



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE MINAS

ANÁLISIS DEL SOBRECOSTO DE CAPEX ENTRE EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y
CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS MINEROS Y SU COMPARACIÓN CON PROYECTOS
DE INFRAESTRUCTURA Y PROYECTOS DE PETRÓLEO Y GAS ENTRE LOS AÑOS
2006-2016

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL DE MINAS

EDUARDO MATÍAS AGÜERO PRADO

PROFESOR GUÍA:
SEBASTIÁN PATRICIO CARMONA CALDERA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
FERNANDO ANDRÉS ACOSTA BARRIGA
MANUEL ROLANDO REYES JARA

SANTIAGO DE CHILE
2018

Resumen

El siguiente estudio analiza los sobrecostos de capital en los proyectos mineros durante un período de 10 años y los compara con proyectos de infraestructura y de petróleo y gas. El sector minero se caracteriza por presentar altos niveles de riesgos y retornos. Se tienen distintas etapas en los proyectos con estudios pre-inversión y luego de aprobar la ejecución de este también se tienen distintas etapas con inversión hasta completar la operación de este.

Sobrecosto de capital será la razón entre el costo final de construcción y el costo estimado del estudio de factibilidad. La diferencia del CAPEX (capital expenditures) entre la factibilidad y la construcción se espera tenga un margen de error máximo de un 15%. En la minería es un problema significativo y persistente, en promedio 20% a 60% registrado desde 1965.

Entre los años 2006 y 2016 se tiene una gran cantidad de proyectos de inversión dentro del sector minero. De un total de más de 390 proyectos (nacionales e internacionales), 76 se confirmaron dentro del estado de operación para la base de datos de este estudio. La fuente de información será solo de inversiones públicas entregadas por distintos medios respecto a los proyectos.

El objetivo general es analizar los sobrecostos entre 2006-2016 de CAPEX de proyectos mineros y comparar con proyectos de infraestructura y de petróleo y gas. Los objetivos específicos son realizar una base de datos de proyectos. Agregar características potencialmente importantes. Realizar un análisis estadístico de los datos para cada sector y considerar las distintas variables.

Para los proyectos mineros se obtuvo un sobrecosto de capital promedio de 34%, que está por sobre lo esperado. Si bien, un total de 30 de estos presenta un CAPEX estimado de manera correcta, la cantidad de proyectos con sobrecosto fuera de lo esperado es de 46 y un número importante de estos presenta un sobrecosto alto o muy alto, sobre el 40% y 80% respectivamente.

Las variables que se obtienen como de mayor influencia para el sobrecosto de capital son el período de construcción, que se refiere tanto al año en que se inicia la construcción, como a su duración para el término del proyecto, el tamaño del proyecto, el tipo de proyecto y la administración de los contratos. Por otro lado, no se consideran como de gran influencia el tipo de commodity, la ubicación del proyecto, el método minero, el producto principal y el tamaño de la empresa, tanto para los estudios como la operación. Sin embargo hay que mencionar que dentro de estas variables hay algunos proyectos que tienen mayor probabilidad de sobrecostos altos, específicamente los con el tipo de commodity a extraer que sea de níquel o PGM, los que el producto principal sea metal doré o ferroníquel y los ubicados en Sudamérica. Mencionar que la limitada cantidad de datos no permite realizar análisis estadísticos exhaustivos (se debería correr regresiones y utilizar estadísticos como la T-student).

Respecto a la comparación con los proyectos de infraestructura y de petróleo y/o gas, una de las variables principales que afecta la diferencia de sobrecostos es el período de construcción. Además, se observó que los proyectos encontrados comparables no siempre van a ser de menor sobrecosto que los mineros, es decir, también están expuestos a distintas variables que pueden aumentar el costo de capital estimado. Para la otra variable considerada en la comparación, el tamaño de inversión, se observa que no tiene influencia en la probabilidad de presentar sobrecostos de capital.

Agradecimientos

Al Departamento de Ingeniería Civil de Minas de la Universidad de Chile, donde tuve mis más duras caídas, pero también tuve mis mayores éxitos y logros. Agradecido por la calidad humana y profesional de cada persona que forma parte del departamento, que colaboraron en mi formación académica y profesional.

A las personas y amigos que conocí en este largo camino, desde el primer día que ingresé, a mis padrinos de sección, equipo de fútbol de la facultad, luego al escoger especialidad, equipo minero TM y al finalizar esta etapa a compañeros mineros de otras generaciones. Por su tremendo apoyo, enseñarme a nunca bajar los brazos y siempre tener un consejo positivo para el día a día.

Agradecer a los miembros de la comisión, al profesor Sebastián Carmona por su dirección, comentarios en el desarrollo de este trabajo y apoyo constante durante el cierre de mi carrera. Al profesor Fernando Acosta y Manuel Reyes por sus aportes y buena disposición al momento de solicitar su colaboración.

En especial a mi familia, por el apoyo incondicional que he sentido en cada momento de mi vida y el reconocer el esfuerzo que aplico en cada actividad que realizo. A mis abuelos, tíos y primos que siempre estuvieron esperando este momento, que comparten la felicidad de mis éxitos y tristeza de mis errores.

Además la gran importancia que tuvieron mis amigos más cercanos de PBP con los cuales la vida en la escuela fue de las mejores experiencias. Gracias por siempre tener una cara alegre, compartir, enseñar y confiar cuando fue requerido en las distintas etapas de mi estancia universitaria. A mis amigos mineros y de la vida que colaboraron en disfrutar en todo momento, espero que todos sigan teniendo el mayor de los éxitos y que nos seguiremos encontrando en las nuevas etapa que vienen.

A Nicols que llegó en un gran momento y estuvo ahí para dar compañía, apoyo, ánimo, cariño y colaboración día a día.

Agradecer por último a Nicole y Carol por toda su dedicación y guía para llevar los procesos de la mejor forma posible.

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	1
1.1.	Presentación del tema	1
1.2.	Motivación.....	3
1.3.	Alcance	4
1.4.	Objetivos.....	5
1.4.1.	Objetivo General.....	5
1.4.2.	Objetivos Específicos	5
2.	Antecedentes.....	5
2.1.	Proyectos.....	5
2.1.1.	Conceptos básicos	5
2.1.2.	Etapas según tipo de proyecto	6
2.2.	Estudios previos sobrecostos	10
2.2.1.	Estudios sobrecostos proyectos mineros	10
2.2.2.	Estudios sobrecostos proyectos de infraestructura	19
2.2.3.	Estudios sobrecostos proyectos de petróleo y gas	21
2.3.	Variables en la construcción y configuración de proyectos.....	24
2.4.	Precios históricos commodities	25
3.	Metodología.....	30
3.1.	Colección de proyectos	30
3.2.	Caracterización de un proyecto.....	30
3.3.	Caracterización de resultados	31
3.4.	Identificar tendencias generales.....	32
4.	Caracterización de proyectos.....	32
4.1.	Proyectos mineros.....	32
4.1.1.	Proyectos mineros estudiados.....	32
4.1.2.	Proyectos mineros no considerados.....	35
4.1.3.	Especificación de variables por proyecto	37
4.2.	Proyectos infraestructura	63
4.3.	Proyectos de petróleo y gas.....	66
5.	Resultados.....	67
5.1.	Sobrecostos proyectos mineros.....	68
5.2.	Comparación tipo de proyectos	80
6.	Análisis de resultados	88
7.	Conclusiones.....	90
8.	Glosario	92
9.	Bibliografía.....	93
	ANEXO A	94
	ANEXO B	103

Índice de tablas

Tabla 1: Estadísticas claves de los coeficientes de costo de capital para los 63 proyectos mineros	13
Tabla 2: Resumen estadística, sobrecostos y aumento de plazos en proyectos de infraestructura.....	20
Tabla 3: Interpolación de sobrecostos de proyectos de hidrocarburos	22
Tabla 4: Proyectos mineros completados entre los años 2006-2016.....	32
Tabla 5: Proyectos mineros no considerados en el estudio	35
Tabla 6: Proyectos de infraestructura terminados entre los años 2006-2016	63
Tabla 7: Información relevante respecto a los proyectos de infraestructura	65
Tabla 8: Proyectos de petróleo y gas terminados entre los años 2006-2016.....	66
Tabla 9: Información relevante respecto a los proyectos de petróleo y gas	67
Tabla 10: Estadística descriptiva proyectos mineros.....	69
Tabla 11: Estadística descriptiva proyectos de infraestructura	81
Tabla 12: Estadística descriptiva proyectos de petróleo y gas	83
Tabla 13: Comparación de proyectos por períodos y su razón de costo estimado e inversión final	83

