



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**EVALUACION DE INSTRUMENTOS INSTITUCIONALES PARA EL DESARROLLO
DE TECNOLOGIAS.
CASO: MINERIA CONTINUA DIVISION ANDINA DE CODELCO.**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTION Y DIRECCION DE
EMPRESAS**

RICARDO ANTONIO MUÑOZ ROJAS

PROFESOR GUIA

JUAN ZANLUNGO MATSUHIRO

MIEMBROS DE LA COMISION:

LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN

IVAN BRAGA CALDERON

SANTIAGO DE CHILE

MAYO 2014

RESUMEN

El presente trabajo se inicia con un análisis general sobre la importancia de los procesos de innovación en el desarrollo de tecnologías como un indicador clave de competitividad global que da sustento al desarrollo de ventajas competitivas del tipo dinámicas.

Se continúa con una caracterización del sector minero y con la selección y definición de variados aspectos relevantes para la caracterización de un proceso de innovación dentro de esta actividad económica, todos los cuales provienen del manual de Oslo, que es un instrumento publicado y actualizado por la OCDE, para el análisis y recopilación de datos en materia de innovación y del conjunto de actividades que dan lugar a esta.

Con estos antecedentes, se construye una matriz de caracterización de los procesos de innovación dentro de una empresa minera, cuya comprensión teoría adecuada permite enmarcar cualquier proceso de innovación en ejecución y obtener implicaciones en la elaboración de estructuras que den sustento a estos procesos.

Dicha matriz se aplica a un caso conocido por el autor, como lo es “El desarrollo de la minería continua en división Andina de Codelco”, en esta tarea se enmarcan la evolución histórica en materias de innovación de Codelco, los procesos de innovación individuales ejecutados por algunas divisiones de Codelco, las tareas desarrolladas en división andina, el status del proyecto actual y las impresiones expertas vertidas por quien lideró el proceso durante varios años.

Para el caso de estudio, se pudo concluir que Codelco efectivamente lidera actividades de innovación que son principalmente de PROCESO pero esta labor se desarrolla sobre un marco organizacional convencional que inhibe el proceso en sí, esto deja de manifiesto la presente necesidad para Codelco de liderar procesos de innovación en lo ORGANIZACIONAL.

Los principales resultados obtenidos en este proceso evaluativo, son de mostrar impactos directos de las actividades de innovación en los resultados de la empresa, caso particular eficiencia y costos, así como relevar los factores que afectan la capacidad de innovar, principal aporte del presente trabajo, en términos de nuestras capacidades de iniciar procesos de innovación tecnológicos (particularidad de la minería), pero con una escasa estructura para sistematizar estos procesos e identificar los agentes inhibidores de procesos de innovación.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	4
2.	MINERIA CHILENA, FUENTE DE APALANCAMIENTO PARA SU ECONOMÍA.	6
3.	CONTEXTO DE INNOVACION EN CHILE Y SU VINCULACION AL SECTOR MINERO.	7
3.1.	RELACIÓN ENTRE EL GASTO I+D v/s PIB.	8
3.2.	SER SISTEMÁTICOS.	8
3.3.	FINANCIAMIENTO.	9
3.4.	FOCALIZADA	11
3.5.	FORMACION.	11
3.6.	CADENA DEL VALOR.	12
4.-	CARACTERIZACION DEL CLUSTER MINERO	12
4.1	GESTORES TECNOLOGICOS.	13
4.2	INDUSTRIA MINERA.	14
4.3	INSTITUCIONALIDAD NECESARIA.	14
4.4	CONDICION ACTUAL.	14
5.	INNOVACION EN MINERIA	15
5.1	DEFINICIONES.	16
5.2	PARAMETROS RELEVANTE EN LA CARACTERIZACION MINERA.	19
6.	INNOVACION CODELCO.	19
6.1	EVOLUCION HISTORICA	20
6.2	DESAFIOS DE CODELCO	21
6.3	MINERIA CONTINUA	21
6.4	RAZONES DE SU IMPLEMENTACION	22
6.5	HISTORIA DE IMPLEMENTACION	23
6.5.1	División EL SALVADOR	23
6.5.2	División ANDINA	24
6.6	PROYECTO DE MINERIA CONTINUA EN DIVISION ANDINA	25
7.	CARACTERIZACION DE LA INNOVACION: CASO MINERIA CONTINUA.	28
7.1	ANALISIS DE RESULTADOS.	30
7.2	PROPUESTAS A LA CARACTERIZACION.	31
8.	CONCLUSIONES.	35
9.	BIBLIOGRAFIA.	36

1. INTRODUCCION

Hoy no nos resulta muy difícil hablar de globalización cuando encendemos nuestro televisor, nos conectamos a internet o realizamos compras directas de productos a otros países. Sin embargo lo anterior, el tema se torna un poco más complejo, cuando intentamos visualizar los efectos concretos de esta globalización en nuestra nación, en nuestra economía, en nuestras empresas y por último en nuestro quehacer diario. Lograr establecer cuáles son los desafíos impuestos al ser parte de esta globalización, cuáles son las amenazas intrínsecas a la sustentabilidad de nuestras empresas y a los negocios en que nos desempeñamos, sigue resultando una pregunta algo no tan rápido de responder.

“El mundo es plano, después de todo.....” dijo Thomas L. Friedman en publicación del New York Time del 3 de Abril del 2005, pero como no si hoy observamos países globalizándose, compañías globalizándose e individuos globalizándose. Hoy contamos con plataformas de colaboración que permiten conectar a personas Face to face, con redes submarinas que conectan continentes, aperturas y políticas de mercados que permiten flujos de trabajos y profesionales; a nuestra disposición se encuentran teléfonos, computadores personales, redes inalámbricas que han hecho de la colaboración un proceso del tipo horizontal.

Lo anteriormente expuesto resalta la condición de igualdad en que esta nación se encuentra expuesta, e indudablemente nos desafía a trabajar en determinar las condicionantes que sustentan nuestra aparente ventaja comparativa en un contexto de fuerte competencia ya no local, sino mundial.

Competencia en igualdad de condiciones, jerarquías y estructuras organizacionales más planas nos desafían al desarrollo de trabajos de naturaleza más intelectual, en donde la permanente innovación se constituye en una de las formas más aclamadas para el desarrollo sostenido de una ventaja comparativa del tipo dinámica.

El foro económico mundial establece para la determinación del índice de competitividad global nueve parámetros de evaluación, entre los cuales el manejo del conocimiento se ha constituido en la fuente principal para el crecimiento económico en todas las regiones del mundo. Es aquí, en donde la innovación debe tener un papel destacado generando sistemáticamente conocimiento propio y de clase mundial base para la obtención de ventajas competitivas dinámicas.

Desde 1990 la minería en Chile ha demostrado ser tremendamente exitosa, atrayendo a inversionistas, introduciendo tecnologías mineras, mejorando la gestión, desarrollando políticas sobre seguridad, medio ambiente, laborales y fundamentalmente por aumentos en productividad que la mantienen como un sector nacional ampliamente competitivo a

nivel mundial, es más algunos connotados académicos conocedores del rubro manifiestan abiertamente “ Si todo el resto de los sectores productivos Chilenos utilizaran un nivel tecnológico similar al de la minería, Chile sería actualmente un país desarrollado”

La minería del cobre es una industria global y Chile es el primer productor de cobre refinado del mundo, y por lejos. Sin embargo, la innovación en minería es pequeña, esto medido en número de patente de invención, empresas de ingeniería de gran tamaño, producción de bienes tecnológicos avanzados para la minería, número de instituciones e investigadores dedicados a la investigación en minería etc.

Sin embargo lo anterior, la oportunidad está presente, Chile enfrentará dentro de los próximos 20 años problemas tecnológicos específicos antes que ningún otro país en el mundo, explotaciones subterráneas de grandes dimensiones y a grandes profundidades, detección de pórfidos de profundidad, diseño de equipos de manejo continuo de mineral, temas que si son resueltos renuevan y acrecentarán nuestra ventaja competitiva en estas materias.

Desde el año 2000 menos del 5% de los recursos estatales para I+D han sido asignados a la minería, es más casi la totalidad de innovación en minería en Chile ha sido desarrollada por Codelco quienes han invertido anualmente hasta un 0,4% de las ventas en innovación lo que resulta modesto comparado con el 10% invertido anualmente por las empresas de alta tecnología en el mundo.

Reconociendo en la globalización una exigencia por ser más productivos, se necesita una correcta y sincera evaluación de nuestra institucionalidad en cuanto a innovación en minería se refiere, construyendo una sistemática y permanente gestión del conocimiento maximizando el negocio de la innovación como forma de apalancar el crecimiento de la totalidad de sectores económicos de la nación.

Habiendo establecido el contexto globalizado en que se encuentra nuestra economía, se demostrará que el sector productivo de la minería en Chile, es la única actividad económica con la importancia y las competencias para llevar a cabo un apalancamiento económico de la nación. Para esto, se establecerá el posicionamiento de la minería en la economía de la nación, como también como este mismo rubro ha permitido a otras naciones lograr el anhelado desarrollo.

La innovación debe ser adecuadamente definida, aplicada y evaluada, para que de esta manera se puedan establecer los tipos de innovación que debemos centrar atención para iniciar un trabajo sistémico de crecimiento.

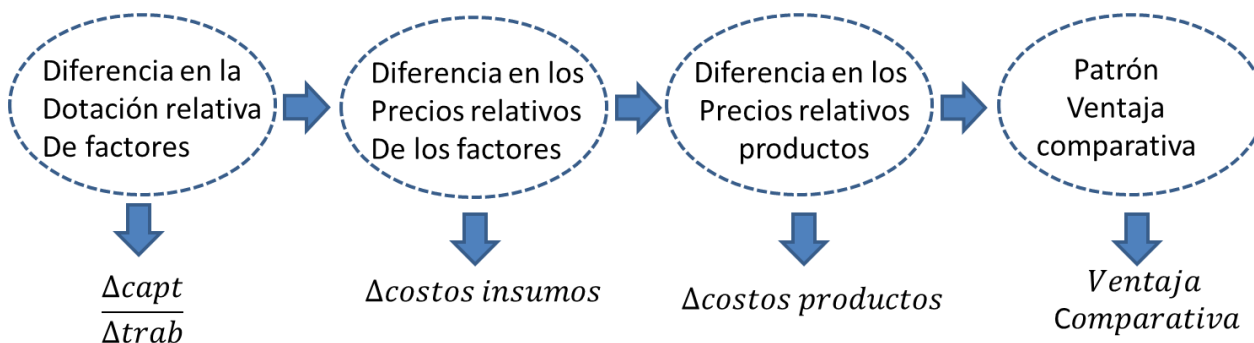
2. MINERIA CHILENA, FUENTE DE APALANCAMIENTO PARA SU ECONOMÍA.

