 Evolución de la facturación.

Se solicitó información de facturación anual como porcentaje del CAPEX (2005 a 2009) y proyección a 3 y 6 años. Sólo 3 de las 5 empresas participantes respondieron, y sus respuestas fueron sólo parciales, por lo que no fue posible procesarlas ni inferir tendencias.

5.2.3 Áreas de especialización contratadas.

Los resultados de las áreas de especialización contratadas a los oferentes para todas las etapas de proyectos, expresadas en escala de 1 a 100 para el conjunto de estas empresas, son mostrados en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 9



Fuente: Elaboración Cochilco, con base en las respuestas de los participantes

La planificación y las ingenierías de perfil, conceptual y básica, comparten el mayor número de preferencias en todas las etapas del proyecto (desde perfil a detalles) y todas ellas en el rol de contratista principal.

Tres de las cinco empresas de ingeniería han participado como sub-contratistas en diferentes etapas del proyecto (desde perfil a ITO) y dos han participado en ingeniería *soft* (gestión de proyectos, apoyo a contraparte del mandante, administración contratos de ingeniería y adquisiciones), como contratista principal y sub contratista.

Finalmente, 4 de las 5 han participado como contratista principal en la puesta en marcha de proyectos.

5.2.4 Oferta de HH por mercado.

La consulta solicitó a las empresas de ingeniería informar la oferta anual de HH de ingeniería en la industria minera local e internacional, infiriendo además una proyección a 3 y 6 años. Las respuestas se presentan en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 10



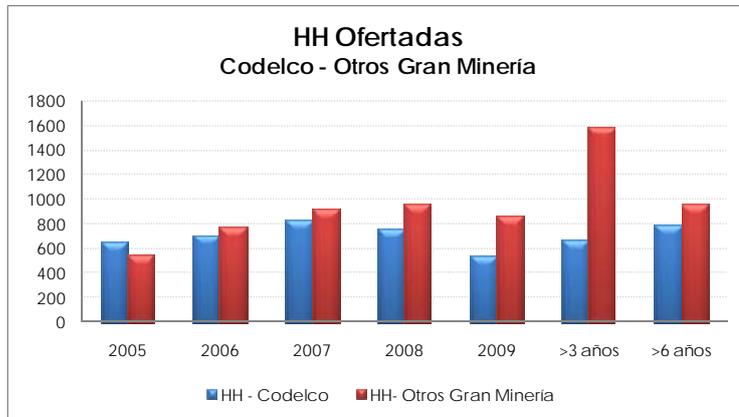
Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

Para el universo de empresas de ingeniería que respondió la encuesta, Codelco ha capturado, en promedio, 45 % de las HH versus 55 % del resto de la gran minería.

En la proyección de 3 y 6 años, la encuesta evidencia un fuerte crecimiento en la participación internacional de la ingeniería en proyectos mineros. Existe una relación con el horizonte de evaluación, el cual coincide con la expansión en proyectos de inversión planificada para los próximos años.

Los resultados de HH de Codelco vs. resto Gran Minería, se muestran en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 11

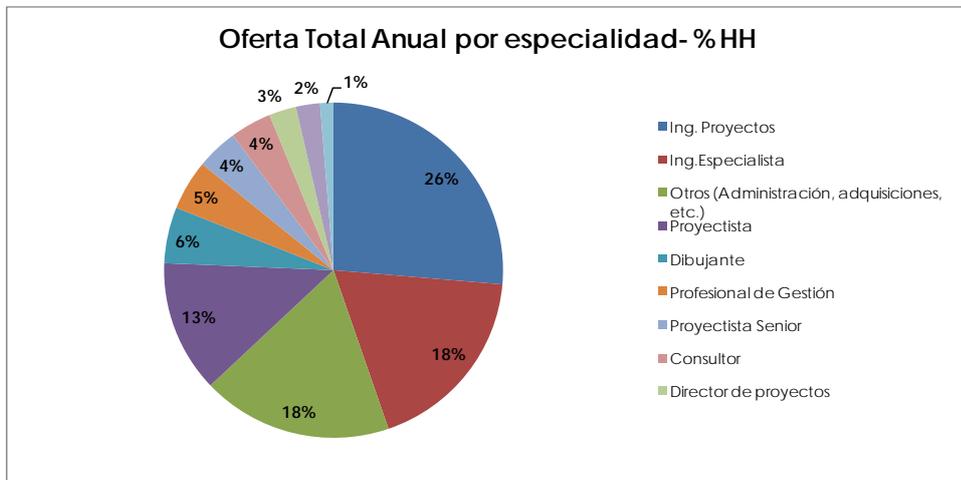


Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

En promedio, la demanda de HH por parte de Codelco ha crecido en los últimos años a la tasa de 5%, mientras que la demanda por parte del resto de la gran minería creció a la tasa de 17%.