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Proceso de los estudios pre-inversión	1
Ilustración 2: Sobrecosto CAPEX 78 proyectos entre 1994-2015	3
Ilustración 3: Sobrecosto para los 60 proyectos mineros	10
Ilustración 4: Ejemplo de distribución real de costos en dos proyectos analizados	11
Ilustración 5: Relación de sobrecosto de proyectos y frecuencia relativa	13
Ilustración 6: Distribución de características para proyectos mineros estudiados	15
Ilustración 7: Distribución de proyectos por continente y sobrecostos promedios a lo largo de los años	16
Ilustración 8: Sobrecosto y tamaño proyecto (arriba). Sobrecosto y tipo de commodity (abajo) ..	17
Ilustración 9: Sobrecosto y tipo de proyecto (arriba). Sobrecosto y tipo de financiamiento (abajo)	18
Ilustración 10: Sobrecosto y localización (izquierda). Sobrecosto y localización de patrocinador (derecha)	18
Ilustración 11: Factores responsables de sobrecostos y retrasos en proyectos de petróleo y gas...	22
Ilustración 12: Ciclo de vida de un proyecto de hidrocarburos, determinación de sobrecostos	23
Ilustración 13: Distribución sobrecostos proyectos de petróleo y gas en Noruega	24
Ilustración 14: Precios históricos del oro durante 2005 – 2016	26
Ilustración 15: Precios históricos del cobre durante 2005 – 2016	26
Ilustración 16: Precios históricos del hierro durante 2005 – 2016	27
Ilustración 17: Precios históricos de la plata durante 2005 – 2016	27
Ilustración 18: Precios históricos del níquel durante 2005 – 2016	28
Ilustración 19: Precios históricos del zinc durante 2005 – 2016	28
Ilustración 20: Precios históricos del petróleo crudo durante 2005 – 2016	29
Ilustración 21: Precios históricos del gas natural durante 2005 – 2016	29
Ilustración 22: Sobrecosto de capital de los proyectos mineros estudiados	68
Ilustración 23: Distribución de proyectos según el rango de sobrecosto de capital	69
Ilustración 24: Distribución de proyectos según el método minero	70
Ilustración 25: Distribución de proyectos según el commodity primario	71
Ilustración 26: Distribución de proyectos según el tipo de proyecto	72
Ilustración 27: Distribución de proyectos según la inversión estimada en la factibilidad	72
Ilustración 28: Distribución de proyectos según el continente	73
Ilustración 29: Sobrecostos de capital agrupados por el año en que se terminó su construcción ..	74
Ilustración 30: Sobrecostos de capital según la inversión final realizada	74
Ilustración 31: Sobrecostos de capital según el tipo de commodity primario	75
Ilustración 32: Sobrecostos de capital según el tipo de proyecto, agrupados antes y después del año 2012	76
Ilustración 33: Sobrecostos de capital según la ubicación del proyecto	77
Ilustración 34: Sobrecostos de capital según el método minero	77
Ilustración 35: Sobrecostos de capital según el producto principal	78
Ilustración 36: Sobrecostos de capital según el tipo de contrato	79
Ilustración 37: Sobrecostos de capital según el año de inicio de su construcción	80
Ilustración 38: Sobrecosto de capital de los proyectos de infraestructura estudiados	81
Ilustración 39: Sobrecosto de capital de los proyectos de petróleo y gas estudiados	82

1. Introducción

1.1. Presentación del tema

La inversión en proyectos, a nivel mundial, dependiendo del tipo de proyecto, está expuesta a distintos niveles de riesgos. Dentro de los principales tipos de proyectos se encuentran los de comercio, energía, infraestructura, minería, industria, petróleo y gas, servicios, telecomunicaciones y comercio. Específicamente el sector minero se caracteriza por presentar altos niveles de riesgos, uno de los riesgos característicos está asociado al tiempo y costos de construcción a medida que se está ejecutando el proyecto. Bertisen, J. y A. Davis, G [1] mencionan al respecto que la estimación de costos de capital de ingeniería está sujeta a error y sesgo, además de que la incertidumbre en la estimación inicial del costo de capital es un factor importante en el riesgo de la culminación de un proyecto.

Para tomar la decisión del desarrollo de un proyecto minero se utilizan distintas etapas con estudios pre-inversión y luego de aprobar la ejecución de este también se tienen distintas etapas con inversión hasta completar la operación de este. Así, el riesgo asociado al costo de capital o CAPEX se considera respecto al último estudio realizado pre-inversión, ingeniería básica o factibilidad, versus la inversión total realizada durante su puesta en marcha (PEM), ramp up hasta alcanzar el régimen productivo de la operación.

Un estudio de factibilidad consiste en un instrumento para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y como se mencionó anteriormente es la última fase antes de llevar a cabo el desarrollo del mismo. En la ilustración 1 es posible observar el proceso de los estudios pre-inversión, donde para ir pasando de una etapa a otra va aumentando el nivel de estudio y los conocimientos respecto al proyecto, por lo tanto la confianza de este.

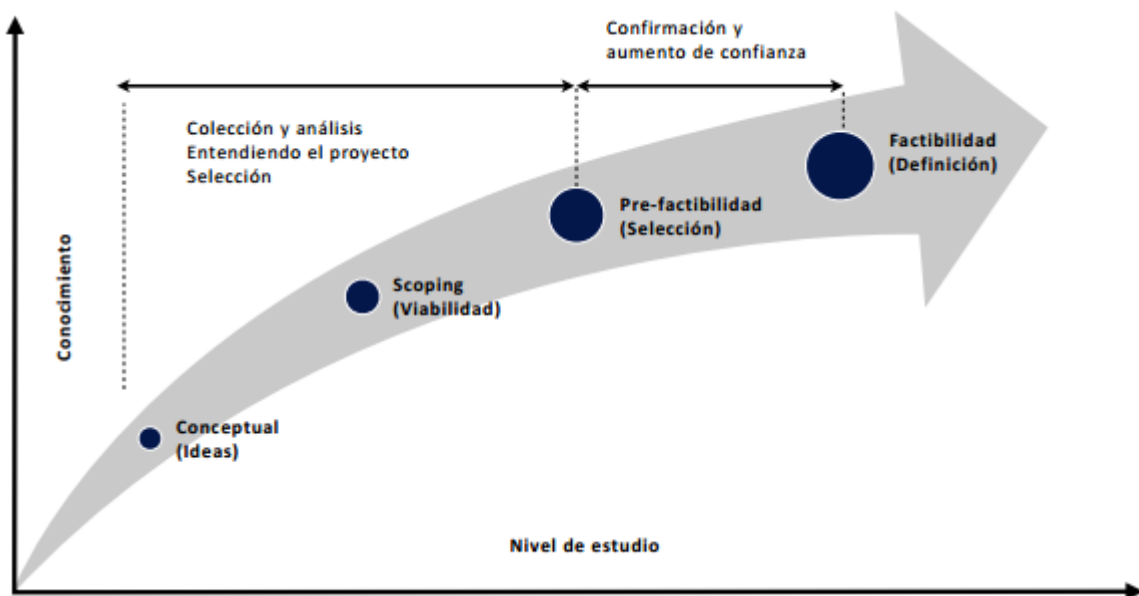


Ilustración 1: Proceso de los estudios pre-inversión

Fuente: Snowden

Según Elkington, J. [2] un estudio de factibilidad tiene por objetivo:

- Determinar la viabilidad del proyecto.
- Detallar una opción viable del estudio de prefactibilidad.
- CAPEX y OPEX (operational expenditures) con variación de +/- 10% a 15%.
- Recursos medidos/indicados y reservas probadas/probables.
- Detalle del modelo de flujo de caja con un análisis financiero.
- Comparar con el estudio de prefactibilidad y revisar la estrategia.
- Plan de ejecución del proyecto.
- Análisis de riesgo con estrategias de mitigación.
- Revisión técnica completa.
- Infraestructura.
- Programación.

Aquí es donde se define el concepto de sobrecosto de capital, razón entre el costo final de construcción y el costo estimado del estudio de factibilidad, se espera que la diferencia del CAPEX entre el estudio de factibilidad con respecto a la construcción final tenga un margen de error máximo de un 15%. Haubrich, Ch. [3] menciona que el sobrecosto de capital dentro de la minería es un problema serio que tiene una larga historia, significativa y persistente, en promedio 20% a 60% registrado desde 1965. Una publicación más actual realizada por Lwin, T. y Lazo, J. [4] para el EDC (Export Development Canada), con proyectos mineros finalizados entre 1994 y 2015 resultó en un sobrecosto promedio de 37%.

Entre los años 2006 y 2016 se realizaron una gran cantidad de proyectos de inversión dentro del sector minero. Los cuales se pueden encontrar en estado de proyecto (exploración o estudios), construcción, suspendido u operación. De un total de más de 390 proyectos, 76 se confirmaron dentro del estado de operación para la base de datos de este estudio, donde la mayor inversión fue realizada en el proyecto Las Bambas, con un valor de 7,4 BUS\$ y un sobrecosto de 76%, seguido por el proyecto Koniambo, con un valor de 7,2 BUS\$ y un sobrecosto de 85%. Por otro lado, la menor inversión fue realizada en el proyecto Pilar Norte, con un valor de 140 MUS\$ y un sobrecosto de 16%, seguido por el proyecto Lihobong, con un valor de 185 MUS\$ y un sobrecosto de 0%. Mientras que el mayor sobrecosto de capital fue en el proyecto Onca Puma, con un 172% y una inversión total de 1,1 BUS\$, seguido por el proyecto Cerro Negro, con un sobrecosto de 113% y una inversión de 1,7 BUS\$. Por otro lado, el segundo menor sobrecosto de capital fue en el proyecto George Fisher North Expansión, al igual que Lihobong, con un sobrecosto de 0% y una inversión total de 245 MUS\$.