Una breve mirada respecto de la importancia macroeconómica de la minería del cobre en Chile, nos entrega algunos antecedentes clarificadores; Chile es el mayor productor mundial de Cu con un 32% en 2011, posee las mayores reservas de Cu en el mundo cerca del 30% mundial, promedia el 53% de las exportaciones totales de la nación, el cobre representa el 20% de los ingresos fiscales, la minería en Chile paga un monto en impuestos similar al pagado en su conjunto por la industria, el comercio, la construcción, la agricultura, el transporte y las actividades inmobiliarias, la minería del cobre es un sector intensivo en capital y que aporta una fracción muy baja respecto del empleo total. Frente a lo expuesto, resulta poco probable que otro rubro del quehacer nacional tenga la proyección, el impacto y la importancia actual para lograr un apalancamiento de desarrollo económico como lo es hoy el negocio del cobre en Chile.

A lo largo de su historia, la minería del cobre se ha ido especializando en la producción y explotación de productos naturales no renovables en lo que se ha vuelto muy bueno, mientras que el estado ha ido utilizando sus ganancias para la adquisición de otros productos que le resultan más costosos de adquirir o para el apalancamiento de otros parámetros de competitividad como lo son su estabilidad institucional, educación, macroeconomía por nombrar algunos.

En estos últimos 20 años Chile ha mantenido una permanente política de apertura comercial que se ha traducido y materializado en renombrados tratados internacionales de libre comercio con lo que no solo se ha aumentado la inversión extranjera, sino también ha aumentado considerablemente la competencia en productos que son del tipo commodities y en donde la productividad que se tenga de estos productos es de suma importancia para la mantención de la ventaja competitiva que se tiene hoy en producirlos en Chile.

De acuerdo a la teoría de dotación de factores la diferencia en abundancia relativa de factores es causante de la diferencia en precios relativos, origen del patrón de ventaja Comparativa.



Bajo una mirada de la demanda se asume que tango gustos como preferencias son las mismas en las distintas naciones y bajo la mirada de la oferta la tecnología e s la misma, solo dejando pie para el análisis a las distintas relaciones de capital y trabajo como fuentes de la ventaja competitiva que prontamente analizaremos en el mercado minero del cobre.



Pero no solamente se puede explicar el patrón de una ventaja competitiva por incrementos de la cantidad de factores y su relación capital v/s trabajo, sino también producto de un aumento de eficiencia con la que se utilizan o combinan dichos factores, en donde es primordial el capital humano calificado, la tecnología y el conocimiento. En definitiva se ha observado empíricamente que la productividad total de factores explica cerca del 50% en el nivel y tasa de crecimiento del ingreso per cápita entre países, así lo expuesto en el apartado introductorio, sumado a lo expuesto en los párrafos predecesores, enfatiza el hecho de promover y generar ventajas comparativas permanentemente, gestionando el cambio y la competencia, y por sobre todo, estimular la innovación como un medio para el desarrollo de tecnologías, nuevos procedimientos, nuevas estrategias que nos permitan aumentar nuestras diferencias de dotaciones de recursos.

3. CONTEXTO DE INNOVACION EN CHILE Y SU VINCULACION AL SECTOR MINERO.

Chile es una nación cuya principal actividad económica se centra en la minería y en cuyo desarrollo y estabilidad proyecta su crecimiento. En estos términos, es necesario contextualizar nuestro posicionamiento a nivel global y determinar comparativamente con países similares, en cuanto a actividad económica y desarrollo se refiere, cuales son las brechas a tener en consideración respecto de caminos ya recorridos por estas naciones comparativas.

En el presente trabajo se realizan comparaciones fundamentales con los casos de desarrollo australiano, finlandés y canadiense, por cuantos estos tres países en mayor o menor grado han logrado desarrollo económico, apalancados por la explotación de sus recursos naturales.

3.1. RELACIÓN ENTRE EL GASTO I+D v/s PIB.

En base a los datos obtenibles del banco mundial para compararnos con países que cuentan con un desarrollo similar al nuestro y otros que ya cuentan con el crecimiento esperado por estos, se puede observar una relación directa entre el gasto incurrido en I+D versus su PIB. Mientras mayor sea la inversión en investigación y desarrollo mayores son las probabilidades de tener un crecimiento en el PIB.

Tabla 1: Comparativo Mundial en Inversión I+D, 2004

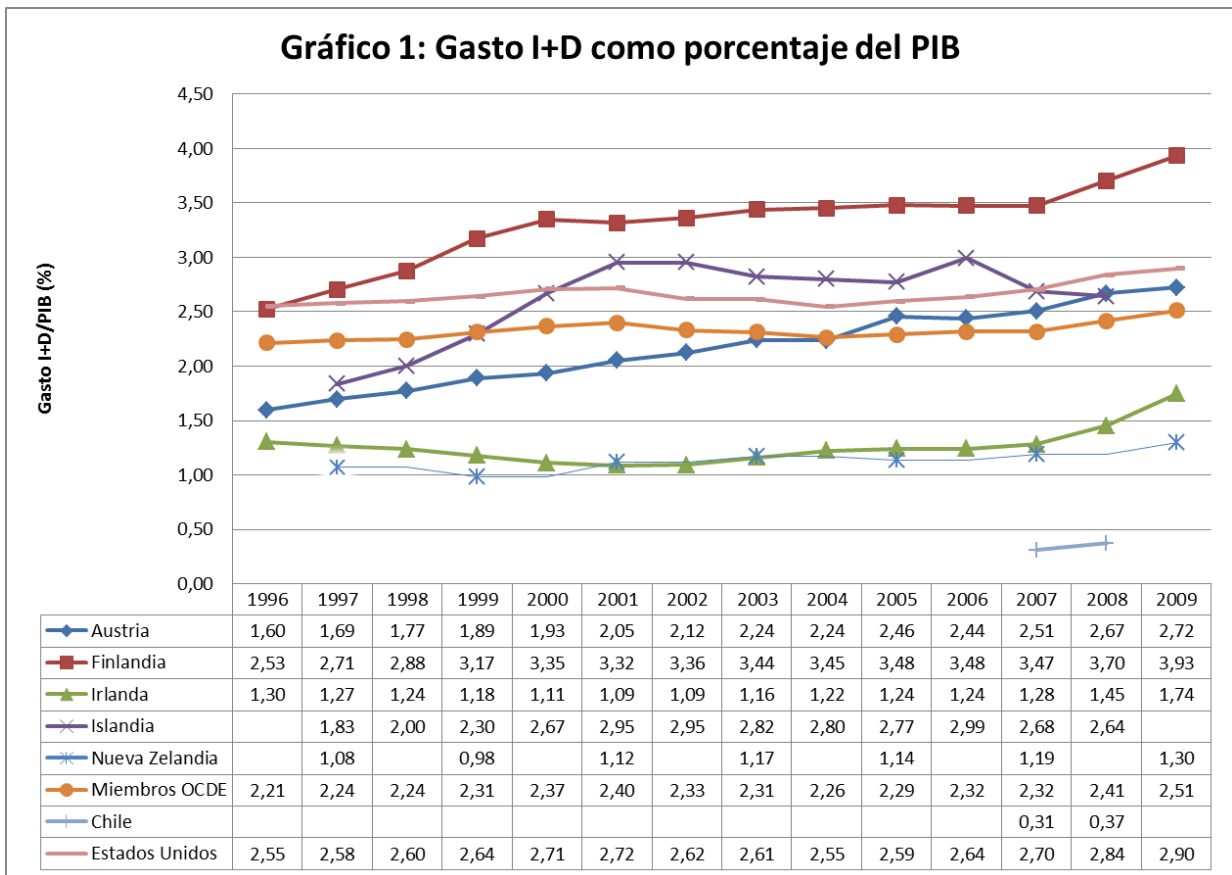
	PIB Millones US\$	Población Millones	PIB PER CAPITA US\$	RELACION CON CHILE PER CAPITA	Inversión en I+D			
					%PIB	MILLONES US\$	RELACIONES CON CHILE	RELACION CON CHILE PER CAPITA
Argentina	153000	38,4	3984	0,7	0,44	673	1,1	0,4
Australia	637300	19,9	32025	5,5	1,7	10834	16,9	13,7
Brasil	604000	183,9	3284	0,6	0,91	5496	8,6	0,8
Canadá	978000	32	30563	5,2	1,96	19169	30	15,1
Chile	94100	16,1	5845	1,0	0,68	640	1	1
Corea	679700	47,6	14279	2,4	2,85	19371	30,3	10,2
España	1039900	42,6	24411	4,2	1,07	11127	17,4	6,6
Estados Unidos	11711800	295,4	39647	6,8	2,68	313876	490,5	26,7
Finlandia	185900	5,2	35750	6,1	3,51	6525	10,2	31,6
Grecia	205200	11,1	18486	3,2	0,58	1190	1,9	2,7
Hungría	100700	10,1	9970	1,7	0,89	896	1,4	2,2
Irlanda	181600	4,1	44293	7,6	1,2	2179	3,4	13,4
Islandia	12200	0,3	40667	7,0	3,01	367	0,6	30,8
Israel	116900	6,6	17712	3,0	4,46	5214	8,1	19,9
Japón	4622800	127,9	36144	6,2	3,13	144694	226,1	28,5
México	676500	105,7	6400	1,1	0,41	2774	4,3	0,7
Nueva Zelanda	98900	4	24725	4,2	1,16	1147	1,8	7,2
Países Bajos	579000	16,2	35741	6,1	1,78	10306	16,1	16
Polonia	242300	38,6	6277	1,1	0,58	1405	2,2	0,9
Portugal	167700	10,4	16125	2,8	0,78	1308	2	3,2
República Checa	107000	10,2	10490	1,8	1,27	1359	2,1	3,4

Fuente: Dirección de Innovación y Proyectos UC en base a datos de World Bank 2006, United Nations Development Program 2006, United Nations 2005.b. y RICYT 2006.

Si centramos nuestra atención en países como Australia, Finlandia o Canadá podemos observar que estos países llegan a invertir entre 2,5 a 5 veces en I+D como porcentaje del PIB en Relación a Chile. Esto es importante si consideramos que tanto Australia, Finlandia o Canadá son países también mineros que han centrado su apalancamiento económico en esta actividad.

3.2. SER SISTEMÁTICOS.

Otro parámetro importante a considerar para la innovación, es el tiempo; por cuanto los países que han demostrado ser exitosos han sido consistentes, creado y mantenido políticas de innovación a lo largo de tiempo.



En la misma línea que el apartado 3.1 es posible observar el esfuerzo sostenido de naciones como Finlandia y Australia en términos de la inversión en I+D, demostrando que resultados posibles en términos de crecimiento son resultado de una política permanente y creciente de inversión en estas materias.

3.3. FINANCIAMIENTO.

En la mayoría de los países innovadores el gasto considerado para I+D es financiado por el sector privado, se estima entre un 50% y un 70% de financiamiento privado y el restante estatal.

Gráfico 2: Distribución del financiamiento I+D en Australia.