5.2.5 Oferta de horas hombre (HH) media anual por especialidad.

Gráfico N° 12



Fuente: Elaboración Cochilco, en base a información de encuestas de participantes

La mayor oferta declarada de HH por las empresas de ingeniería está concentrada en Ingenieros de proyectos, con el 26 % de las horas; luego sigue la de ingenieros especialistas, con un 18 %. El área de soporte a los servicios de ingeniería representa un 18 %, concentrando el apoyo de personal administrativo, adquisiciones y otros.

La capacidad instalada de oferta actual de HH totales de ingeniería de las 5 empresas de ingeniería que respondieron la encuesta, por categoría de profesional, suma 2,7 millones, con la siguiente distribución:

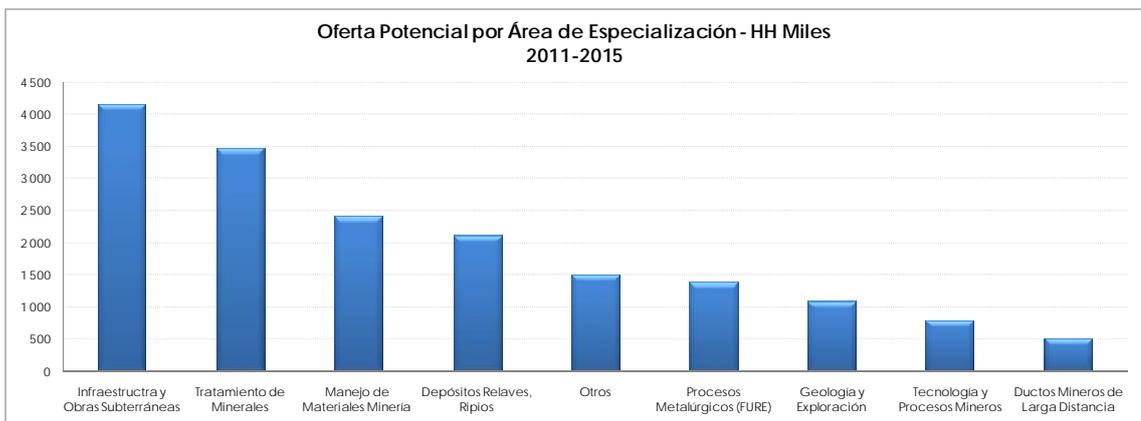
Tabla N° 3

OFERTA	HH Anuales Tot. Muestra (Miles)
Ingenieros de Proyecto	710
Ingenieros Especialistas	500
Otros (Admin., adquisiciones, etc.)	490
Proyectistas	350
Dibujantes	150
Profesional de Gestión	130
Proyectista Senior	110
Consultor	105
Director de Proyectos	70
Profesional de la Calidad y M.A.	60
Prevencionista Riesgos	30

5.2.6 Proyección de HH 2011-2015 por área de especialización.

Se le solicitó a las empresas oferentes una proyección de las HH de ingeniería de proyectos mineros, por área de especialización y para el quinquenio 2011 – 2015, que visualizan serán solicitadas por las empresas mandantes. La encuesta revela que las áreas de mayor expansión en oferta anual, en miles de HH, según los oferentes, serían: Infraestructura minera y obras subterráneas, con un total de 4.146 miles HH; tratamiento de minerales, con 3.458 miles HH; y Manejo de materiales, con 2.405 miles HH. El resultado total se muestra en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 13



Fuente: Elaboración Cochilco, con base en las respuestas de los participantes

El detalle del número de HH, por área de especialización, proyectadas por las empresas de ingeniería para el quinquenio 2011 al 2015 se indican en la Tabla N° 4 siguiente:

Tabla N° 4

ÁREA ESPECIALIZACIÓN	2011 al 2015 (HH Millones)
Geología y Exploración	1.1
Tecnología y Procesos Mineros	0.8
Infraest. Minera y Obras Subterráneas	4.1
Manejo Materiales Minería	2.4
Tratamiento Minerales (Conc./Lix.)	3.5
Procesos Metalúrgicos (FURE)	1.4
Depósitos Relaves, Ripios y Estériles	2.1
Ductos Mineros de Larga distancia	0.5
Otras	1.5
Total según encuestas	17.4