Por lo que se hace interesante, debido a que para los diversos estudios mencionados se evalúan distintas variables y se entregan variadas conclusiones, plantear distintas hipótesis y evaluar posibles causas para justificar estos sobrecostos en la industria minera. Por último mencionar que en este estudio se realizará un análisis de carácter estadístico de la estimación del CAPEX de proyectos mineros y que además se buscará comparar con otros tipos de proyectos como lo son de infraestructura y de petróleo y gas que presentan etapas distintas para su desarrollo, que se detallarán más adelante. Cabe mencionar que resulta necesario este estudio para mantener una visión actualizada sobre los proyectos y lograr proyecciones del comportamiento a futuro.

1.2. Motivación

La industria minera tiene un peor récord que otras industrias, según Mertón en 1998 el sobrecosto promedio para la minería era de 99%, mientras que para las refinerías de petróleo era de 63% y las plantas de procesamiento era de 67% [3]. Muchos otros han estudiado los sobrecostos de capital en la industria minera, Castillo en 1985, Merrow en 1988, Bennett en 1996, Gypton en 2002, Bertisen y Davis en 2008, Lwin y Lazo en 2015. El fenómeno de sobrecosto de capital sigue siendo en gran medida inexplicable y no se ha auto-corregido en más de 50 años. Son diversas las variables que se han estudiado y más aún las conclusiones respecto a las causantes de los sobrecostos en los proyectos mineros.

Lwin, T. y Lazo, J. [4] en su publicación analiza el sobrecosto de capital de 78 proyectos mineros y su relación con variadas variables. El tamaño del proyecto, tipo de commodity, tipo de proyecto brownfield/greenfield (si ya hay instalaciones existentes/si se realiza desde cero), financiación por deuda/propia, localización proyecto, sede del patrocinador, tamaño del patrocinador (Junior, Mediano, Major), tipo de producto (Concentrado, Cátodo, Doré) y método minero (Subterráneo, Rajo Abierto). Donde se reconoce que las estimaciones de CAPEX que se llevan a cabo a nivel de factibilidad, presentan niveles de exactitud declarados superiores, entre -20% a +40%, además de mencionar que tienen impacto significativo el tamaño del proyecto, localización, sede patrocinador, tipo de commodity y financiamiento [4].

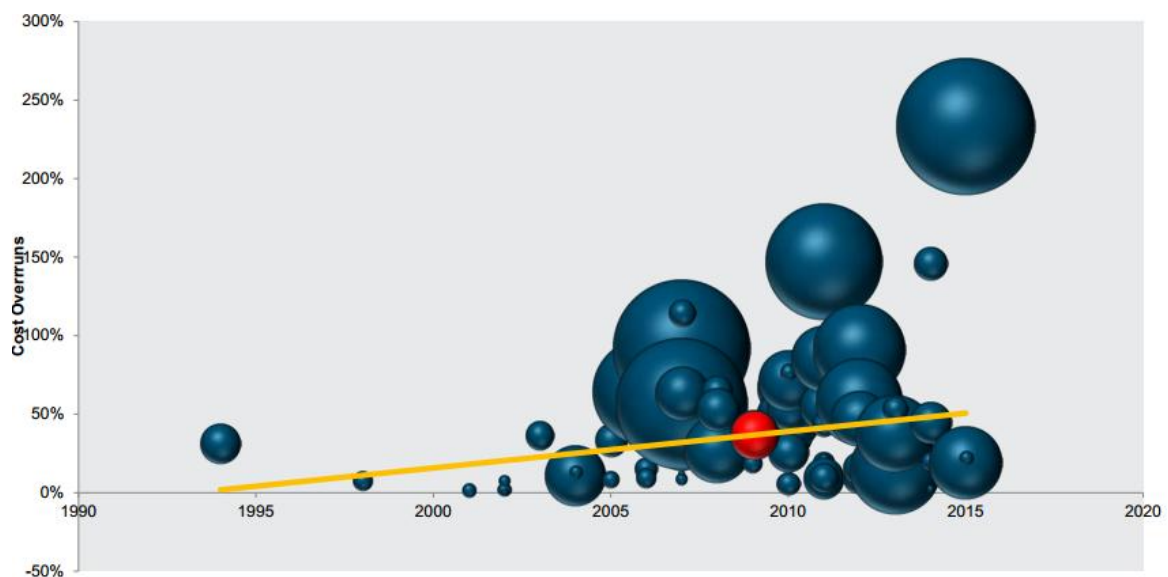


Ilustración 2: Sobrecosto CAPEX 78 proyectos entre 1994-2015

Fuente: TAS analysis, EDC

El gráfico de la ilustración 2 corresponde a la distribución de sobrecostos de capital de los proyectos analizados, donde el tamaño de las burbujas representa el tamaño del proyecto (CAPEX) y la burbuja roja representa el promedio de sobrecostos (37%). El CAPEX promedio estimado fue de 1,2 MUS\$ y el actual fue de 1,6 MUS\$ y con un financiamiento por deuda del 57% y propio del 43%. Se observa además que después del año 2005 hay un aumento del sobrecosto promedio.

Dentro de las otras publicaciones de sobrecosto de capital en la minería, Gypton, Ch. [5] para la revista Engineering and Mining Journal, contempló el análisis de 60 proyectos mineros, desarrollados entre 1980-2000. Dentro de las conclusiones menciona que las principales deficiencias que producen sobrecostos están divididas en tres categorías, pueden ser deficiencias gerenciales, deficiencias técnicas y otros (legislación, conflictos civiles, guerras, terrorismo e interferencia de entidades no gubernamentales). Finalmente menciona que los sobrecostos al hacer un test económico a los proyectos, se debe considerar un aumento del +/-20% a 25%. Bertisen, J. y A.Davis, B. en su publicación para la revista The Engineering Economist, que contempló 63 proyectos mineros comprendidos entre 1980-2001. Mencionan que el sobrecosto promedio es del 25%. Pero por otro lado, los posibles causantes del sobrecosto están relacionados con problemas en el diseño inesperados, sesgo intencional por persistente demanda de financiamiento de proyectos (subestimar costos de capital para lograr la aprobación de proyectos) e inflación, sesgo mayor en proyectos más grandes [1]. Como última publicación a destacar, Haubrich, Ch. en la CIM MES Toronto, utilizó una base de datos con 50 proyectos, realizados entre 2005-20013. Aquí ocurren diferencias respecto a las causales del sobrecosto, se concluye que este está asociado fuertemente a la integración de equipos de diseño y construcción, la “calidad” del proyecto y la “temperatura” del mercado de commodity al comienzo de construcción [3], dejando de lado las otras variables o mencionando que estas tienen poca relevancia al respecto.

Por lo tanto, debido a la diversidad de publicaciones realizadas, variables consideradas y conclusiones obtenidas en estos es que se traduce en la motivación para este estudio. Así se espera observar el comportamiento de los distintos proyectos mineros, con las variables consideradas más relevantes al respecto y encontrar características comunes y principales aspectos que afecten los altos o bajos sobrecostos en los proyectos mineros. Todo esto con el fin de concluir respecto a las causales y proyecciones a futuro, mediante el uso de información pública de las empresas involucradas desde las etapas pre-inversionales hasta inversión final en los distintos proyectos.

1.3. Alcance

El estudio a realizar considera un trabajo de carácter estadístico, análisis cualitativos e investigación, ya que la fuente de información será solo de inversiones públicas entregadas por distintos medios respecto a los proyectos, tanto para los estudios como la construcción. No se entrará en análisis respecto a la racionalidad de quienes estuvieron a cargo de la elaboración de los estudios ni la ejecución de la construcción en sí, pero si las demás variables que se consideren relevantes y que permitan llevar a cabo un estudio sobre el comportamiento de este hacia los distintos proyectos y como puedan afectar al sobrecosto. Mencionar que la pre-inversión e inversión se considera respecto a la construcción del proyecto, a pesar de haber otro tipo de costos (sondajes, recolección de datos e ingeniería) que también son relevantes, pero no al grado que lo es una inversión de ejecución.

Se conformó la base de datos con 76 proyectos mineros (nacionales e internacionales), estos proyectos son de distinto tipo, explotación y expansión. Mientras que los proyectos de infraestructura analizados también son de distinto tipo, puentes, hospitales, carreteras, aeropuertos, metros, edificios, etc. Los proyectos que tengan sobrecostos excesivos generados por circunstancias específicas, en la medida que no aporten al estudio, no serán considerados, pero

igualmente se mencionarán para tener constancia y conocimiento de que fue lo que ocurrió que generó ese efecto.