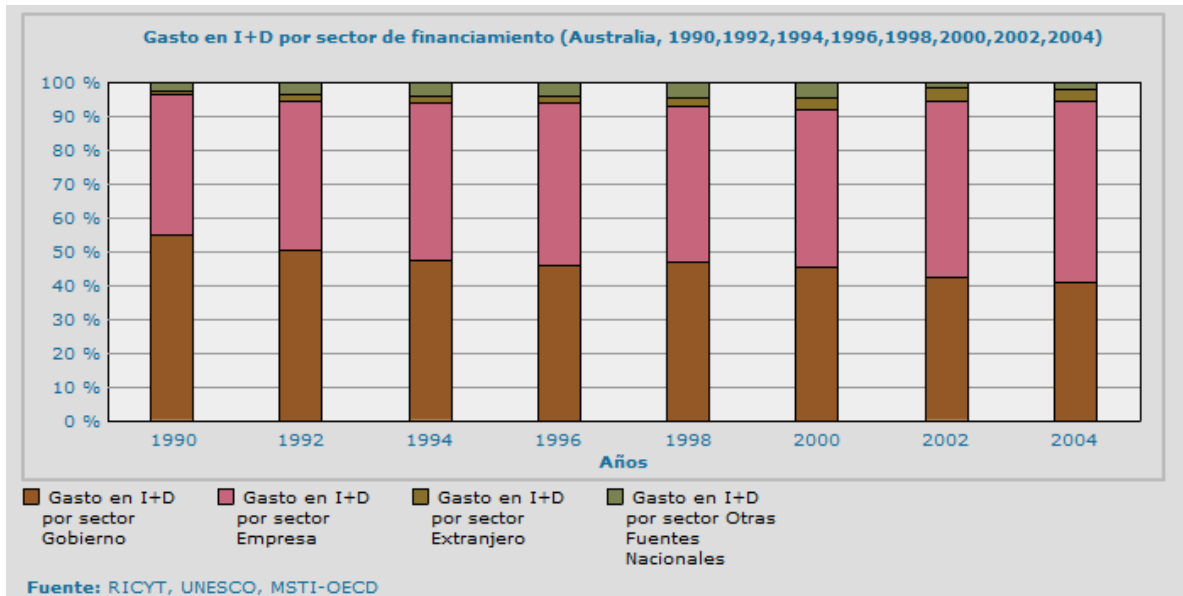
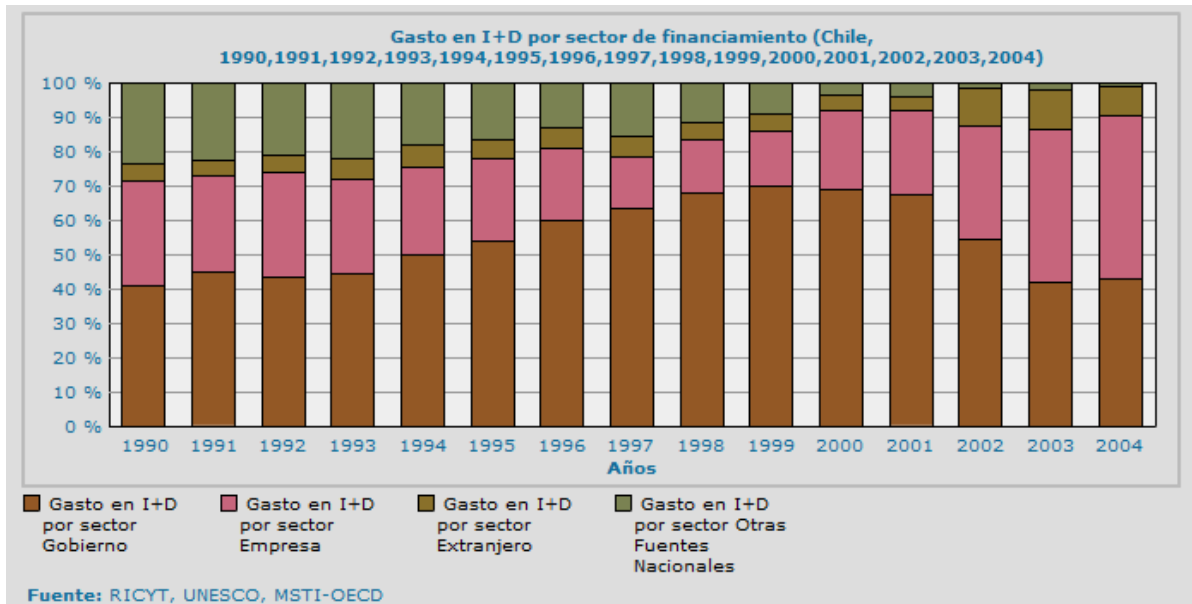


Gráfico 3: Distribución del financiamiento I+D en Chile.



Del caso australiano podemos observar un aumento sostenido de la participación en I+D por el sector privado, situación que podemos proyectar también en el caso Chileno, en donde se observa un aumento de participación del sector privado en estas materias pero aun por debajo de los países que hoy ostentan el título de desarrollados. La realidad es que hoy en Chile gran parte de la inversión realizada en materias de Investigación y desarrollo son realizadas por el estado Chileno, sus estamentos dedicados o por sus empresas.

3.4. FOCALIZADA

La innovación resulta ser aplicada y consistente con los negocios que apalanca la economía nacional. En definitiva la innovación debe estar cercana al sector que presenta desafíos y transferencia tecnológica.

Durante la década de 1980 y de 1990, el sector minero canadiense estuvo entre los que obtuvieron la mayor productividad total de factores (capítulo 2 de la presente tesis) excediendo casi tres veces al promedio de la economía canadiense (Global Economic, 2001). En el caso australiano se presenta un comportamiento similar al canadiense en donde el explosivo desarrollo de actividades de Investigación y desarrollo en minería ha llevado a importantes impactos en la totalidad de la productividad nacional.

El caso chileno no se aparta a lo expuesto, por cuanto en la última década se ha demostrado que la bonanza económica en el rubro de la minería ha permitido una estabilidad macroeconómica que demuestra la necesidad de focalizar nuestros esfuerzos en el desarrollo de esta actividad como forma de apalancamiento económico.

3.5. FORMACION.

Australia, Canadá son países que al igual que Chile han sostenido como base de su desarrollo la explotación de sus recursos naturales, pero han visto en ello la necesidad que de manera paralela se genere desarrollo permanente de los profesionales que la constituyen, base fundamental para la conformación de instituciones de investigación.

En Australia trabajadores de baja calificación han sido sustituidos por trabajadores con mayores aptitudes técnicas en ambientes multidisciplinarios y de mayores complejidades tecnológicas. Los empleados del sector minero en Canadá están entre los mejor pagados del país pero al mismo tiempo son los de más alto nivel técnico (the Mining Association of Canada 2001). En esta misma línea las grandes compañías mineras como BHP Billiton o Rio Tinto han establecido grandes esfuerzos por mantener y desarrollar unidades internas de investigación que requieren alianzas con entidades de formación, Universidades u otras empresas mineras orientadas al objetivo de contar con un número creciente de trabajadores y profesionales de altas competencias técnicas.

En este contexto Chile tiene mucho camino por recorrer, ya que como se analizará en el capítulo 5 y 6 , las principales actividades de innovación desarrolladas en el país son hoy ejecutadas por CODELCO con entidades internas como el IM2, que han iniciado en esta última década la interacción con proveedores, universidades y otras empresas mineras en búsqueda de generar el desarrollo de las entidades externas a la actividad

minera, pero que repercuten directamente en el perfeccionamiento de profesionales, técnicos y mundo académico.

3.6. CADENA DEL VALOR.

La innovación es un proceso complejo en donde la responsabilidad no recae de manera única sobre un estamento o grupo de actividades de la economía, sin más bien es un proceso de agregación de valor y retroalimentación de un todo. Estamentos Educativos y de investigación, empresas, Estado, empresas financiadoras etc con un objetivo único y claro determinan la agregación de valor necesaria para los procesos de innovación que la nación lleve adelante.

Es destacable el caso australiano con la conformación de uno de los centros de investigación colaborativa en minería más efectivos del mundo, el CRCMining (Cooperative Research Centre for Mining) refundado el 2003 por el gobierno australiano con el objetivo de promover la innovación y fortalecer los vínculos entre la industria minera, las Universidades y otros organismos de investigación. En este se determinan tareas de innovación direccionadas por las necesidades tecnológicas de la industria minera, con lo que se asegura la demanda de la innovación generada.

En el contexto chileno de la minería, no existe hoy una cultura propicia para la innovación, los empresarios no están dispuestos a invertir, toda vez los prototipos generados no estén funcionando, por lo que el gestor tecnológico requiere de fondos para el desarrollo de sus modelos. Sin embargo lo anterior las grandes empresas mineras se encuentran liderando procesos que van en la dirección correcta, realizando grandes alianzas entre estas, caso BHP-CODELCO, generando programas con una nítida orientación al desarrollo de proveedores de clase mundial, fomentando a instituciones educacionales y gubernamentales la necesidad de una orientación educativa hacia el negocio minero y desarrollando programas de innovación con proveedores estratégicos del rubro.

4. CARACTERIZACION DEL CLUSTER MINERO

El clúster minero, es el grupo de empresas del rubro y asociadas a este; instituciones privadas y públicas, universidades e instituciones de investigación que han constituido un conjunto con mayor valor agregado que la suma de estas entidades en forma individual.

En sistemas de innovación de países desarrollados o en vías de serlo, destaca la interacción de todos los actores arriba mencionados, ninguno con un grado de

importancia relativa respecto del otro y focalizados en la actividad que será clave para el apalancamiento económico de la nación

El cluster minero chileno no se diferencia respecto de los constituyentes de la definición ya planteada, es más está conformado por las mismas entidades mencionadas. Sin embargo lo anterior, es posible observar grandes diferencia respecto del operar si nos comparamos con el caso australiana: comunidad científica competente para realizar investigación y desarrollo en materias de minería es escasa, el objetivo exportador en el desarrollo de proveedores tiene un carácter más bien incipiente, menos del 5% de los recursos estatales son asignados a investigación y desarrollo etc.

Por lo anterior, y a juicio del autor, se hace necesario establecer la funcionalidad de esta institucionalidad que propicia las actividades de innovación en Chile y que son base de utilización para propiciar actividades de innovación en minería.

4.1 GESTORES TECNOLOGICOS.

En países desarrollados las entidades que conocen el lenguaje técnico, el lenguaje empresarial, sirven de traductor entre estos dos mundos, conocen las dificultades intrínsecas de la investigación, saben detectar y evaluar las oportunidades que el mercado entrega, determinan las líneas de investigación para estas oportunidades y son validados por el medio. Son las universidades y un sin número de oficinas públicas o externas especializadas que se encargan de esta tarea.