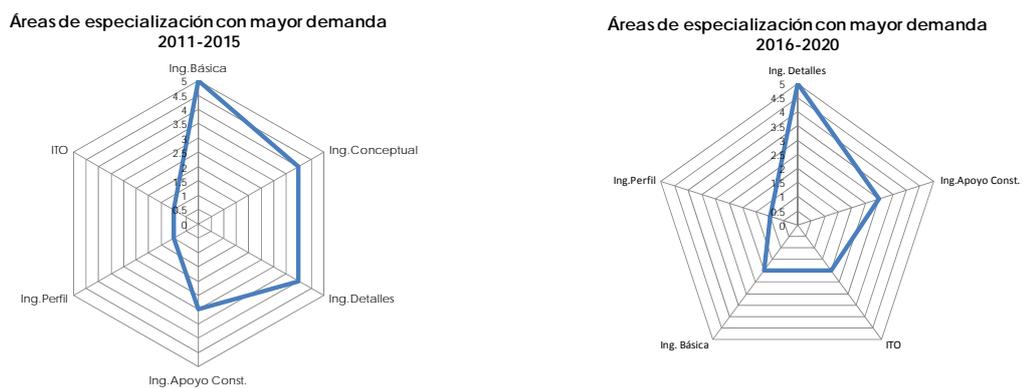
Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes

5.2.7 Índice de rotación.

Todas las empresas de ingeniería informaron rotación de personal, con cifras variables entre 1 y 11 % para el personal directamente relacionado con las disciplinas de ingeniería y un rango de 1 y 5 % para el personal de las disciplinas indirectas. Las limitaciones propias del tamaño de la muestra y la dispersión de las respuestas no permitan sacar conclusiones cuantitativas definitivas.

5.2.8 Áreas de especialización con mayor demanda 2011-2020.

Gráfico N° 14



Fuente: Elaboración Cochilco, en base a información de encuestas de participantes

Según la proyección de HH de las empresas de ingeniería, para la primera etapa de la expansión minera local (2011 – 2015) destacan la demanda por ingeniería básica, con 5

menciones; seguida de ingeniería conceptual y de detalles, con 4 menciones cada una. Las menos demandadas serían ITO e Ingeniería de perfil.

Para el segundo período de inversiones, 2016-2020, la ingeniería de detalles recibe el mayor número de menciones por demanda (5), seguida de la ingeniería de apoyo a la construcción (3).

5.2.9 Áreas de especialización con mayor escasez 2011-2020.

Gráfico N° 15



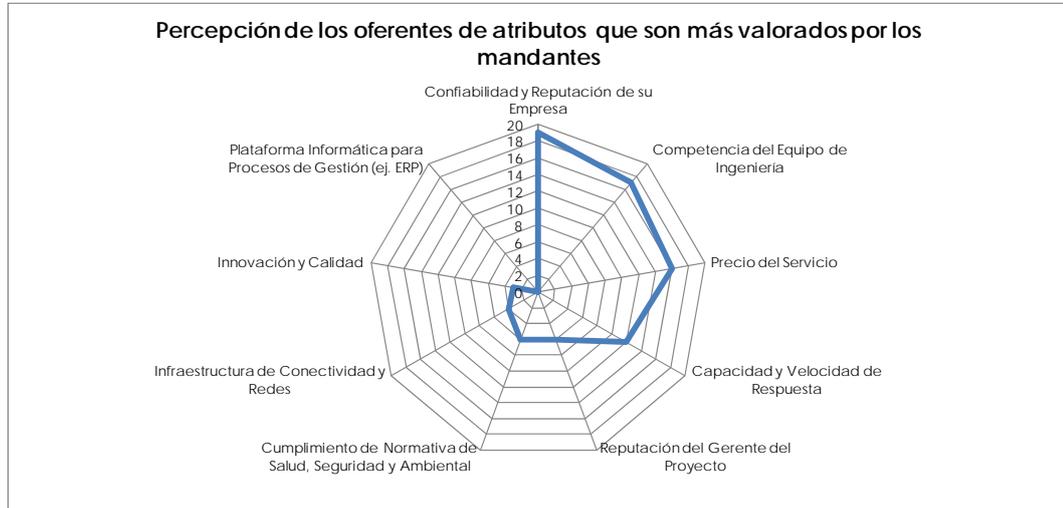
Fuente: Elaboración Cochilco, en base a información de encuestas de participantes

Para la primera etapa de la expansión minera local, las empresas de ingeniería visualizan que la mayor escasez de ingeniería para proyectos mineros ocurrirá en las áreas de especialización de infraestructura minera y obras subterráneas, así como de ingeniería para el manejo de materiales de la minería, con 5 menciones cada una. Con 3 menciones aparecen tecnología y procesos mineros; tratamiento de minerales; depósitos de relaves; rípios o estériles y ductos mineros de larga distancia. Geología, con 2 menciones, cierra la percepción de escasez de las empresas de ingeniería para los próximos años.

En la proyección para el período 2016 – 2020, destaca la percepción de escasez de capacidad de ingeniería en infraestructura minera y obras subterráneas y manejo de materiales de la minería (4 menciones cada una). Enseguida, la escasez de capacidad de ingeniería está asociada a tecnología y procesos mineros (3 menciones).