El margen comprendido para el estudio, es específicamente entre los años 2006 y 2016, para proyectos que entraron en operación dentro de este espacio temporal, vale decir, puede ser que los resultados del estudio de factibilidad pre-inversión puedan estar fuera de este rango, pero la conclusión de este debe al menos estar durante el 2006. Destacar de que por la posible relevancia del tipo de commodity a extraer tenga influencia en el sobrecosto de proyectos, no habrá restricción en cuanto a los mercados considerados. Por otro lado mencionar que para proyectos donde se haya realizado distintos estudios de factibilidad, se considerará el más actualizado con el cual la compañía dio el visto bueno hacia la inversión en la construcción del proyecto. Por último mencionar que la estimación respecto a que pueda ocurrir a futuro con el sobrecosto de los proyectos, es netamente de carácter cualitativo y no se realiza un estudio cuantitativo para afirmar que esto vaya a ser así.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Analizar los sobrecostos entre 2006-2016 del CAPEX entre el estudio de factibilidad y construcción final de proyectos mineros. Además de evaluar y comparar con proyectos de infraestructura y de petróleo y gas, para obtener conclusiones respecto a cómo afectan las variables y entregar conclusiones de proyectos a futuro.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar una base de datos con el CAPEX de proyectos mineros, infraestructura y de petróleo y gas entre los años 2006-2016.
- Agregar características potencialmente importantes (tamaño proyecto, commodity, empresa, localización, capacidad de tratamiento, método procesamiento, método minería, infraestructura, etc.).
- Análisis estadístico de los datos para cada sector y considerando distintas variables.

2. Antecedentes

2.1. Proyectos

2.1.1. Conceptos básicos

Primero que todo, de manera general, según Carmona, S. [6], un proyecto se considera como un emprendimiento planificado que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas, que busca alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un tiempo previamente definidos. Dentro de esta definición se logra encontrar diversos tipos de proyectos, los cuales dependiendo el contexto en que son desarrollados presentan características distintivas. Ahora bien, en el marco de la industria minera, para los tipos de proyectos clasificados como mayores por lo general se deja de hablar de proyectos y se entra en la gama de megaproyectos, Carmona, S. [6] define un megaproyecto como un esfuerzo único, es un proyecto que requiere un largo plazo de concepción y maduración

(actualmente entre 3 y 6 años) y que estresa los recursos organizacionales y financieros del dueño, hasta a veces de la región a su límite. Presenta un ciclo que abarca múltiples y complejos “stakeholders” o partes involucradas y/o interesadas y puede tomar más de una década en concretarse.

Este estudio se enfocará en proyectos mayores, ya que presentan mayor relevancia, complejidad, tamaño e inversión, que es lo que más interesa. Así, dentro de estos proyectos mayores se dividen en el tipo greenfield y brownfield. Codelco [7], define un proyecto greenfield como aquel que se realiza desde cero, o aquel existente que se cambia en su totalidad, mientras que un proyecto brownfield, son aquellos en los que se aprovechan unas instalaciones ya existentes y que son modificadas, aumentadas y/o mejoradas.

Otro de las definiciones a destacar son las que tienen relación con los movimientos de efectivo que considera un proyecto, los que ya se han mencionado antes, que resultan en dos términos de clasificación básica, gastos de capital (CAPEX) y gastos de explotación u operación (OPEX). Aquí el CAPEX es el efectivo a considerar para los análisis y la variación de que es lo que está considerando va a depender del tipo de proyecto que se esté analizando. Dentro de la minería el CAPEX considera un monto fijo de inversión para que la mina entre en producción y los OPEX consideran los costos variables por cantidad más costos fijos [6].

Por último mencionar que dentro de los proyectos mineros, con el paso de los años, cada vez han ido tomando mayor relevancia distintos actores dentro de las diversas aristas de la industria, ya que son quienes se ven afectados de una u otra forma por estos. Así en la actualidad los principales actores a considerar son los contratistas, la comunidad, los servicios, la autoridad y la empresa, que tiene una relación extra con el mercado de capitales [6]. Estos actores desde las etapas previas de estudios y a lo largo de la vida de un proyecto minero, pueden afectar y tener implicancias importantes sobre el CAPEX y OPEX a considerar por la empresa para la ejecución, operación y cierre de este.

2.1.2. Etapas según tipo de proyecto

Respecto a los proyectos mineros, el macro ciclo se dividirá en dos partes principales, pre-inversionales e inversionales. Según Codelco [7], la pre inversión considera la ingeniería de perfil, la prefactibilidad o ingeniería conceptual y la factibilidad o ingeniería básica. Mientras que las inversionales consideran la ejecución y operación. A grandes rasgos se tiene para cada una de estas etapas las siguientes características:

- **Ingeniería de Perfil:** Es donde se identifica el potencial de negocios de un proyecto y su justificación estratégica. Aquí se configuran los factores claves para el éxito del proyecto, los riesgos fatales, órdenes de magnitud del monto de inversión y de los costos de operación y los aspectos técnicos más relevantes. En Codelco, esta etapa la realiza el Cliente, que corresponde a la División que operará el activo cuando el proyecto esté terminado.
- **Prefactibilidad (Ingeniería conceptual):** Etapa de estudio y selección de alternativas de proyectos para recomendar el mejor caso. En ella, por ejemplo se determina la viabilidad técnica y económica de los distintos métodos de extracción y producción, tecnologías, configuraciones, emplazamientos, tamaños y capacidades. También se precisan el monto de inversión, los costos de operación, las alternativas de financiamiento y el momento

óptimo para invertir. En Codelco, esta etapa la realiza la Vicepresidencia de Proyectos (VP), en su rol de Gestor – Ejecutor.

- Factibilidad (Ingeniería básica): Etapa de desarrollo de la alternativa seleccionada en la prefactibilidad a fin de demostrar su viabilidad técnica y económica. En ella se define el alcance, el costo y el tiempo de ejecución del proyecto, se evalúa la rentabilidad económica, se finalizan todos los aspectos comerciales, legales y financieros, y se planifica la siguiente etapa, de ejecución. En Codelco, la VP también es la encargada.
- Ejecución: Etapa de materialización del proyecto (construcción, montaje y puesta en marcha del nuevo activo), donde se busca capturar la promesa ofrecida privilegiando los aspectos de calidad, plazo, costo y sustentabilidad. En Codelco, la VP es la encargada.
- Operación: Etapa en que el nuevo activo entra en producción, es operado de acuerdo con el diseño del proyecto y realiza su escalamiento productivo (ramp up) hasta alcanzar su régimen. En Codelco, esta etapa la realiza el Cliente.

Ahora dentro de las etapas de estudios, también se puede considerar una etapa previa a la Ingeniería de Perfil, que recibe el nombre de FEL 0 (Front End Loading) o scouting study. Carmona, S. [6] menciona esta etapa como donde se debe detectar tempranamente y a bajísimo costo, las posibilidades de negocio. Las tres dimensiones para evaluar son Retorno, Riesgo e Inversión y las métricas más relevantes para cada dimensión son: VAN y TIR (Retorno), VaR y Desviación Estándar del VAN (Riesgo) y CAPEX inicial (descontado y no descontado) y Perfil de flujos de caja de los primeros 2, 5 y 10 años (Inversión).

Dentro de la etapa de ejecución, la PEM presenta además otros subprocesos. Codelco [7] define la PEM como el proceso de hacer funcionar en conjunto los distintos sistemas y subsistemas de cada una de las áreas de un proyecto, los que son sometidos a diversas pruebas y ajustes. El ciclo de vida de un proyecto se cierra cuando el activo que se ha construido, funciona. Para cada una de estos subprocesos se tiene las siguientes características:

- Precomisionamiento: Secuencia de pruebas sin carga que sirve para revisar y probar el control de cada subsistema y, gradualmente, del sistema completo.
- Término mecánico: Alcanzado cuando todos los sistemas y subsistemas han respondido bien a las pruebas sin carga y las plantas pueden comenzar a recibir los materiales y flujos propios del proceso. Queda pendiente el cierre de detalles de terminación que no afectan la seguridad de las personas ni de las instalaciones.
- Comisionamiento: Procesos secuencial y gradual en que se desarrollan las pruebas con carga y se van cerrando los detalles de terminación.
- Ramp up: Escalamiento productivo para obtener los niveles de producción del conjunto de sistemas, lograr la continuidad operacional y obtener que el activo construido alcance los niveles de utilización que fueron conceptualizados.

Por último dentro de los proyectos mineros, destacar la importancia de los permisos que se deben obtener antes de comenzar la ejecución de este y que está incorporado dentro de la etapa de los estudios. Específicamente se refiere al sistema de EIA, donde se destacan algunas características como que para un megaproyecto toma entre 1 y 2 años en completarse, los compromisos de monitoreo, mitigación y compensación pueden llegar a costos entre 0,5 y 2% del proyecto y que los permisos sectoriales, autorizaciones específicas, derechos de paso, servidumbres, entre otros, pueden llegar a ser entre 600 y 1.000 [6]. Además de detallar características del proyecto

(ubicación, dimensiones, inversión, vida útil, entre otras), además de medidas para disminuir los impactos ambientales negativos que se puedan generar. Actualmente, ya no solo se habla de que el tema más relevante es el ambiente, sino que también como afecte en lo social el proyecto, ya que hay un número importante de estos que se han debido reestructurar, suspender o cancelar al no obtener la licencia social por nuevos requisitos necesarios como por ejemplo mayor transparencia y comunicación, contribución al desarrollo económico local, mayor interacción y colaboración, entre otras.