Estas proveen al mundo empresarial y a los organismos reguladores de información relevante y objetiva, necesaria para adoptar las mejores decisiones de inversión y regulación, así como para mejoras en la productividad de las empresas. Proveen los servicios de investigación por cuanto el sector privado no cuenta con las condiciones estructurales ni con los procedimientos y metodologías académicas de investigación pertinentes.

- Fundación Chile,
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN),
- Instituto Geográfico Militar (IGM),
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN),
- Instituto Nacional de Normalización (INN),
- Centro de Investigación Minero Metalúrgica (CIMM),

En Chile hay muchos proyectos que son exitosos en su fase de investigación, pero no han logrado su implementación y es más han sido implementados por empresas de otros países ya que no se realizó su protección intelectual y menos su licenciamiento.

4.2 INDUSTRIA MINERA.

Refiérase a las empresas cuyo giro principal es la minería, a las empresas que prestan servicios a este giro y a los proveedores de bienes y servicios que en su conjunto conforman la industria minera. Esta industria por su naturaleza es una actividad eminentemente internacional, en donde sus productos ya no cuentan con marcadas diferencias de posicionamiento de mercado, sus precios son medianamente enmarcados y en donde la estrategia de costos basada en productividad ha resultado ser la única manera sustentable para permanecer o no en el rubro.

4.3 INSTITUCIONALIDAD NECESARIA.

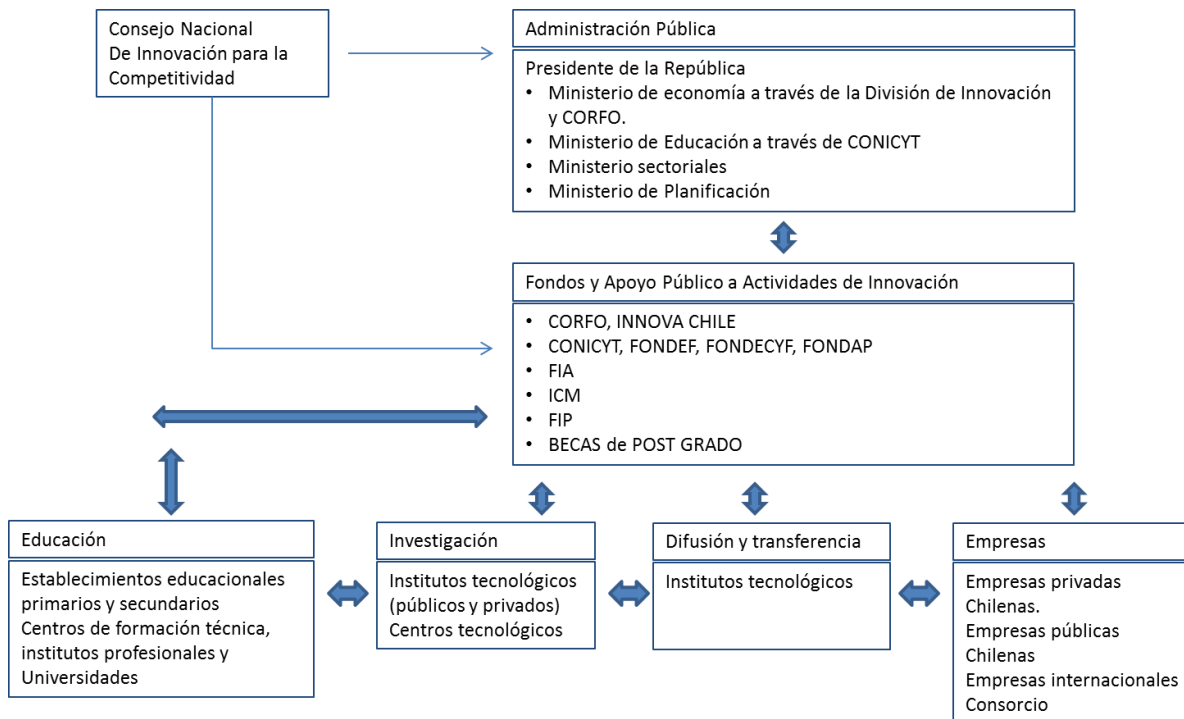
Si ampliamos nuestra mirada desde el negocio minero, nos daremos cuenta que efectivamente la nación se ha especializado y ha reasignado sus recursos a lo que se considera su ventaja comparativa, sin embargo esta visión resulta ser bastante estática no dando lugar al cambio. Hoy un estado que practica el comercio puede adquirir recursos adicionales, ya que estos pueden crearse o importarse, así el sector de negocios y el gobierno pueden establecer condiciones o políticas para promover oportunidades en la nación para el cambio con el paso del tiempo.

El estado debe estimular la I+D de las empresas y particularmente del sector empresarial minero, propiciando negocios a través de políticas dirigidas a establecer la colaboración entre el mundo empresarial y el mundo académico o entre el empresarial y el mundo gubernamental.

4.4 CONDICION ACTUAL.

Del consejo nacional de Innovación del 2006 se establece el siguiente sistema actualizado de flujo para la innovación en Chile, en donde se observa un excesivo rol gubernamental en términos organizativos, reglamentarios y financieros y en donde las empresas y entidades de educación e investigación toman un papel casi de tomadores de decisiones.

Figura 1: Sistema de Innovación en Chile



5. INNOVACION EN MINERIA

El foro económico mundial establece nueve pilares para la determinación del índice de Competitividad Global;

- Las instituciones
- Infraestructura
- Macroeconomía
- La salud
- Educación primaria, educación superior
- Eficiencia del mercado
- Capacidad tecnológica
- Sofisticación empresarial
- y la innovación.

Chile estuvo liderando el rating a nivel latinoamericano por algún tiempo, siendo sus principales fortalezas su estabilidad macroeconómica y su institucionalidad pero dentro de sus índices también figuran sus bajos niveles de inversión en innovación, lo que indudablemente pone en riesgo la transición del país a una economía basada en el conocimiento.

Si sumamos a lo anterior el hecho de que en Chile la minería es la actividad económica que apalanca el crecimiento de la nación, se torna muy necesario e interesante a la vez el evaluar esta actividad en términos de innovación, ya que a juicio del autor cuando intentamos determinar y cuantificar los tipos de innovación, las actividades de innovación, factores que influyen o factores que inhiben este proceso, se descubre que no existe hoy herramienta concreta que la evalúe en Chile específicamente el sector minero.

Para estos efectos, se hará uso principalmente del Manual de OSLO, el cual es un instrumento publicado y actualizado por la OCDE que se ha constituido en uno de los referentes internacionales más utilizados para el análisis y recopilación de datos en materia de innovación tecnológica, además de una fuente básica para realizar estudios relacionados con el conjunto de actividades que dan lugar a la innovación.

Es importante destacar que el presente trabajo hará uso de definiciones y recomendaciones genéricas aportadas por el manual de Oslo para delinear directrices, y así caracterizar e interpretar los procesos de innovación minera en Chile, permitiendo con esto implantar el interés por generar indicadores más profundos que permitan determinar la evolución de la innovación en las empresas mineras Chilenas.

5.1 DEFINICIONES.

Para comenzar todo análisis se requiere primero del acuerdo de definiciones y marcos lingüísticos que nos permitan entendernos. Primero que nada, sea definido:

Innovación: como “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto, bien o servicio, de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”. Para que exista innovación se hace necesario que el producto, proceso o método de la empresa sea desarrollado por primera vez por esta o que sea por primera vez adoptada desde otra empresa u organización.

Las actividades innovadoras: son todas aquellas actividades científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o tienen por objeto conducir, a la introducción de una innovación.

Innovación introducida: es aquella que ha sido lanzada al mercado como lo es el caso de un nuevo o mejorado producto, o cuando ha sido efectivamente utilizado en el caso de un método de organización, de comercialización en las operaciones de una empresa.

Empresa innovadora: es una empresa que ha introducido una innovación durante el período considerado de la encuesta. **Empresa innovadora en cuanto a producto/proceso** es una empresa que ha introducido un nuevo producto o proceso, o lo ha mejorado significativamente, durante el período de estudio.

Tipos de innovación, se distinguen cuatro tipos:

Innovación de producto: introducción de un bien o de un servicio nuevo o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso que se destina. Incluye mejoras en características técnicas, componentes, nuevos materiales, características funcionales, utilizan nuevos conocimientos o tecnologías o combinaciones de ellas, una nueva aplicación del producto cuyas especificaciones han variado muy poco o mejoras significativas que aumentan el rendimiento.

Innovación de proceso: introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución, ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y los programas informáticos. Pueden tener como objetivo disminuir los costes unitarios de producción o de distribución, mejorar calidad, o producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados.

Innovación de mercadotécnica: nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación. Se trata de satisfacer mejor las necesidades de los consumidores, de abrir nuevos mercados o de posicionar en el mercado de una nueva manera el producto de la empresa con el fin de aumentar ventas.

Innovación de organización: es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del trabajo o las relaciones exteriores de la empresa. Estas pueden tener por objeto mejorar los resultados de la empresa reduciendo costos administrativos o de transacción, mejorando el nivel de satisfacción en el trabajo aumentando la productividad o reduciendo los costos de suministros. Es la introducción de un método organizativo que no haya sido utilizado antes por la empresa y que resulte de decisiones estratégicas tomadas por la dirección. Incluyen por ejemplo, la introducción de nuevas prácticas para mejorar el aprendizaje y la distribución de conocimiento en la empresa, ejemplo prácticas de catalogación del conocimiento. Si un método ya ha sido utilizado dentro de la empresa y año es innovación de organización.

Las innovaciones de producto y de proceso se encuentran más estrechamente relacionadas con las innovaciones del tipo tecnológicas objeto principal de este trabajo, pero por tratarse de un análisis global tendiente a determinar las características

innovadoras del rubro minero es que se adjunta las definiciones de los demás tipos de innovación.

Actividades de innovación: Son todas aquellas actividades del tipo científicas, tecnológicas, organizativas, financieras, comerciales, adquisición de conocimiento, o adquisición de bienes de capital que realmente, o pretendidamente, conducen a la introducción de innovaciones, sean estas novedosas en si o solamente necesarias para la introducción de las que lo son.

Las clasificaciones de cada actividad solo tienen, según Oslo, tres clases; Exitosas, en curso o Abandonadas.

Gastos de innovación: La estimación de gasto se cuantifica mediante la suma de las tres clases anteriores para cada actividad considerada dado un tiempo para el estudio.

Factores que influyen: Corresponde a la identificación de las razones por la que una empresa minera decide innovar. Aumentar porcentaje del mercado existente, introducirse en un nuevo mercado, fuerte competencia, cambios en sus productos, eficiencia, calidad etc. Todas estas constituyen fuerzas para emprender actividades innovadoras. También se consideran preguntas asociadas a factores que inhiben la innovación al interior de la empresa como lo son altos costos para innovar, ausencia de demanda por esta, carencia de personal especialista, necesidad de conocimiento, reglamentaciones u otras normas fiscales, falta de proteccionismo o excesivo proteccionismo que retarda el proceso de innovar.