5.2.10 Percepción cualitativa de los oferentes respecto a sus atributos que serían más valorados por los mandantes.

Gráfico N° 16



Fuente: Elaboración Cochilco, en base a información de encuestas de participantes

Para las empresas de ingeniería, la confiabilidad y la competencia del equipo aparecen como los atributos más valorados por las empresas mandantes.

En un nivel intermedio de valoración aparecen la capacidad y velocidad de respuesta y el precio del servicio de ingeniería.

Llama la atención la valoración media que atribuyen las empresas de ingeniería al cumplimiento de las normativas de salud, seguridad y ambiental, según la perspectiva que le atribuyen al mandante. Ésta sólo se ubica en 6to lugar, contra un 4to. lugar declarado por los mandantes..

Por último, en opinión de las empresas de ingeniería de proyectos que participaron en la encuesta, las empresas mandantes no atribuyen valoración alguna a la plataforma informática para los procesos de gestión, no otorgando ningún valor adicional al servicio ofrecido.

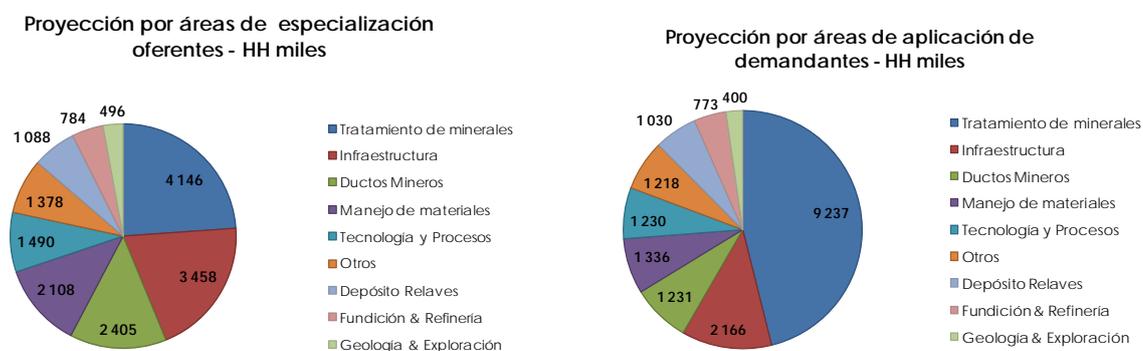
6 PERCEPCIÓN COMPARADA DEMANDANTES/OFERENTES.

6.1 Especialidad de Ingeniería.

De los datos recopilados de las empresas de ingeniería y mandantes, es posible comparar la percepción de cada cual acerca de cuáles serán las principales áreas de aplicación con mayor demanda y oferta en la industria minera. El período abarca los años 2011 a 2015.

Las empresas oferentes y demandantes fueron consultadas por una estimación de HH según el tipo de área de especialización. El siguiente gráfico permite vincular las preferencias citadas por ambas partes.

Gráfico N° 17



Fuente: Elaboración Cochilco, en base a información de encuestas de participantes

Ambos, demandantes y oferentes, coinciden cualitativamente acerca de cuáles serán las áreas de especialización más críticas en el periodo 2011 – 2015, pero difieren en forma importante de la magnitud relativa de las mismas. Esta información podría ser útil para que las empresas de ingeniería tomen algunas medidas. Por ejemplo, potenciar capacitaciones y programas de desarrollo de especialistas al interior de las empresas, considerar el intercambio de profesionales especializados desde el extranjero, vigilar atentamente las condiciones de un mercado laboral más competitivo, entre otros.

6.2 Tendencias Cruzadas.

En la tabla siguiente están ordenados algunos parámetros en que mandantes y oferentes, están de acuerdo o en desacuerdo, según sus propias visiones.

Tabla N° 5

DIMENSIÓN, PARÁMETRO O VALOR	VISIÓN		
	CONVERGENTE	DIVERGENTE	INTERMEDIA
Interés por:			
- Ingeniería de Perfil		Alta	
- Ingeniería Conceptual	Media		
- Ingeniería Básica	Alta		
- Ingeniería de Detalles	Alta		
- Inspección técnica de obras (ITO)		Alta	
- Ingeniería de Apoyo a la Construcción			Media
Mercados:			
- Incapacidad de la ingeniería para satisfacer la demanda	Alta		
- Ingenierías de infraestructura minera y obras subterráneas, tratamiento minerales y manejo materiales minería, serían las más demandadas a futuro	Alta		

Fuente: Elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

Interpretación de la visión:

Convergente: Apreciación compartida

Divergente: Apreciación opuesta

Intermedia: Convergen o divergen parcialmente

Alta, Media: Niveles

La Tabla N° 5 incluye las convergencias/divergencias más relevantes que podrían ayudar a discutir formas de hacerse cargo del mercado futuro de los servicios de ingeniería (2011 al 2020).