Respecto a los proyectos de petróleo y gas, el ciclo se dividirá en seis partes. Galpenergia [8], los menciona como la conquista del acceso, exploración, evaluación, desarrollo, producción y abandono. A grandes rasgos se tiene para cada una de estas etapas las siguientes características:

- Conquista de acceso: Primer paso que las empresas de exploración y producción ejecutan, es decir, que áreas (en todo el mundo) tienen potencial interés. Implica una serie de estudios preliminares a nivel técnico, político, potencial económico, social y medioambiental de las regiones.
- Exploración: Tradicionalmente, las inversiones en producción se realizan muchos años antes de la primera producción, es por esto que es indispensable por lo menos contar con que la producción prevista justifica la inversión realizada. Esta fase pasa por varios años antes de que el primer pozo de exploración sea perforado. Durante el cual se estudia su historia geológica de la zona y la probabilidad de encontrar petróleo ya calculada. La preparación de un programa de trabajo y estudios magnéticos, gravimétricos y sísmicos se llevan a cabo.
- Evaluación: Se estudia en una forma más concisa los descubrimientos realizados en la fase de exploración de hidrocarburos, con el fin de evaluar su potencial. Cuatro opciones deben ser consideradas, continuar con el desarrollo a fin de generar algunos ingresos a corto plazo (con el riesgo de que el campo sea muy pequeño o demasiado grande y que la infraestructura montada no resulte adecuada); seguir un plan de evaluación con el fin de optimizar el desarrollo técnico (se retrasará la primera producción y aumentará la posibilidad de tener mayor rentabilidad del proyecto); vender el descubrimiento; o no hacer nada. Se busca confirmar los volúmenes que ya fueron encontrados y el estudio debe incluir el proceso de diseño, el tamaño de los equipos, los lugares y sistema de elevación y la explotación del petróleo crudo con una estimación de gastos y un cronograma para su implementación.
- Desarrollo: Según los resultados de los estudios de viabilidad, y suponiendo que al menos una opción es factible, un plan de desarrollo conceptual del campo (CDP) se formaliza y se implementa. Un CDP busca servir como especificación conceptual del proyecto en materia de facilidades de superficie y del subsuelo y los principios operacionales y el mantenimiento necesario para apoyar una propuesta de inversión que sea necesaria en el futuro. Tras la aprobación del CDP antes de la producción de un determinado campo hay una secuencia de actividades, incluida la especificación detallada de los equipos, compra de materiales necesarios, fabricación e instalación de unidades de producción y la puesta en marcha de todo el equipo.
- Producción: Esta fase comienza con las primeras cantidades comercializables de hidrocarburos (primer aceite) que fluye en la entrada del pozo. Desde este punto en adelante se genera el dinero que pagará por las inversiones pasadas, pero también las que mueven los nuevos proyectos. Por lo general tiene tres subdivisiones, fase de construcción

(con el inicio de los pozos de producción primero); fase de la meseta (algunos nuevos pozos se inician, los más antiguos disminuyen. Plantas operando en plena capacidad, tasa de producción constante, esta se puede prolongar durante un período de dos a cinco años en el campo petrolero, demorando aún más tiempo para el campo de gas); fase de declive (la etapa más larga, todos los pozos entran en declive de producción).

- Abandono: Por lo general se da cuando el flujo de caja se torna permanentemente negativo, hay dos opciones para diferir de esta fase (reducción de costos operacionales o aumento de producción). Si el equipo todavía está en su vida útil, hay posibilidad de desarrollar yacimientos vecinos. Se planifica como tener el impacto mínimo sobre el medio ambiente sin grandes costos. Las plataformas se pueden desmontar hasta una profundidad acordada con las autoridades y las estructuras de cemento podrán ser hundidas en aguas ultra profundas. En operaciones de tierra, las instalaciones pueden eliminarse gradualmente, evitando altos costos con coinciden con el final de la producción de campo. Mientras que en operaciones de mar, los costos pueden ser mucho más significativos y difícilmente separados por etapas (disposición de estos costos dependerá del tamaño de la empresa y del régimen fiscal que le aplique).

Por último respecto a los proyectos de infraestructura, el macro ciclo se dividirá en tres partes principales. OBS Business School [9], los menciona como el diseño, licitación y ejecución. A grandes rasgos se tiene para cada una de estas etapas las siguientes características:

- Diseño: Todo lo relacionado a la planificación, investigación, estudio e información adicional. Etapa en la que el proyecto se justifica y sustenta en términos de viabilidad financiera, técnica y sostenibilidad.
- Licitación: Aquí el proyecto se ofrece a un contratista o institución. En caso de que sea propio, simplemente se difunde entre los interesados.
- Ejecución: Etapa de desarrollo de la obra en sí misma. Consiste en aplicar todos los conceptos y herramientas recopilados en las fases anteriores en un contexto específico.

Ahondando un poco más en estas etapas, para mayor detalle se subdividirán en nueve, definidas a continuación:

- Identificación de la necesidad: Identifica motivo por el cual se apela a la construcción de una obra de ingeniería civil. Debe tener impacto en su entorno y estar justificada.
- Localización: El lugar exacto para la ejecución de la obra es vital, pues de él dependerán costos, materiales, logística y otros elementos.
- Cálculo de inversiones: Luego de la necesidad y localización, se lleva a cabo un primer cálculo de inversión del proyecto.
- Presupuesto: Reforzando lo anterior, la dirección pide un presupuesto de todo el proceso y, si es posible, de cada fase.
- Financiación: En base a estos cálculos, que pasan de las estimaciones al plano de la ejecución, se analizan las posibilidades de financiación para dicho proyecto, que pueden variar en función de la naturaleza de éste. Créditos, préstamos y subvenciones son las más habituales.
- Estudios de impacto social/ambiental: Es preciso, antes que todo, medir el impacto de la obra en el entorno y la sociedad en general.

- Documentos añadidos: Trámites o permisos que deben solicitarse antes de la ejecución de la obra. Puede suceder que la autoridad de un país o región solicite una revisión conjunta del plan del proyecto.
- Diseño: Luego de esto, el proyecto entra en la fase de diseño, donde se elaboran bosquejos, planos diagramas y cálculos para visualizar la obra en sí misma.
- Construcción de la obra: Por último, asignados los recursos y definidos los responsables de cada tarea, la obra está lista para ser ejecutada.

2.2. Estudios previos sobrecostos

Dentro de esta sección se detallará los aspectos más relevantes de estudios previos respecto al sobrecosto de proyectos.

2.2.1. Estudios sobrecostos proyectos mineros

Cuatro serán los estudios a mencionar con los aspectos más relevantes respecto al sobrecosto de proyectos mineros. El primero de estos fue realizado por Gypton, Ch. [5], donde realiza un estudio de la factibilidad desde 1980. Corresponde a una base de datos construida de 60 proyectos mineros (380 realizados durante ese período) completados durante el 1980-2001 del hemisferio occidental, desarrollados por operadores bien establecidos de nivel superior hasta empresas mineras junior, la mayoría eran de metales preciosos y en promedio obtuvo un sobrecosto de un 22%. En la ilustración 3 se observa el histograma para estos 60 proyectos con la distribución de sobre o subcosto.

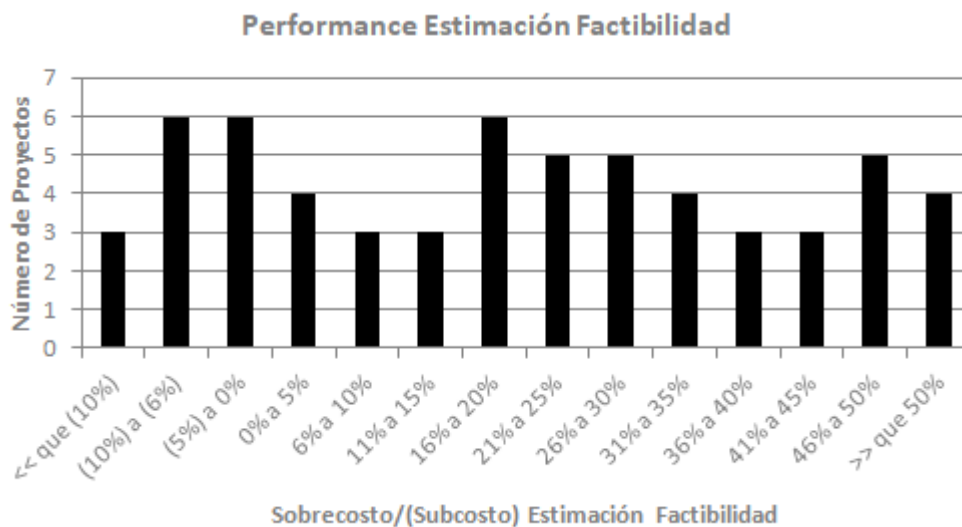


Ilustración 3: Sobrecosto para los 60 proyectos mineros

Fuente: Engineering and Mining Journal; Enero 2002; 203, 1; Science Database, pg. 40

En un primer análisis menciona que no hubo correlación entre superar la estimación y quien la realizó, es decir, misma probabilidad de sobrecostos con estudios montados en la empresa y los que se realizan con consultores “blue chip”; que los operadores de nivel superior no obtuvieron resultados mejores que los juniors; y que ni el tamaño ni la ubicación de los proyectos parecían tener mucha influencia sobre la probabilidad de sobrecosto.