Empresa Innovadora: Al definir un tiempo de estudio, si la empresa estudiada ha introducido una innovación dentro de ese período se considerará empresa innovadora. Estas a la vez se clasifican en las que han desarrollado innovaciones por si mismas o en colaboración con otras organizaciones o las que adoptan innovaciones.

Impactos: efectos sobre las ventas, aumento de cuota de mercado, mejora en la productividad o de la eficiencia en cuanto al análisis de la empresa en cuestión, sin embargo existen dimensiones como los impactos en el sector o a nivel nacional son la competitividad internacional o la productividad total de factores en una ventaja competitiva que también son posibles de medir.

Vínculos en el proceso: Ejemplos de estos son los link con las fuentes de información, del conocimiento, de las tecnologías, buenas prácticas, recursos humanos y financieros. Conexión entre empresa innovadora y laboratorios, universidades, ministerios, competidores, proveedores y clientes. Identificación de vínculos como lo son: vínculos externos.

5.2 PARAMETROS RELEVANTE EN LA CARACTERIZACION MINERA.

El manual de Oslo es una guía ampliamente utilizada para la construcción de encuestas orientadas a determinar y caracterizar en variados tópicos de la innovación a industrias fundamentalmente de la manufactura. Es por esto, que las encuestas existentes para este rubro no pueden ser aplicadas al sector minero sin antes llevar a cabo procesos más genéricos de caracterización de los procesos de innovación que predominan en minería. El resultado fundamental de llevar a efecto esta caracterización es el enfoque que de una encuesta de innovación se pueda realizar en ámbitos como; tipos de innovación imperantes, actividades predominantes y factores que influyen o deprimen el proceso de innovación.

En el capítulo 7 se genera una matriz que dará cuenta de los grandes títulos a analizar en un enfoque de negocio minero y con tópicos que permiten individualizar el rubro en términos de innovación.

- El sector se encuentra individualizado (sector minero).
- Innovación a nivel de la empresa.
- Se somete caso de estudio a evaluación por tipo de innovación.
- Trata el tema hasta el nivel de “nuevo para la empresa”.
- Tipo de actividades innovadoras
- Razones y factores para innovar
- Interacción respecto de los tipos de innovación
- Gastos en cuanto a innovación se refiere
- Cambios en la empresa
- Vínculos e impacto entre la innovación y los resultados de la empresa
- Barreras para la innovación

6. INNOVACION CODELCO.

Codelco a lo largo de su historia cuenta con un sin número de estudios orientados a la innovación tecnológica, cuyas descripciones y resultados resultarían del todo extensa de resumir y transcribir. Sin embargo lo anterior, el poder mostrar una evolución histórica en ámbitos de innovación y sus impactos en el negocio permitirán respaldar que Codelco es una de las empresas líderes en minería que ha colocado su foco de diferenciación en la búsqueda de innovación de sus procesos productivos. Ahora bien, realizar una evaluación del cómo lo estamos realizando, basados en parámetros descritos en capítulos anteriores y con herramientas más objetivas como lo indicado en el manual de Oslo, nos permitirá responder de manera clara: “el cómo estamos encauzando nuestros esfuerzos innovadores hoy” para el caso descrito en el capítulo 7.

6.1 EVOLUCION HISTORICA

Cuando se piensa en innovación en Codelco el principal hito que se viene a nuestras mentes es el desarrollo del Convertidor Teniente en el año 1977, cuyo diseño, desarrollo e implementación surge de la necesidad de mayor capacidad de fusión en la fundición de Caletones. Siempre en la misma línea de necesidades operacionales, en la última década se han presentado bajas en las leyes, aumento en dureza de roca, profundización de yacimientos, creciente aumento de dificultades mineralógicas, consecuente aumento de costos operacionales e inversionales, que han creado una permanente cultura de la innovación en la corporación, algo reactiva y a condición, pero siempre innovación tecnológica.

Entre los años 1991 y 1994, se inició una etapa de fomento de la innovación caracterizada por el denominado mejoramiento continuo y mejores prácticas, con lo que se consigue institucionalizar, sistematizar y difundir prácticas, sistemas y equipos de innovación.

En el año 1996 Codelco promulga una Política de Investigación e innovación, haciéndola parte de sus pilares estratégicos y entendiendo con esto, que sin el permanente desarrollo tecnológico resulta muy difícil hacer frente a la gran variedad de desafíos de sus yacimientos. Entre los principales ejes de esta política se destacan:

- Posicionamiento en el primer nivel de uso de la tecnología disponible en el mercado.
- I&IT en forma sistemática y permanente en áreas donde el mercado no ofrece respuesta integral.
- Perfeccionamiento de la organización de IT
- Desarrollo y especialización técnica de profesionales
- Perfeccionamiento de la gestión de I&IT
- Acuerdos de cooperación
- Protección del patrimonio tecnológico

Es así como el año 1998 se crea el Instituto de Innovación de Minería y Metalurgia (IM2) con el claro desafío de entregar soluciones integrales a los problemas presentes y futuros de la corporación en lo que ámbito tecnológico se refiere. Ya con una política, una institucionalidad y desafíos tecnológicos resumidos y evaluados, como resultado por la integración horizontal de las divisiones de la corporación, surgen programas para generar profundos quiebres.

Una creciente necesidad por dar respuesta técnica a desafíos operacionales concretos pero de alto impacto en los resultados de la corporación da incentivo para la creación de la Gerencia Corporativa de Innovación y tecnología el año 2004, quien se encarga de centralizar los desafíos de la corporación, los prioriza, obtiene recursos, orienta y alinea la agenda operacional del IM2.

6.2 DESAFIOS DE CODELCO

Alta competencia de Roca: A medida que nuestros yacimientos se profundizan, de manera natural aumenta la competencia de roca. En términos prácticos, habla de una roca dura y de alta resistencia que requiere del uso de explosivos de mayor competencia o mayor uso de estos, equipos de trituración más potentes, elementos de desgaste más duros y mayor frecuencia de mantenimiento de equipos por nombrar algunas consecuencias que sin duda alguna afectan de manera directa a los costos de producción.

Profundización de yacimientos: A medida que se explotan los yacimientos estos tienden a profundizarse producto de su conformación geológica intrínseca.

Disminución de ley media de cobre: La disminución de este parámetro establece la necesidad de mayor tratamiento para la obtención de la misma cantidad de concentrado de cobre.

Impurezas: un aumento significativo de impurezas asociadas a los minerales como el arsénico sumado a la mayor reglamentación ambiental genera condiciones restrictivas de producción.

Por lo indicado es que Codelco centra su ámbito de acción en:

- Aumentar la producción subterránea en más de un 100%.
- Disminuir los costos operacionales.
- Reducir los riesgos y resguardar la salud ocupacional.

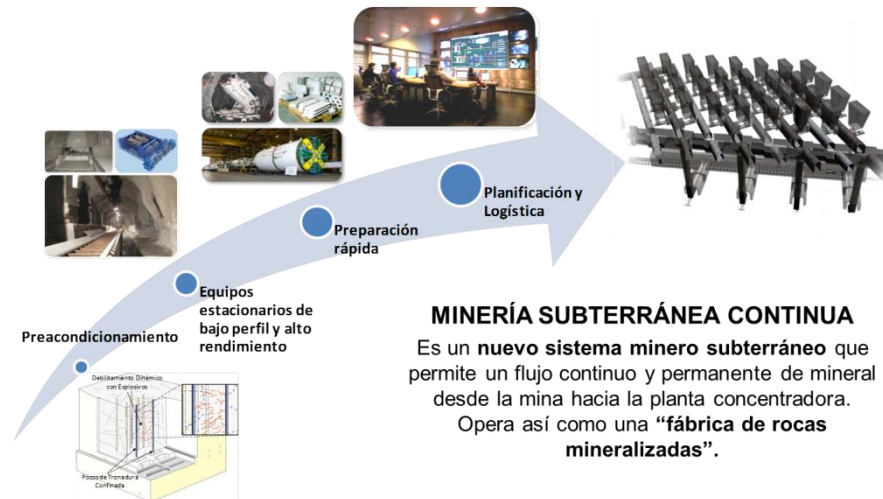
Todos lo indicado fuerza a Codelco a implementar tecnologías relacionadas con la explotación subterránea y la biohidrometalurgia.

6.3 MINERIA CONTINUA

Corresponde a la operatividad de un programa tecnológico corporativo de Minería Subterránea cuya finalidad es desafiar prácticas operacionales vigentes y explorar alternativas de innovación tecnológicas en las minas subterráneas de Codelco, para aumentar significativamente su competitividad.

Incorpora nuevos conocimientos por hundimientos
Optimizan planes mineros

Automatiza equipos de extracción
Automatiza el transporte de mineral
Desarrolla equipos para la reducción secundaria
Explotación continua de minerales subterráneos



MINERÍA SUBTERRÁNEA CONTINUA

Es un **nuevo sistema minero subterráneo** que permite un flujo continuo y permanente de mineral desde la mina hacia la planta concentradora.

Opera así como una **“fábrica de rocas mineralizadas”**.

6.4 RAZONES DE SU IMPLEMENTACION

Puntualmente los desafíos indicados en el capítulo introductorio los enfrenta tempranamente CODELCO, con el presente requerimiento de explotación subterránea para el yacimiento de Chuquicamata, con la necesidad de mantener niveles productivos que le permitan estar y mantenerse al tope de las empresas productoras de cobre, con profundizaciones y competencias de roca en todas sus faenas, con requerimientos por nuevos diseños mineros y de equipos que exigen soluciones tecnológicas que desafían la innovación de proceso para CODELCO.

La Gerencia de Innovación y tecnología hoy centra su planificación y actuar en un campo de intervención operativo, motivando el desarrollo de proyectos tecnológicos que intentan dar solución a los siguientes planteamientos concretos:

- Aumento de la capacidad de producción del método de explotación en un 30%.
- Una tecnología que agrega valor en 1000 MUS\$ adicionales a partir del año 2019 en Chuquicamata.
- Disminución de los costos operacionales en un 20%.
- Aumento de productividad sobre un 50%.
- Tecnología sustentable ya que duplica la eficiencia energética.
- Disminución de la exposición a riesgos por parte de los trabajadores.
- Mayor resguardo de la salud ocupacional y disminución de las enfermedades profesionales.

6.5 HISTORIA DE IMPLEMENTACION

El desarrollo requerido para la implementación de un novedoso proceso de minería del tipo continua, requirió del desarrollo individual de cada uno de sus constituyentes, para esto la gerencia de Innovación y Tecnología propicio y costeo diversas pruebas en variadas divisiones en donde se vislumbraron oportunidades de prueba de cada uno de los equipos requeridos.