Las tendencias mostradas podrían ser útiles para que las empresas de ingeniería diseñen estrategias de participación, a la luz de las respuestas entregadas en la encuesta, dado que la actividad presenta un panorama alentador.

6.3 Proyecciones de Demanda y Oferta de Ingeniería (Quinquenio).

Las proyecciones de las necesidades de ingeniería, para las mismas áreas (aplicación para mandantes y especialización para oferentes), en proyectos mineros del quinquenio 2011-2015, cuyos resultados se muestran en las Tablas N°s 2 y 4, respectivamente, corresponden a las muestras analizadas y no guardan correspondencia entre sí ya que Demandantes y Oferentes hicieron sus estimaciones sin disponer de información de su respectiva contraparte. Son estimaciones sin un Mandante identificado por el Oferente y viceversa, y difieren sustancialmente en la distribución.

No obstante las diferencias de distribución, coinciden en la apreciación de importancia acerca de las tres áreas con mayor número de HH proyectadas (los tres primeros lugares): Infraestructura Minera y Obras Subterráneas, Manejo Materiales Minería y Tratamiento de Minerales por Concentración y Lixiviación. En un segundo grupo de las tres siguientes áreas con mayor número de asignación de HH (los tres siguientes lugares), hubo coincidencia sólo en una área: Depósitos de Relaves, Ripios y Estériles. En las áreas restantes, hay una notoria dispersión, particularmente en Geología y Exploración y Ductos Mineros de Larga Distancia.

El hallazgo anterior, con la debida precaución dado el tamaño de la muestra analizada, sugiere que los Oferentes rediseñen sus estrategias de desarrollo de competencias distintivas en función de la proyección de la demanda de HH de ingeniería para la minería nacional de la presente década, particularmente del quinquenio 2011 – 2015. Es posible que los mandantes estén en mejores condiciones para estimar la desagregación de la demanda futura, por área de aplicación, dado que tienen una cartera de proyectos que no necesariamente es del dominio público.

Es posible que la(s) línea(s) de especialización de una firma de ingeniería esté(n) desalineada(s) con respecto a la estimación hecha por los mandantes, por lo que esta información puede ser muy útil para que los oferentes calibren sus expectativas y hagan algunos ajustes.

Para años posteriores al 2015, la proyección de crecimiento de demanda fluctuaría en torno al 5 % anual (promedio considerando crecimientos y decrecimientos).

No fue parte de la encuesta, pero es un hecho conocido que las empresas de ingeniería arman sus equipos tarea a tarea encomendadas por los mandantes manteniendo un grupo crítico menor. El desafío para éstas será enfrentar la posibilidad que la demanda de HH de ingeniería de proyectos mineros crezca significativamente y que la competencia por profesionales de excelencia se constituya en un real problema para las empresas.

De la información capturada en las encuestas no fue posible obtener indicadores para proyectar las HH de ingeniería por inversión del proyecto total, considerando todas las fases de un proyecto desde perfil a puesta en marcha y para todas las especialidades de oferentes y áreas de aplicación de demandantes, como originalmente fue considerada en el alcance del análisis.

Por otra parte, la reflexión anterior también sugirió la obtención de los gráficos que siguen, en los que el lector podrá apreciar la dispersión de las respuestas acerca de las estimaciones de HH por área de especialización, las que están registradas a partir de las

HH's de las Tablas N°s 2 y 4, por área de aplicación y especialización, para cada empresa mandante y oferente, respectivamente, que entregó información. Para las áreas de especialización Geología y Exproración y Procesos FURE, sólo dos empresas de ingeniería entregaron información, mientras que entre los mandantes, sólo una lo hizo en Procesos FURE.

En general, en este ítem las respuestas de mandantes y oferentes se circunscribieron a 4 de las 5 empresas de cada grupo participante. Los gráficos consideran el peso relativo (tamaño de las burbujas) de cada empresa numerada del 1 al 5 en su respectiva área, según elaboración Cochilco con base en las respuestas de los participantes.