Destacar un punto relevante donde se refiere a los factores que trabajan en contra de producir un estudio confiable en la minería:

- Recursos limitados, capital de riesgo específicamente limitado y personal calificado. La industria privada no puede permitirse el lujo de cuantificar todo el riesgo de un proyecto;
- Tiempo limitado, ya que siempre existe la presión para producir el estudio lo más rápidamente posible (debido a las futuras juntas directivas y presentaciones a bancos);
- Carácter cíclico de la industria minera;
- Largos tiempo de ciclo para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que incluso proyectos de tamaño moderado pueden tomar de dos a tres años desde el inicio del estudio de factibilidad hasta la producción;
- El ingeniero de diseño o el contratista de EPCM (Engineering, Procurement and Construction Management) ha estado más involucrado en la construcción de la mina que los propietarios, sin embargo muy pocos han estado involucrados con un proyecto desde el concepto inicial a través de start-up. A menudo, su participación se limita a una parte específica del proyecto, y nunca ven los resultados reales “grandes”. Lo que afecta la capacidad para evaluar los riesgos o deficiencias en la ingeniería de factibilidad; y
- Comparaciones públicas de las expectativas (factibilidad) versus el rendimiento real, como el estudio realizado, son casi inexistentes.

En la ilustración 4, se observa un ejemplo comparativo de la distribución del costo de capital en dos tipos de proyectos.

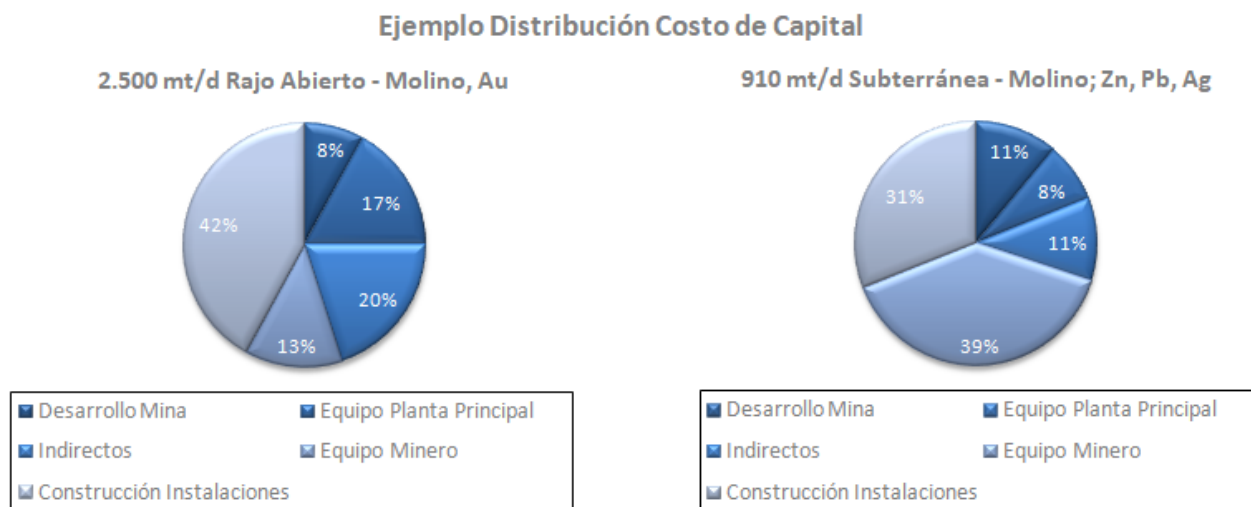


Ilustración 4: Ejemplo de distribución real de costos en dos proyectos analizados

Fuente: Engineering and Mining Journal; Enero 2002; 203, 1; Science Database, pg. 40

Dentro de los resultados, se menciona que las principales deficiencias que producen sobrecostos pueden ser:

- Deficiencias gerenciales.
 - Gestión del gerente de proyectos: brechas en la experiencia y habilidades del equipo del proyecto, participación insuficiente de los propietarios y personal no calificado.
 - Estimación: errores y omisiones, asunciones no comprobadas o defectuosas en áreas críticas, y personal no cualificado.

- Logística: evaluación inadecuada de la forma de suministrar el proyecto durante el desarrollo y las operaciones.
- Gestión de la construcción: niveles inadecuados o inapropiados del personal y personal no cualificado.
- Gestión financiera: plan inadecuado para financiar el proyecto, valoración u omisión del tiempo requerido para obtener financiamiento, y omisión del costo de financiamiento.
- Deficiencias técnicas.
 - Investigación del sitio: investigación inadecuada o incompleta de condiciones críticas específicas del sitio.
 - Ingeniería básica: evaluación inadecuada o incompleta e interpretación de los datos específicos del sitio.
- Otros.
 - Cambios en la legislación.
 - Distorsión civil, guerra, terrorismo, etc.
 - Interferencia de las entidades no gubernamentales.
 - Diversas formas de mala suerte.

Por último, al concluir, respecto a los sobrecostos menciona que se debe reconocer el hecho de que los estudios de factibilidad, y sus estimaciones, son documentos defectuosos por necesidad, ya que la industria privada no puede darse el lujo de estudiar un proyecto hasta un punto de “certeza absoluta”. Por lo tanto al hacer un test económico a los proyectos, se debe considerar un aumento del + 20-25%, respecto a los niveles de capital sobre la estimación base, incluyendo contingencia, para así preguntarse si el proyecto puede soportar el riesgo.

El segundo de estos fue realizado por Bertisen, J. y A. Davis, G [1], que contempló una recopilación de datos de 46 proyectos, internacionales de minería y fundición/planta procesamiento, concluidos entre 1995 y 2001. El número de proyectos de fundición/planta procesamiento fue una proporción relativamente pequeña, además todos requerían financiamiento externo. Con amplia gama de materias primas y tipos de proyectos. Luego para el análisis se combinó la base de datos de 46 proyectos y un conjunto de 17 proyectos de Castle (1985), por lo tanto la base de datos completa para el análisis tenía 63 proyectos concluidos entre 1980-2001.

La ilustración 5 y tabla 1, se observa que el porcentaje promedio de sobrecostos de capital es del 25% (relación promedio del sobrecosto de capital=1,25), con una desviación estándar del 30% (0,30) alrededor de esa media. Además destacar que un ajuste de los datos a una función de densidad en el software comercial de MonteCarlo @RISK, muestra que las relaciones de sobrecosto de capital se comportan como una distribución lognormal desplazada hacia la izquierda, con una media de 0,35, una desviación estándar de 0,42 y un parámetro de cambio de +0,92, esta distribución lognormal ajustada se superpone al histograma de las razones de sobrecosto de capital en la ilustración 5. Hay presencia también de un grupo de 3 proyectos “atípicos” cuyas razones de sobrecosto de capital estaban entre 2,00 y 2,14.

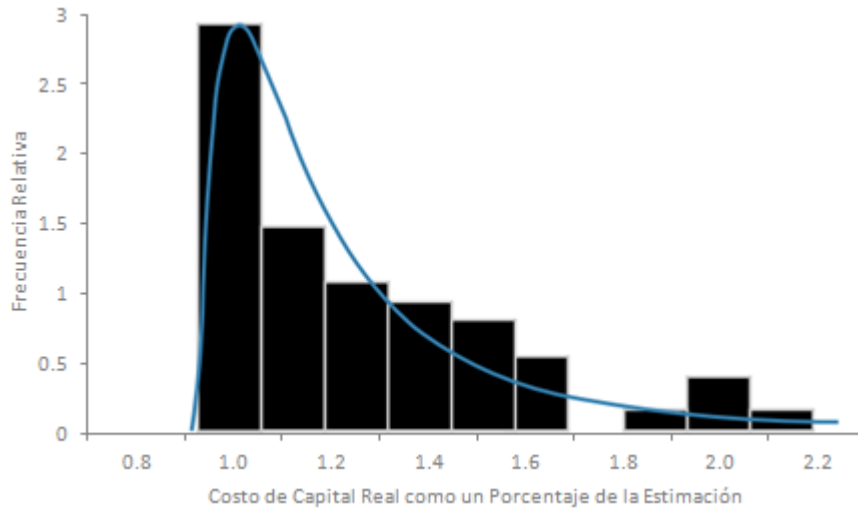


Ilustración 5: Relación de sobrecosto de proyectos y frecuencia relativa
 Fuente: The Engineering Economist; 2008; 53:2, 118-139

Tabla 1: Estadísticas claves de los coeficientes de costo de capital para los 63 proyectos mineros

Costo Actual como Porcentaje de la Estimación	
Media	1,25
Mediana	1,16
Moda	1,00
Desviación estándar	0,30
Mínimo	0,93
Máximo	2,14
Número de Proyectos	63
- CAPEX subestimado	44
- CAPEX sobreestimado	7
- CAPEX correctamente estimado	12

Como resultados principales se pueden distinguir dos componentes del error en la estimación del costo de capital:

- Componentes económicos: Estos errores son resultado de tipos de cambio previstos incorrectamente, tasas de inflación de precios unitarios u otras variables económicas que afectan al costo de capital nominal en dólares. Muchas de estas variables como los precios de los combustibles, los tipos de cambio o los precios de las materias primas, se distribuyen de forma logística.
- Componentes de ingeniería: Relacionado principalmente con errores en la estimación de precios unitarios, cantidades requeridas y calendarios. También puede haber una sobre o subestimación de la contingencia necesaria para capturar los elementos excluidos. Ingeniería de baja calidad o nueva información puede dar lugar a cambios de alcance.