La gerencia de innovación y tecnología no solo lideró los procesos de difusión y de financiamiento para cada prueba, sino también a través del IM2 mantuvo permanente control respecto de los parámetros técnicos definidos para cada una, controlando sus resultados y sus conclusiones.

6.5.1 División EL SALVADOR

En esta división se buscó probar equipos como un extractor continuo de mineral, un alimentador de cadena y un chancador de bajo perfil, con su correspondiente interrelación productiva en una calle de producción.

Esta tarea se desarrolló en dos etapas, una con la prueba de operatividad y mantenibilidad del extractor continuo y otra etapa configurando la operatividad de la totalidad de equipos señalados.

Ambas pruebas contaron con seguimiento y control del IM2 que permitió obtener conclusiones adecuadas de las pruebas realizadas, sin embargo los resultados obtenidos, es necesario destacar algunas interferencias en el desarrollo tecnológico planteado para la división:

- Cambio de dirección interna para la división que generó cambio de prioridades
- Choques de intereses entre temas productivos y de innovación
- Un cambio de gobierno que también generó reorganizaciones
- El emplazamiento en áreas netamente productivas genera interferencias que fueron resueltas en favor de los programas de producción
- Importantes retrasos imputables a los temas ya mencionados

FASE I 2005

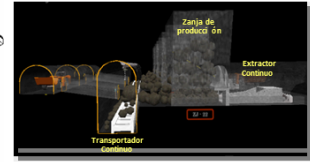
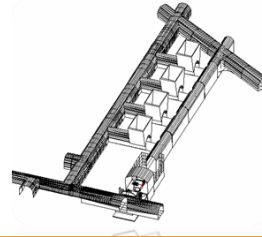
- Validar los conceptos de extracción continua en un punto de extracción, por la acción de un Equipo Prototipo Extractor Continuo.



FACTOR DE ÉXITO	PROTOCOLO	REAL
Tiempo de colocación de extractor en pila	< 120 min	30 min
Tiempo retiro extractor	< 120 min	30 min
Generación de flujo de mineral	> 50 tph	200 tph
Control del flujo	Sí	Sí

FASE II 2006-2009

- Validar la operación de un sistema integrado de extracción, transporte y chancado continuos (módulo de cuatro puntos de extracción).



INDICADORES RELEVANTES	un	PROTOCOLO	RESULTADO
Tasa de extracción instantánea	t/m ² -d	2,0	2,8
Rendimiento Dozer Feeder	tph	>100	264
Rendimiento combinado DF	tph	>150	261
Costo operación	cUS\$/t	51	44

6.5.2 División ANDINA

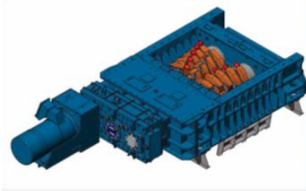
La gerencia de Innovación Tecnológica gestiona en división Andina el montaje y prueba de un Chancador de bajo perfil de distintas características al probado en división El Salvador. En una primera etapa se pretende validar técnicamente el equipo respecto de la competencia de este para operar con roca de alta competencia. Para concluir con la obtención de antecedentes operativos y de mantenimiento en un vaciadero activo.

Al igual que en división el Salvador las conclusiones técnicas fueron monitoreadas y respaldadas por el IM2, pero el proceso de innovación también se enfrentó a los mismos problemas descritos anteriormente.

- Cambio de dirección interna para la división que generó cambio de prioridades
- Choques de intereses entre temas productivos y de innovación
- Un cambio de gobierno que también generó reorganizaciones
- Equipo es operado íntegramente por operaciones división Andina con desarrollos realizados por mantenedores de manera no estructurada.
- El emplazamiento en áreas netamente productivas genera interferencias que fueron resueltas en favor de los programas de producción.
- El equipo generó continuidad operacional, calidad de roca entregada a planta, que lo volvió relevante en el proceso, por lo que sus detenciones para probar nuevos diseños de puntas, tolvas o afines resultaron del todo complicados de implementar.
- Se generaron así importantes retrasos imputables a los temas ya mencionados

FASE I 2005

- Se establecen parámetros operativos iniciales.
- Prueba en operatividad de equipo con roca de Andina



FASE II 2006-2011

- Prueba en vaciadero operativo de MS CP76XC80.
- Validación de equipo y rediseño elementos desgaste.
- Se validan sobre 400000 ton antes de mantención



ton/año	2009	2010	2011
BZ76XC80	350811	927434	1144437

6.6 PROYECTO DE MINERÍA CONTINUA EN DIVISION ANDINA

Como ya se indicó en los puntos anteriores, entre los años 2004 y 2011 se llevaron a efecto pruebas operativas a distintos equipos que eran en aquel entonces parte del proyecto de minería continua y que fueron usados en distintas áreas mineras subterráneas de la corporación. Con estas pruebas realizadas, el IM2 tuvo la misión de redactar para la gerencia de innovación y tecnología los resultados y conclusiones de las pruebas en ámbitos como:

- Validación del método de pre fracturamiento de roca en procesos de hundimiento.
- Operación de prototipos de equipos de manejo y transporte de mineral.
- Parámetros de rendimiento en equipos de Chancado.
- Proyectar la operación conjunta de los procesos y equipos ya probados.
- Sensibilizar problemas de implementación
- Costear los aportes de la mejora en el proceso minero subterráneo
- Búsqueda de lugares dentro de la corporación que permitan implementación el conjunto de los equipos en una prueba ya denominada “Minería continua subterránea”.
- Como mejorar procesos de difusión del aporte del desarrollo tecnológico y la importancia de su prueba.
- Establecer y validar las ergonomías laborales que disminuyen la exposición de trabajadores a áreas contaminadas.

El desarrollo descrito, y los positivos resultados obtenidos, dieron el fundamento a la Gerencia de Innovación y tecnología para dar continuidad al proceso de

implementación de una prueba piloto de minería continua subterránea, así como la obtención de fondos para esta.

El lugar elegido para esta prueba industrial fue el sector sur del tercer panel de la mina subterránea de división andina, por cuanto esta división era la única que contaba con un bloque de extracción disponible, competencia de roca característica de los próximos desafíos de la corporación, oportunidad de prueba en el corto plazo y poca interferencia con las zonas de hundimiento que se encontraban en explotación.

Así entre los años 2010 al 2012 se llevó a efecto un diseño global de proceso minero de extracción de mineral subterráneo en donde se realizaría:

- Preacondicionamiento del macizo rocoso antes de comenzar cualquier proceso de hundimiento.
- Bajo las zanjas ya hundidas la utilización de equipos extractores de manera simultánea al hundimiento.
- Utilización de sistemas de transporte continuos.
- Uso de Chancadores de bajo perfil tipo sizer para la conminución del mineral
- El suministro continuo de mineral obtenido en tamaño homogéneo sería trasladado mediante correas a plantas de chancado.
- Equipos móviles y remotos para el desenllame a distancia de piques.
- Fuerte incorporación de conceptos de monitoreo y mantenibilidad de equipos.

El proyecto estimó unos tres años para la finalización de ingenierías de detalle, la compra de equipos, el desarrollo minero y el montaje e implementación de instalaciones, así entre mediados del 2011 hasta fines del 2013 el proyecto debería estar concluido en su etapa de diseño y construcción, proyectando pruebas de operación a fines del último año mencionado. También se estimó una duración de la aplicación de 24 meses, para alcanzar los 160m de mineral primario y de 38 meses para extraer toda la columna. Esto con una dotación calculada de 60 personas con 25 personas por cada turno.

Todas las tareas externas a la implementación física del proyecto se realizaron en cronología, vale decir se cumplieron con los plazos y los compromisos de las ingenierías de detalle, con la compra de equipos y la revisión de normativas y protocolos de prueba. Sin embargo lo anterior el proceso sufrió grandes problemas en sus tiempos de ejecución de la construcción, que hasta la fecha se mantienen.

Para poder describir estos problemas de manera más objetiva, que el mero juicio del autor, es que se decide entrevistar en estos aspectos a quien lideró este proceso de implementación hasta el año 2013. Así, en mayo del presente año, se sostiene reunión con Don Ernesto Arancibia hoy Director de Innovación y Tecnología subterránea de

Codelco, quien consultado por los motivos de los retrasos en la construcción del proyecto este último nos comenta algunas sensibilidades que el proyecto sufrió:

- Los requerimientos de construcción para el proyecto generaron interferencias con las áreas de producción, por cuanto el traslado de equipos para la construcción, el traslado de componentes, los permisos de ingresos, los bloqueos y las quemadas turno a turno seguían siendo priorizadas y autorizadas por la operación y no por el proyecto en sí. Aun cuando se llevaron a efecto sensibilizaciones de la importancia del cumplimiento de plazos y del proyecto con los dueños de las áreas, este último siguió dando prioridad al cumplimiento de sus convenios de desempeño por sobre procesos que no eran de su responsabilidad.
- La división decide la utilización de un contrato existente en mina subterránea para la ejecución de obras mineras y obras de montaje. Lo que trajo consigo problemas como; baja especialización de las labores mecánicas, eléctricas y de control a ejecutar. Un contrato con partidas inexistentes o con bajo alcance que requiere de procesos de modificación que dificultan el uso del mismo y aumentan los plazos de ejecución.

Los antecedentes expuestos indudablemente retrasaron el proyecto, es decir todo el 2012 y el 2013 se llevaron a efecto solo tareas asociadas al desarrollo minero, retomando labores de construcción y montaje el año 2014.

Lo expuesto refleja que a pesar de la continuidad del mismo, el proyecto si se retrasó por conceptos ajenos a la innovación tecnológica, que los retrasos generados no han permitido obtener las conclusiones respecto de los parámetros técnicos que la prueba plantea, que la no obtención de estas conclusiones genera retrasos en la toma de decisiones en otros proyectos de mayor relevancia como el de Chuquicamata subterráneo, que estos retrasos generan efectos económicos futuros como el cálculo del CAEX y OPEX final, pero con proyectos de innovación ya implementados, retrasa decisiones de mejoramiento a los procesos y genera incertidumbre en la toma de decisiones.

Sin duda no solo compromete la prueba en sí, pero coloca en evidencia que un proceso de innovación no solo requiere de un análisis técnico para su implementación sino también, en el caso de la minería, de un análisis de variables exógenas como lo son la organización necesaria para su implementación.

7. CARACTERIZACION DE LA INNOVACION: CASO MINERIA CONTINUA.

Con los apartados 5.1, 5.2 del presente trabajo es posible construir una caracterización para desarrollos tecnológicos que se ejecutan en minería. La finalidad de este proceso es poder enmarcar las ideas en términos de períodos de tiempo y rubro de análisis, catalogarlas de innovadoras o no, establecer los tipos de actividades que se desempeñan y fundamentalmente establecer los aspectos que inhiben o facilitan el proceso de innovación particular.

Los 16 puntos que a continuación se detallan constituyen una cartilla de caracterización aplicable a cualquier proceso, producto, organización y comercialización autodefinida como novedosa para la empresa minera.