Gráfico N° 18

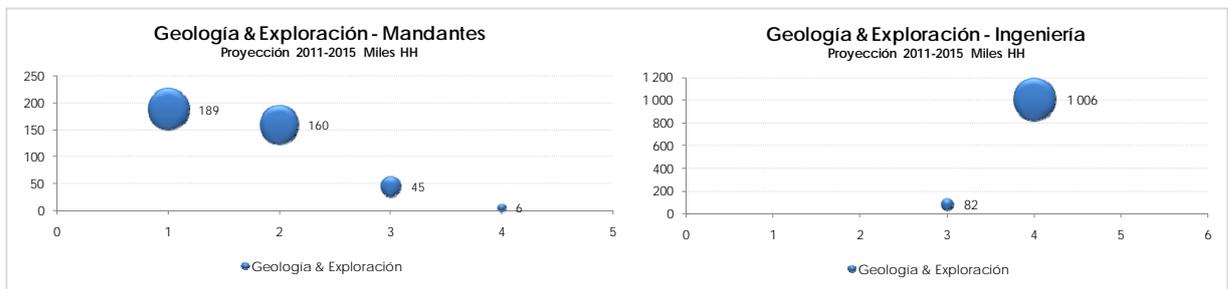


Gráfico N° 19

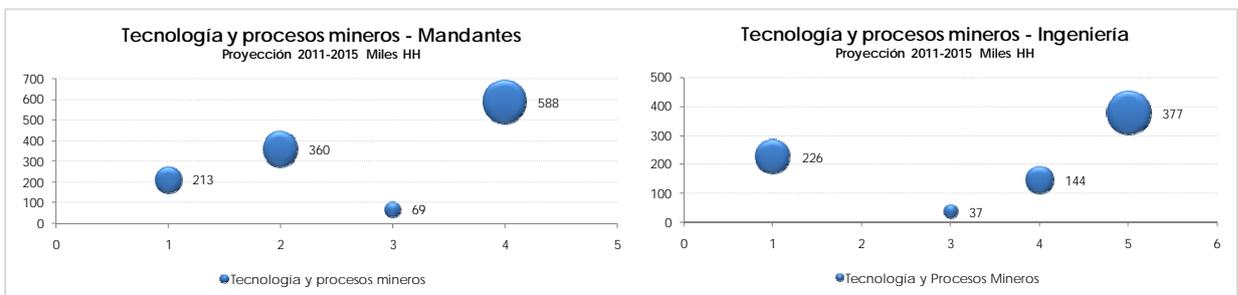


Gráfico N° 20

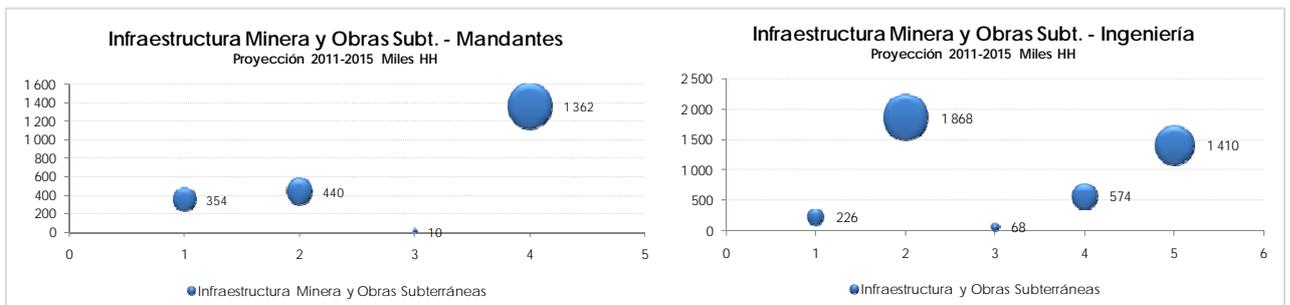


Gráfico N° 21

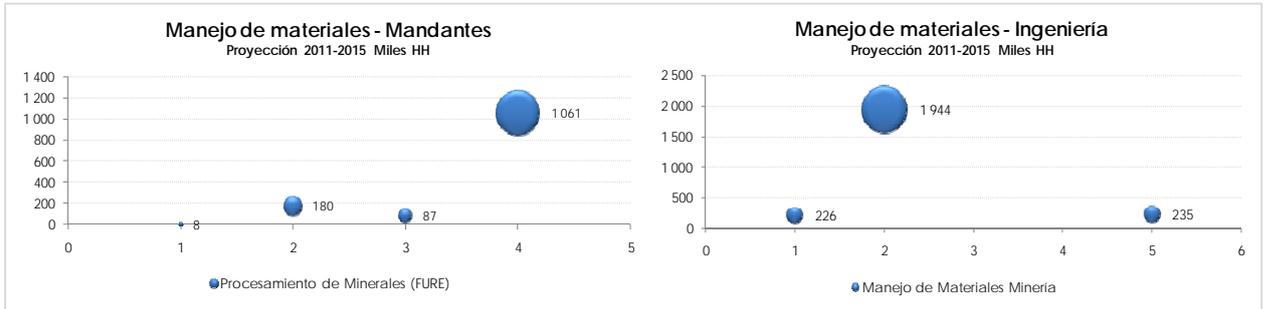


Gráfico N° 22

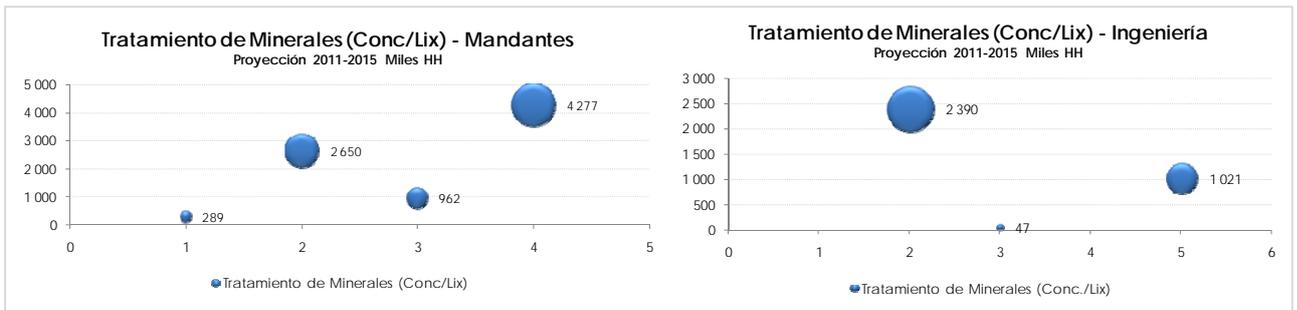


Gráfico N° 23

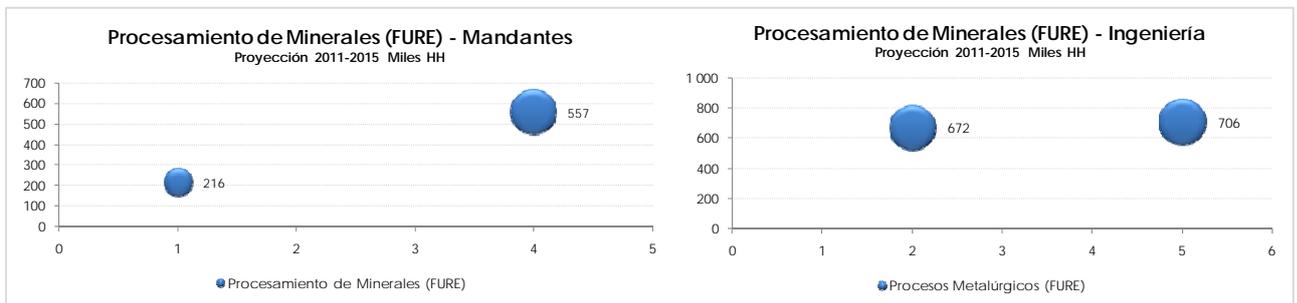


Gráfico N° 24

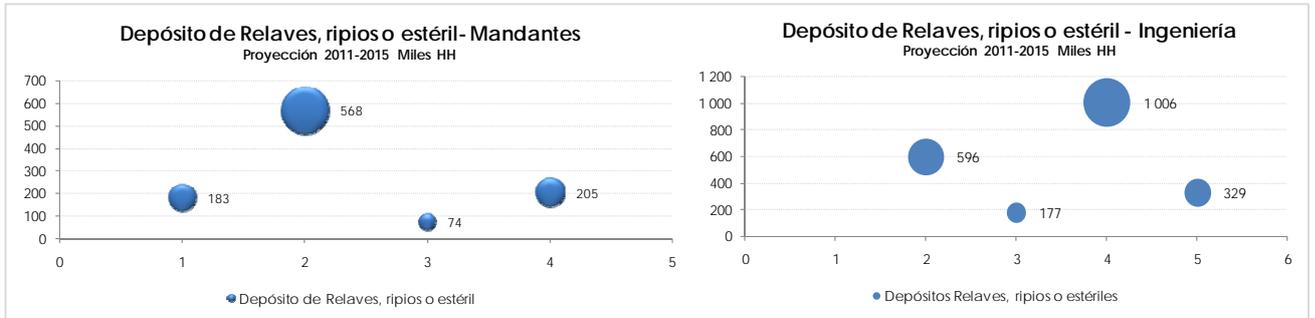


Gráfico N° 25

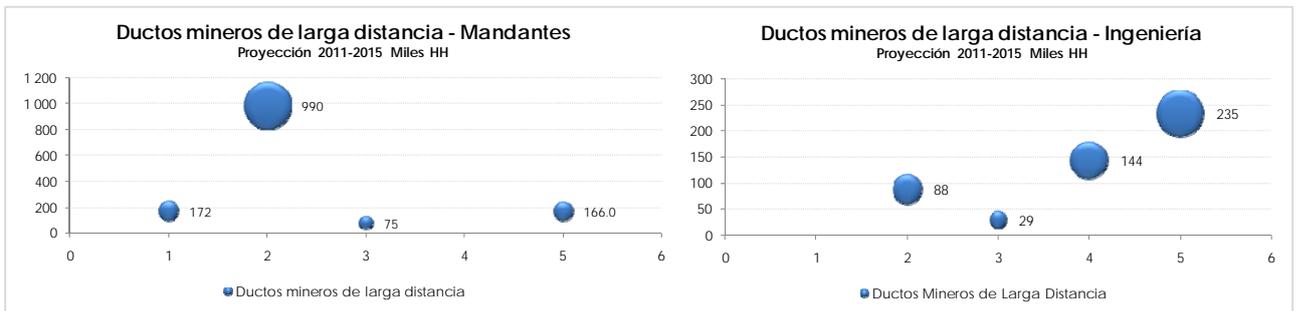
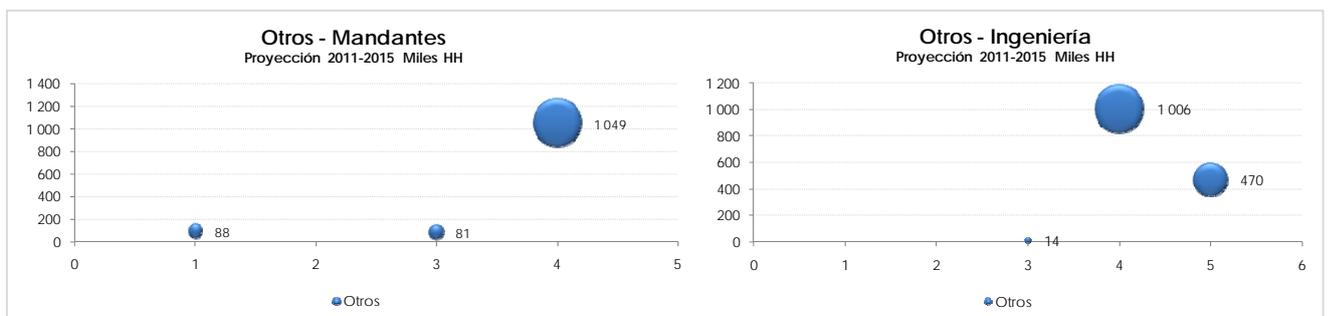


Gráfico N° 26



7 CONCLUSIONES.

Se espera que la oferta actual de HH de ingeniería de proyectos mineros para satisfacer la demanda proyectada a partir de la cartera de proyectos de la minería del cobre en Chile crezca en alrededor de 40 % anual en el período 2011 al 2015. Los años de mayor demanda son 2011, 2012 y 2013

La percepción de demandantes y oferentes es que la ingeniería con presencia en Chile no satisfará las necesidades requeridas por falta de profesionales (HH's), particularmente en las áreas de especialización Infraestructura Minera, Obras Subterráneas y Beneficio de Minerales (Concentración/Lixiviación).