Se concluye por último que los costos de capital del estudio de factibilidad contienen tanto sesgos como errores. Con un sobrecosto promedio del 25%, como se mencionó antes, cuando los costos de construcción se miden en dólares reales (nominales) y del 14% después de que los costos reconstruidos se ajustan a la inflación estimada de costos. Así, aunque otros autores sugieren principalmente problemas de diseños inesperados como causantes de los sobrecostos, al haber persistencia del sesgo durante cuatro décadas en este estudio no se apoya dicha afirmación. Más bien como posibles causantes del sobrecosto se sostiene que este sesgo es intencional, por la persistente demanda excesiva de financiamiento de proyectos (entre los consultores de ingeniería que actúan racionalmente, en acuerdo implícito con los patrocinadores del proyecto, para subestimar los costos de capital). Además, de que por la estadística presentan evidencia de que el sesgo tiene a ser menor para proyectos más grandes pero no varían según el método de minería ni la ubicación geográfica.

El tercero por Haubrich, Ch. [3], que utilizó una base de datos con 50 proyectos (de un total de 300), completados entre 2005-2013. Además de los factores posibles más comunes para sobrecostos (pobre ingeniería/planificación, mala gestión/ejecución, mal tiempo, variación del tipo de cambio, inflación y deficiente diligencia técnica y/o de gestión para financiadores), registró otras características potencialmente importantes, incluyendo:

- Tamaño del proyecto;
- Tamaño de la empresa;
- Localización del proyecto;
- Capacidad de procesamiento;
- Método de procesamiento;
- Método de minería;
- Requisitos de infraestructura, entre otros.

La distribución de los datos, es posibles de observa en la ilustración 6.

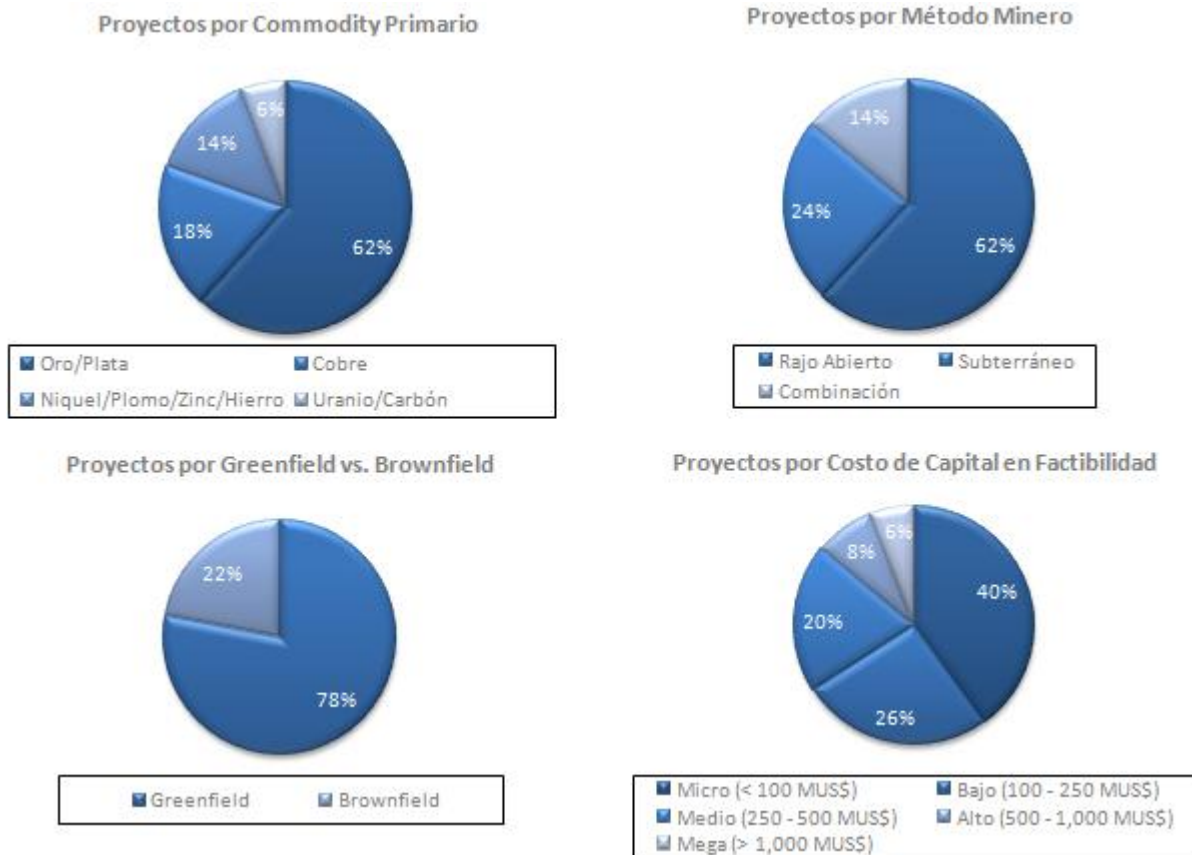


Ilustración 6: Distribución de características para proyectos mineros estudiados

Fuente: CIM MES Toronto; 2014

Sus resultados fueron divididos en dos grupos, aquellos que no mostraron asociación o una asociación débil con el sobre costo de capital y los que mostraron una fuerte asociación con el sobre costo de capital. Menciona, que para el primer grupo se tienen:

- Financiamiento (Fuentes externas vs internas)
- Tamaño empresa (tanto para la capitalización del mercado en la factibilidad como construcción)
- Tamaño del proyecto (CAPEX estimado, CAPEX real y capacidad de procesamiento)
- Método de minería, requisitos de infraestructura y de energía
- Ubicación del proyecto (continente)
- Producto básico
- Método de procesamiento
- Tipo del proyecto (greenfield vs brownfield)

Por otro lado, menciona que el sobre costo está asociado fuertemente a:

- Equipos integrados de diseño y construcción
 - Autoridad de factibilidad igual que el equipo de construcción (EPCM), implica sobrecostos menores.
 - Autoridad de factibilidad independiente del equipo de construcción (EPCM), implica sobrecostos mayores.

- Proyecto de “calidad” (medido por factibilidad de la TIR o VPN: razón del CAPEX)
 - Proyectos marginales, implican sobrecostos mayores.
 - Proyectos más fuertes, implican sobrecostos menores.
- Mercado de commodity al comienzo de construcción (medida por la relación entre los precios de los commodity).
 - Mercados más calientes, implican sobrecostos mayores.
 - Mercados más fríos, implican sobrecostos menores.

Así las principales conclusiones al respecto fueron, el factor más importante corresponde al entorno en el que se generó la estimación del costo de capital, es decir, un mercado caliente y economía marginal generalmente genera sobrecostos mayores. Además la gestión inteligente puede ayudar a compensar los riesgos de factores externos, es decir, los equipos integrados de diseño y construcción reducen el sobrecosto promedio de capital. Otro punto importante respecto a porque el sobrecosto ha sido continuo a través de los años, se menciona que la presión para avanzar un proyecto de la etapa de factibilidad a la construcción supera la presión por obtener costos correctos, entonces si algo tiene que dar será el nivel de riesgo asociado a la estimación de costos, no el avance del proyecto y que una vez que la gerencia decide que creen que un proyecto es viable, es difícil cambiar de opinión (probablemente al no tener mejores opciones) lo que lleva a un resultado de sobrecosto de capital. Y sobre qué es lo que se puede hacer, se menciona que hay que identificar el riesgo, hacer un manejo de este y así obtener un proyecto exitoso, pero la identificación de riesgo es más difícil de lo que parece, por esta razón la construcción de una mina en el presupuesto es rara. Además de que el calor de mercado y la economía del proyecto no suelen considerarse factores de riesgo que contribuyan a los sobrecostos de capital, pero sí lo son.

Como último estudio, Lwin, T. y Lazo, J. [4], contempló 78 proyectos mineros concluidos entre 1994 y 2015. Estos tenían un CAPEX por sobre 50 MUS\$, se analizó el sobrecosto de capital en proyectos mineros, relacionándolo con distintas variables. La distribución de los proyectos por continente y sobrecosto a lo largo de los años en promedio se observan en la ilustración 7.