Cabe mencionar que esta caracterización solo permite de manera macro establecer aspectos positivos como negativos del proceso y se requieren análisis más concienzudos de las conclusiones que de esta caracterización provenga mediante el uso de encuestas direccionadas que el manual de Oslo también aporta y que guíen el proceso de innovación en el mediano y largo plazo, claro está, materia de trabajo para futuros trabajos en esta materia.

Tabla 2: Caracterización innovación caso Minería Continua de CODELCO

CARACTERIZACION DE LA INNOVACION	Respuesta a la Evaluación
1.- RUBRO DE EMPRESA	MINERIA
Clasificación de actividad económica en donde se genera la innovación.	
2.- PERIODO DE ANALISIS	2005-2013
Rango de tiempo definido para identificar la introducción o no de una innovación.	
3.- EMPRESA INNOVADORA	SI
Empresa que ha introducido una innovación en el período de análisis, entendiéndose como una innovación de proceso, producto, organización o marketing	
4.- TIPO DE INNOVACION	PROCESO
Se clasifican por proceso, producto, marketing u organización. En el caso de análisis se intenta introducir un nuevo proceso de extracción de mineral en minería subterránea que califica como una mejora en el proceso.	
5.- ACTIVIDADES DE INNOVACION	TECNOLOGICA
Clasificación por tipo de actividad: sea científica, tecnológica, organizativa, financiera o comercial por la cual se introduce una innovación	

6.- CLASE DE ACTIVIDAD	ABANDONADA
Según el manual de Oslo son de tres tipos; las exitosas, en curso o la abandonadas. En el período de estudio la actividad desarrollada se encuentra detenida todo el 2013 en favor de otras actividades productivas. Por lo que se clasifica como una actividad abandonada.	
7.- INNOVACION INTRODUCIDA	NO
Da cuenta por el lanzamiento de la innovación al mercado; hoy el proceso no ha concluido por lo que no es un producto o servicio lanzado al mercado	
8.- PARTICIPACION EMPRESA INNOVADORA	POR SI MISMA
Considera la participación o no con otros estamentos del mismo rubro, proveedores o instituciones de investigación.	
9.- FACTORES QUE INFLUENCIAN	EFICIENCIA
Corresponde a la motivación por la cual la idea de innovar se ha concebido: Complicaciones de proceso producto de cambios en los yacimientos obligan a Codelco a mejorar sus eficiencias mediante la optimización de sus procesos o el cambio tecnológico.	
10.- FACTORES QUE INHIBEN	ORGANIZATIVOS
Corresponden a los motivos por los cuales la innovación no se genera, o no se mantiene o no llega a término: Política de Innovación que no percola a ambitos inferiores de la organización. Orientaciones a convenios de desempeño por producción, cruces con las prioridades operativas, falta de conocimiento de los objetivos, visión de corto plazo y enfocada al logro	
11.- IMPACTO DE LA INNOVACION	REDUCCION COSTOS
Efecto cuantificable en la introducción de la innovación: en el caso particular es el aumento de eficiencia con una disminución del costo de producción	
12.- VINCULOS EN EL PROCESO DE INNOVACION	NINGUNO
Link existentes con fuentes de información, conocimiento, financiamiento, recursos humanos: Estos son solo desarrollos internos con escasa interacción con otros estamentos de investigación.	
13.- FINANCIAMIENTO DE LA INNOVACION	PROPIO
Origen de los fondos requeridos para operativizar una innovación, pueden ser propios, del estado o privados. En el caso de Codelco corresponden a fondos propios.	
14.- TIEMPO DE LA INNOVACIÓN	SISTEMATICO
Consistencia en el proceso de innovación, creando y manteniendo la política en el largo plazo o en el plazo de análisis. Codelco lidera el proceso y prueba de ellos es la conformación de una gerencia que ha tenido solo un cambio de administración y cuya política y objetivos siguen siendo los mismos.	
15.- FOCALIZACION	FOCALIZADA
La aplicación de la innovación debe ser consistente con el negocio minero: donde nuevos métodos de explotación subterráneo son aplicados y puestos a prueba.	
16.- FORMACION	SIN DESARROLLO/ESPECIALIZACION
Desarrollo permanente de los profesionales que rodean a la innovación de la empresa: Este ámbito se encuentra alejado del requerimiento de especialización ya que se encuentra centralizada en organismos como el IM2 pero esto no percola al resto de la organización constituyente de un proceso de innovación.	

7.1 ANALISIS DE RESULTADOS.

Haciendo uso de la tabla 7.1 y el punto 6, es posible caracterizar el caso de estudio de minería continua desarrollado en división andina de Codelco como:

- CASO MINERIA CONTINUA DE CODELCO, califica a Codelco como una empresa innovadora en minería entre los años 2005 y 2013, con una predominante actividad tecnológica para innovación del tipo proceso. Los factores que predominan en su motivación son los de eficiencia productiva con un claro impacto en la reducción de costos del proceso y una nítida focalización en proceso del negocio minero.
- Se determina además, que en el período de análisis, la innovación descrita no ha sido concluida e introducida en la empresa como al mercado minero, producto de una clase de actividad del tipo abandonada.
- En términos de la forma como esta se desarrolla, se determina que el caso en estudio no se desarrolla como proceso participativo con otras empresas o proveedores, no cuenta con vínculos para el proceso de innovación, es autofinanciada, sin el desarrollo y especialización de los ejecutores productivos.
- Se determina del Caso que, a pesar de estar abandonado, sigue siendo un proceso sistémico para la corporación pero que cuenta con factores que inhiben dicho proceso como son los organizativos.

De esta caracterización, se puede establecer con claridad:

- CODELCO Chile, es una empresa innovadora, basados en la existencia de una política de innovación, una sistematización de sus procesos con necesidades y soluciones tecnológicas administradas y desarrolladas por una gerencia de administración de la innovación y por organizaciones como el IM2 encargadas de ejecutar y realizar seguimiento a los procesos de innovación que desde la gerencia se generen.

Sin embargo se evidencian falencias:

- El proceso de innovación de Codelco es en líneas generales un proceso cerrado en donde no intervienen centros de investigación que no sean los propios (IM2), no existen relaciones permanentes con universidades para el desarrollo de

tecnologías, los proveedores tienen una participación limitada, el riesgo de la innovación solo lo asume la empresa en términos de un autofinanciamiento y desarrollo.

- En términos organizativos CODELCO efectivamente cuenta con una organización administrativa y operativa que le permite llevar a efecto sus proyectos en materia de innovación de manera sistémica y ordenada, pero cuando estos proyectos deben ser puestos a prueba en las respectivas divisiones presentan fuertes retrasos, por cuanto cada organización cuenta con convenios de desempeño y metas productivas alejados a los objetivos propios de un proyecto de innovación.

En líneas generales la presente caracterización determinó:

- CODELCO como negocio minero, genera desarrollos en tecnologías para dar soluciones a sus problemas de eficiencia mediante la innovación en sus procesos. Sin embargo lo anterior, se deja de manifiesto la necesidad de desarrollar innovación en un ámbito que no es del todo conocido, como es la innovación de organización, en donde se ha denotado en el presente caso de estudio la necesidad de contar con estructuras que propicien el alineamiento no solo de una gerencia encargada del tema, sino también de las organizaciones usuarias y de entidades de investigación y financiamiento.

7.1 PROPUESTAS A LA CARACTERIZACION.

Tabla 3: Caracterización corregida de innovación: caso Minería Continua.

CARACTERIZACION CORREGIDA	Respuesta a la Evaluación
3.- EMPRESA INNOVADORA	SI
Codelco demuestra y respalda contar con políticas, procedimientos, unidades administrativas y ejecutoras que propician la solución a problemáticas fundamentalmente técnicas con soluciones innovadoras	
4.- TIPO DE INNOVACION	PROCESO / ORGANIZACIÓN
Codelco no solo debe centrar su atención en el desarrollo tecnológico para la innovación de sus procesos, paralelo y coherente con ello se debe propiciar el análisis de la innovación desde la mirada de la organización. Propiciar nuevas estructuras que permitan la relación con estamentos de investigación externos, relaciones con casas de estudios para la profesionalización de estas materias en sus integrantes, cooperaciones con otras mineras que permitan el desarrollo y financiamiento conjunto, relaciones con proveedores en línea con proveedores de clase mundial. Internamente se requiere de la reformulación de convenios de desempeño que orienten a objetivos comunes para beneficios comunes respecto del actuar de la organización que se hace cargo de pruebas orientadas a la innovación.	

5.- ACTIVIDADES DE INNOVACION	TECNOLOGICA/ORGANIZATIVA
Codelco requiere de actividades organizativas previas que den sustento a los desarrollos tecnológicos requeridos para la sustentabilidad de la empresa.	
6.- CLASE DE ACTIVIDAD	EN CURSO
Retomar la actividades de innovación es una necesidad imperiosa de la corporación, manteniendo el sentido sistémico que hasta ahora posee, pero con un claro compromiso de las divisiones constituyentes de los procesos de pruebas de innovación.	
7.- INNOVACION INTRODUCIDA	NO
El proceso de prueba no han concluido, por lo que se debe retomar y finalizar este proceso. Con esto será factible su implementación en otras divisiones como en otras faenas mineras en terminos de mercado potencial.	
8.- PARTICIPACION EMPRESA INNOVADORA	PARTICIPATIVA / COLABORATIVA
Innovación en la organización requiere no solo de la participación interna de sus estamentos sino tambien de una apertura a la participación de proveedores, universidades, centros de investigación, y estado, con un fin unico de beneficios globales.	
9.- FACTORES QUE INFLUENCIAN	EFICIENCIA
Complicaciones de proceso producto de cambios en los yacimientos obligan a codelco a mejorar sus eficiencias mediante de la optimización de sus procesos y organizaciones	
10.- FACTORES QUE INHIBEN	NINGUNO
Políticas de innovación conocidas por todos, organizaciones dentro de las divisiones que apalancen el desarrollo tecnológico, convenios de desempeño no solo orientados a ambitos productivos sino tambien al crecimiento sustentable basados en tecnología, conocimiento y organizaciones que se amolden a los requerimientos planteados a cada organización	
11.- IMPACTO DE LA INNOVACION	REDUCCION COSTOS
Efecto cuantificable en la introducción de la innovación es el aumento de eficiencia con una disminución del costo de producción	
12.- VINCULOS EN EL PROCESO DE INNOVACION	TODOS LOS NECESARIOS
Link con entidades de educación que permiten el crecimiento de los profesionales que lideren procesos de innovación futuros. Crecimiento conjunto con entidades de investigación que aceleran, sistematizan y ordenan procesos de este tipo	
13.- FINANCIAMIENTO DE LA INNOVACION	COMPARTIDOS
Con la participación de proveedores, universidades, centros de investigación, profesionales internos y el estado, los fondos requeridos para el desarrollo de la innovación pueden ser aportados por todos los involucrados.	
14.- TIEMPO DE LA INNOVACIÓN	SISTEMATICO
Consistencia en el proceso de innovación, creando y manteniendo la política en el largo plazo o en el plazo de análisis. Codelco lidera el proceso y prueba de ello es la conformación de una gerencia que ha tenido solo un cambio de administración y cuya política y objetivos siguen siendo los mismos desde su conformación.	
15.- FOCALIZACION	FOCALIZADA
La aplicación de la innovación debe ser consistente con los objetivos del negocio minero.	
16.- FORMACION	DESARROLLO/ESPECIALIZACION
Focalización de profesionales participantes en los procesos de innovación en su capacitación y especialización permite enfrentar estas tareas de manera ordenada y continua. Propio de un ejercicio académico de investigación y desarrollo.	