Existe coincidencia entre demandantes y oferentes de servicios de ingeniería respecto de cuáles serán las especialidades de ingeniería más críticas en el período 2011 – 2015. Se espera que esta información de paso a iniciativas para potenciar los equipos humanos de ambas contrapartes mediante programas de capacitación y que se ajusten a las proyecciones de demanda y complementen sus equipos mediante el intercambio de profesionales en el mercado global de HH de ingeniería, en el cual participan las empresas de ingeniería con presencia en Chile.

A pesar de las limitaciones propias del pequeño tamaño de la muestra que soporta estas conclusiones, las empresas de ingeniería harían bien en intensificar la vigilancia de la evolución de las condiciones de un mercado laboral más dinámico y enriquecer su capacidad asociativa a nivel global para ofrecer un servicio más completo y potente.

A su vez, el estudio sugiere que las empresas demandantes debieran internalizar el que la evidencia disponible diagnóstica que habrá escasez de servicios de ingeniería de proyectos en áreas de aplicación críticas, lo que implicará alzas en los salarios de profesionales de algunas especialidades más que otras, poniendo a prueba la capacidad de anticipación de ambas contrapartes para aumentar la productividad y efectividad de su interacción.

Por otra parte, emerge como una condición deseable el que las empresas demandantes compartan más información acerca de sus carteras de proyectos con las empresas de ingeniería, con la debida antelación a la oportunidad de la necesidad (tipo "*Road Show*"). Esto podría mejorar sus oportunidades de evitar tiempos más largos de ejecución, mayores costos y atrasos indeseados en la partida por negociaciones para "armar" equipos competentes de ingeniería, entre otras amenazas.

COMISIÓN CHIELNA DEL COBRE

Informe Elaborado por:

Dirección de Evaluación de Gestión Estratégica

Emisión: Enero 2011