Para sintetizar, respecto de la caracterización corregida del caso en estudio, se establecen acciones concretas por cada involucrado en el proceso de innovación elegido:

Para la corporación:

- Alinear las necesidades operaciones de corto plazo con las necesidades de sustentabilidad de largo plazo. Esto considera trabajar en la conformación de convenios de desempeño para cada división que reflejen y midan su aporte concreto a los procesos de innovación.
- En materias de recursos humanos, desarrollar competencias en aspectos de investigación y desarrollo en profesionales destacados en materias organizativas, comunicacionales y tecnológicas.
- Revalidar a la Gerencia de Innovación y Tecnología como una gerencia transversal a las distintas divisiones, cuyos lineamientos responden a las necesidades particulares de cada división con objetivos de futuro para la corporación.

Para la Gerencia de Innovación y Tecnología

- Propiciar la conformación de áreas de logística que apoyen el foco central que hoy posee el área de innovación tecnológica para procesos.
- Instaurar parámetros de eficiencia en la implementación de proyectos de innovación que son o serán ejecutados en las respectivas divisiones. Es decir, los grados de participación en materias de innovación deben ser evaluados también en cada división.
- Establecer nuevas estructuras de asociación con organismos de investigación, universidades y proveedores que permitan los aportes correspondientes a sus especializaciones y experiencias.
- Establecer relaciones de colaboración y participación directa con otras empresas del rubro y con el estado, de manera de repartir el riesgo y los beneficios inherentes a las labores de innovación.

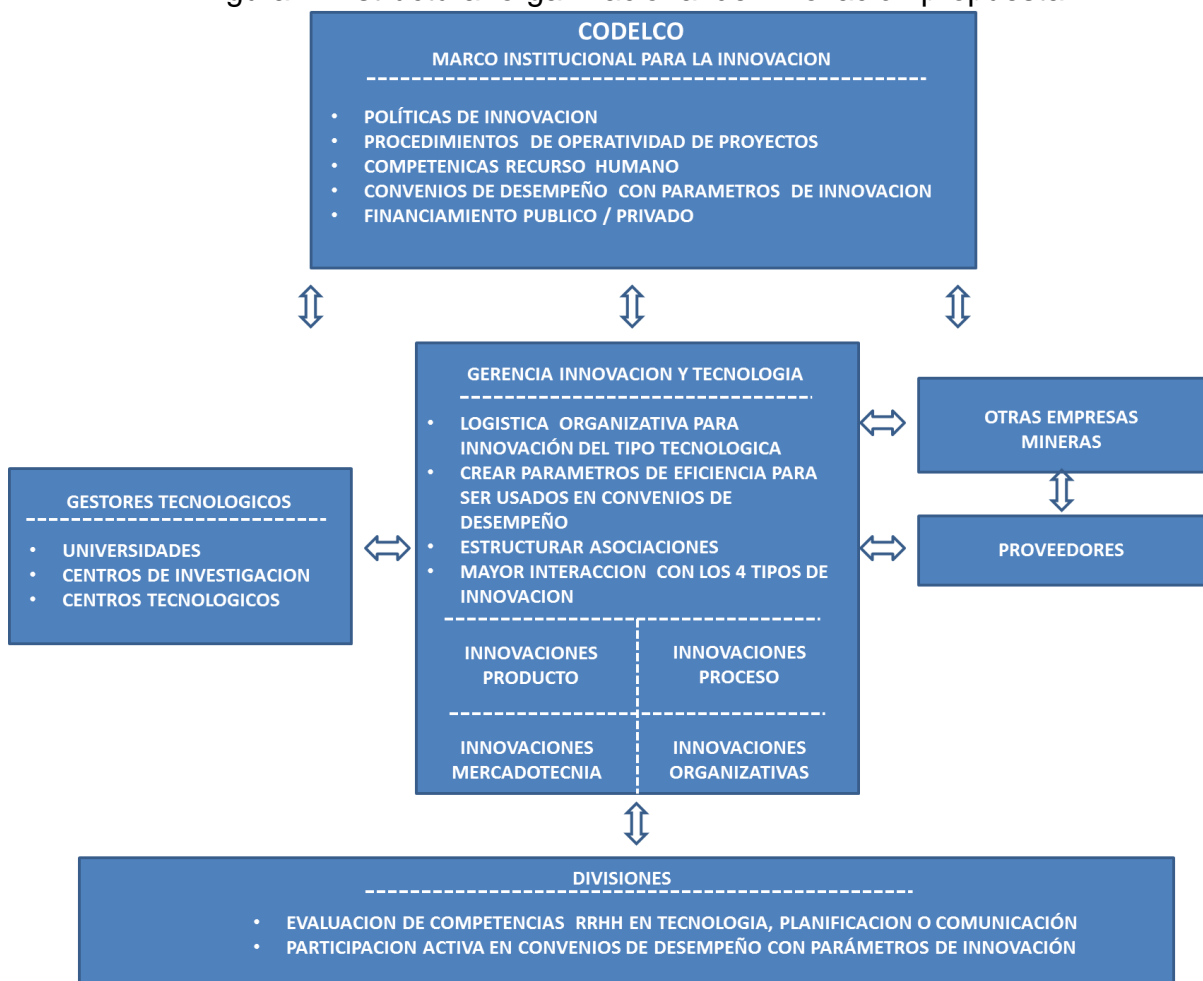
Para la operación

- Evaluar las competencias de sus profesionales en áreas como la tecnología, la planificación, comunicación en enfoques de innovación. Quienes sean considerados con aptitudes en estos aspectos, podrán tomar cargos de liderazgo en la conducción de proyectos de innovación.

Transversal a toda la organización

- Tanto la corporación, la gerencia de innovación o las misma divisiones, requieren cambios en lo que respecta a innovación en aspectos organizativos que permitan enfrentar proyectos de manera orquestada entre quien promueve, ejecuta y es usuaria de estos proyectos.

Figura 2: Estructura organizacional de Innovación propuesta.



8. CONCLUSIONES.

Entre los años 2005 y 2011 se llevaron a efecto variadas pruebas a equipos prototipos instalados en las áreas operativas de distintas divisiones y con distintos responsables operativos. Sin embargo, las problemáticas descritas para el normal funcionamiento de estos y sus requerimientos fueron casi los mismos; prioridades operativas por sobre las prioridades de estos proyectos, a pesar del compromiso explicitado por las gerencias involucradas. Entre los años 2011 al 2013 se dio inicio al proyecto denominado de Minería continua, el cual había tomado algunos resguardos gracias a la experiencia obtenida, pero nuevamente este proyecto sufre los mismos inconvenientes: Prioridades de operación por sobre las necesidades de un proyecto de innovación.

Del párrafo anterior y del apartado 7.1 para el caso de estudio denominado “Minería continua” podemos concluir que CODELCO efectivamente lidera actividades de innovación que son principalmente de PROCESO pero esta labor se desarrolla sobre un marco organizacional convencional que inhibe el proceso en sí, esto deja de manifiesto la presente necesidad para Codelco de liderar procesos de innovación en lo ORGANIZACIONAL.

La construcción de una matriz de caracterización para la innovación en minería permitió transparentar problemáticas internas en la operatividad del proyecto, identificó agentes obstaculizadores para el proceso de innovación, como lo son;

- Organizaciones enfocadas a convenios de desempeño en donde no figuran los procesos de innovación en su evaluación o metas.
- Organizaciones que desconocen los alcances de los proyectos de innovación para la sustentabilidad del negocio minero de CODELCO.
- La poca sintonía entre los objetivos de una Gerencia transversal de innovación y desarrollo y las gerencias de operaciones de cada división.

En la misma línea de la matriz de caracterización para el caso de minería continua es posible determinar oportunidades de mejora, como lo son

- La necesidad de apertura con entidades de investigación y de educación.
- El perfeccionamiento que se puede realizar en estas materias del RRHH.
- Las sinergias posibles de realizar con proveedores y otras mineras.
- La relación con organismos estatales encargados de la innovación.
- La disminución del riesgo basado en la participación de otros.

En definitiva, la sola estructuración de una caracterización de la innovación para un caso concreto, genera para la firma una identificación de factores que inciden en la posibilidades de innovar o no.

Lo anterior es importante para Codelco por cuanto esta última, considerada como la “firma” u “objeto” por parte del manual de Oslo, no se puede considerar Innovadora solo por el hecho de contar con antecedentes y actividades innovadoras para su permanente búsqueda de soluciones a problemáticas productivas y reglamentarias, sino que debe enmarcarse en metodologías que le permitan convertir la política de innovación en algo sistemático, coherente con el mundo globalizado al cual se pertenece y con el negocio interno.

En una mirada puesta desde el 2014 es posible concluir que una importante prueba de desarrollo y productividad minera no ha sido implementada aún, por lo que se desplazan sus conclusiones y recomendaciones, se retrasan las decisiones importantes concernientes a un mega proyecto como lo es el de Chuquicamata subterráneo o lo que es más global aún los desarrollos subterráneos de Codelco, lo que claro está, repercute directamente en el corazón de los CAPEX y OPEX de los proyectos estructurales de Codelco.

En una mirada aún más global que la del párrafo predecesor, el retraso de en las conclusiones de la operatividad de un proyecto como lo es el de la minería continua no solo afecta a Codelco sino también genera debilidades en nuestras siempre aparentes ventajas comparativas para la minería chilena.

9. BIBLIOGRAFIA.

GUSTAVO LAGOS, 2007
Innovación en Minería,
Foro en Economía de minerales Vol V.
Ediciones Universidad Católica de Chile

PATRICIO MELLER, 2013
La Viga Maestra y el sueldo de Chile
Mirando el futuro con los ojos del Cobre.
Uqbar Editores.

MANUAL DE OSLO, 2005
Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación
Tercera Edición.
Publicación OCDE y EUROSTAT

ROBERT CARBAUGH, 2003.
Fuentes de ventaja comparativa,
Teoría de Heckscher-OHlin

Capítulo III.

SEMINARIO Reseña de la innovación tecnológica en la Minería del Cobre, 2005
El Caso CODELCO
Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Evaluación de Gestión Estratégica
DG/12/05