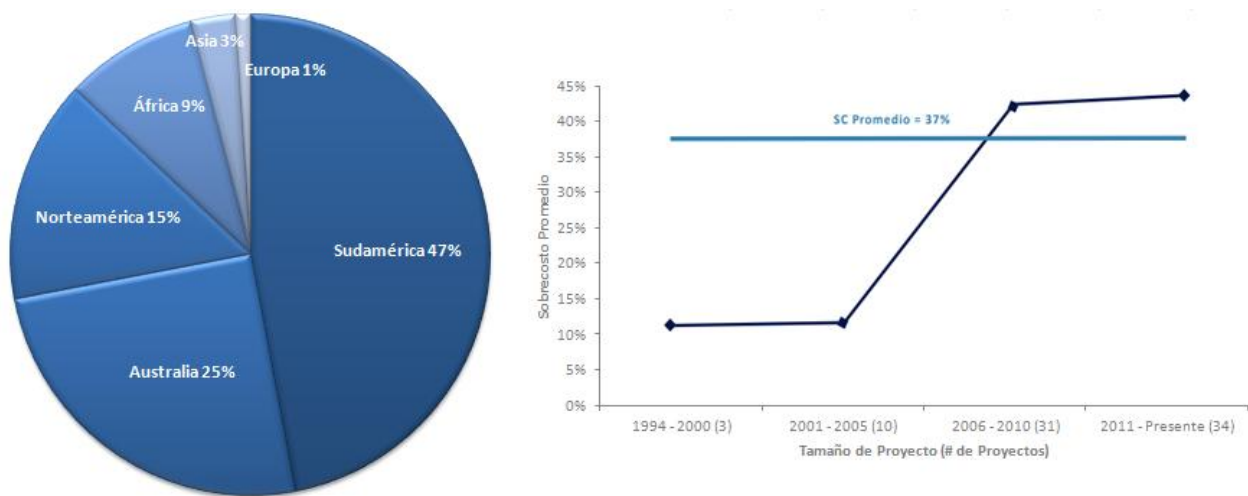


Ilustración 7: Distribución de proyectos por continente y sobrecostos promedios a lo largo de los años
Fuente: Management and Economics Society, CIM Toronto; EDC; 2016

Los principales resultados para su correlación del sobrecosto con las variables a comparar se presentan en los gráficos de las ilustraciones 8, 9 y 10

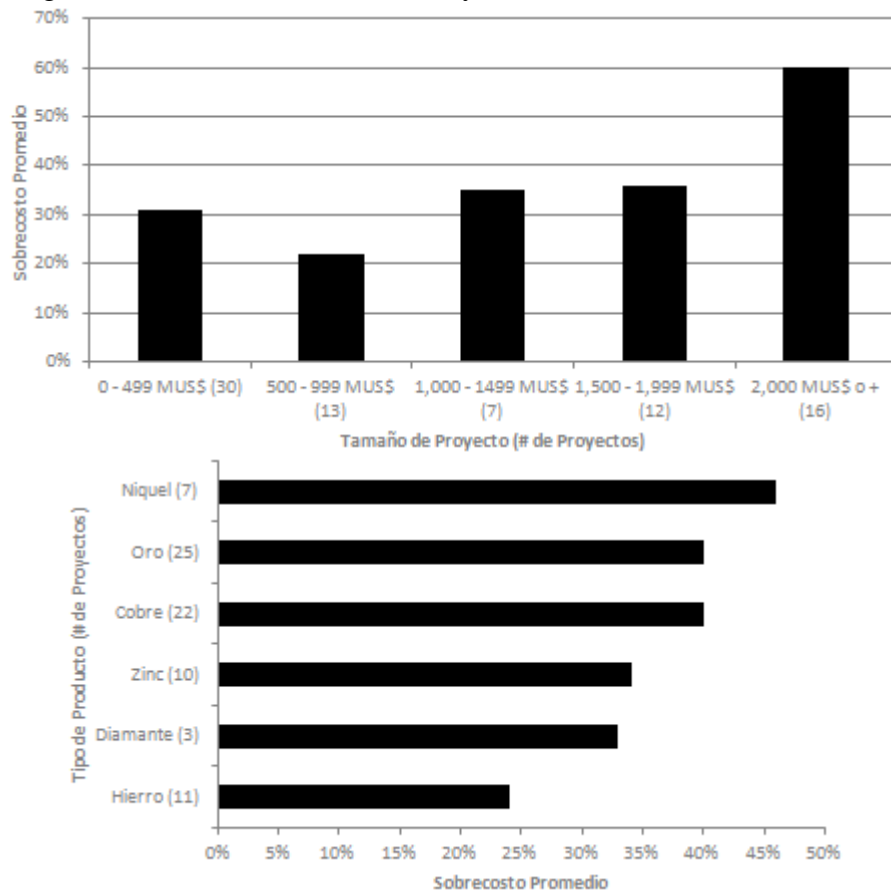
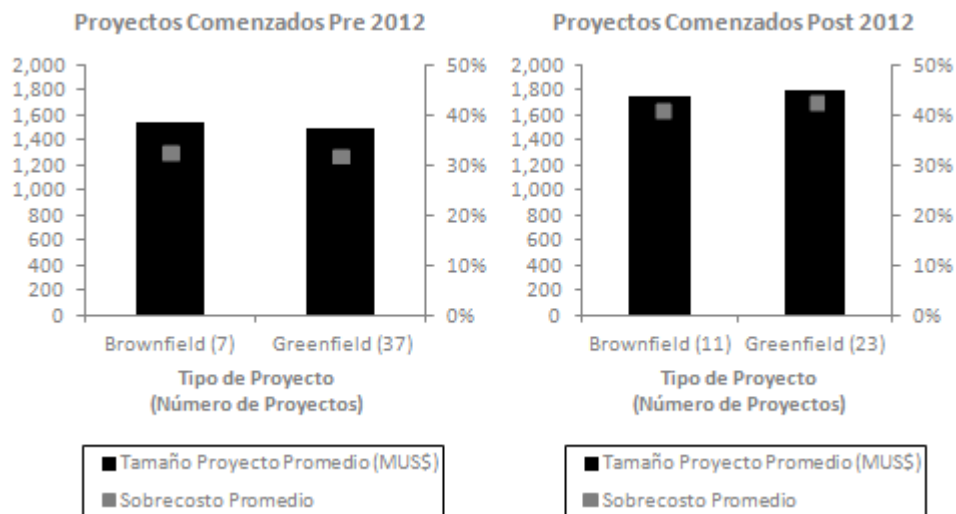


Ilustración 8: Sobrecosto y tamaño proyecto (arriba). Sobrecosto y tipo de commodity (abajo)
Fuente: Management and Economics Society, CIM Toronto; EDC; 2016



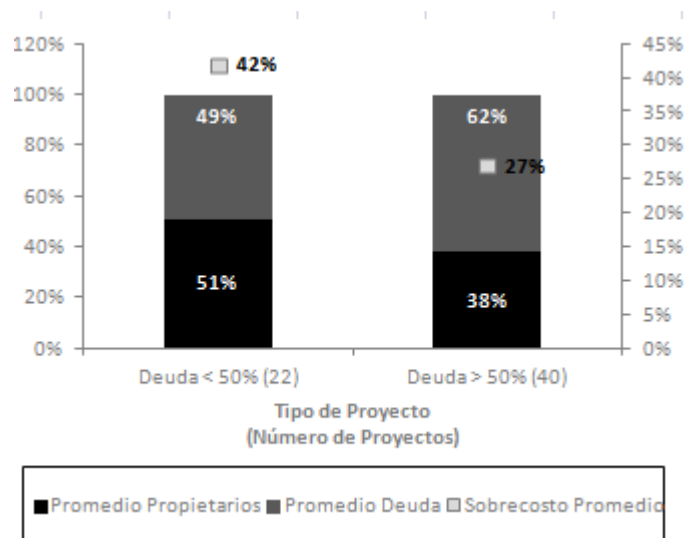


Ilustración 9: Sobrecosto y tipo de proyecto (arriba). Sobrecosto y tipo de financiamiento (abajo)
 Fuente: Management and Economics Society, CIM Toronto; EDC; 2016

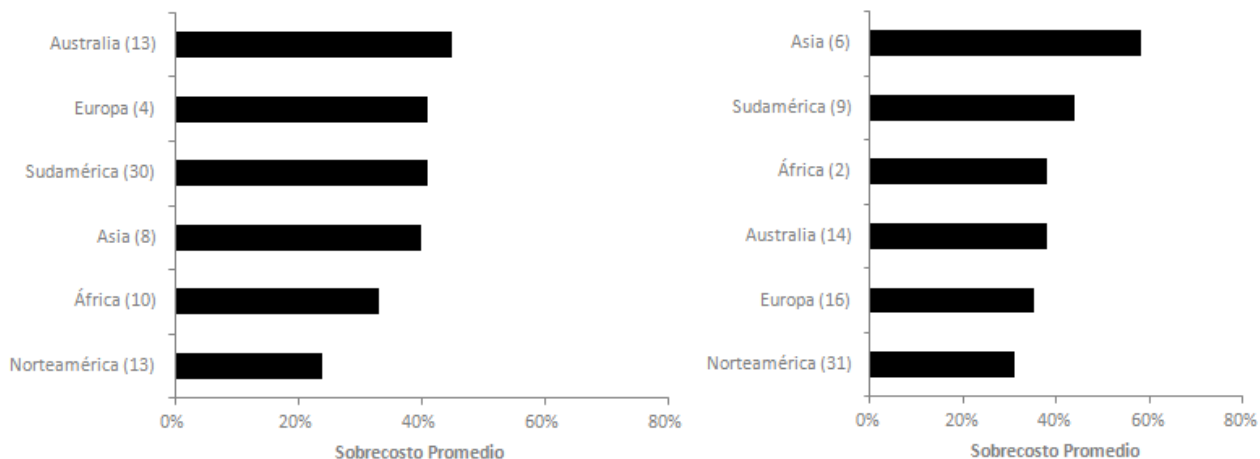


Ilustración 10: Sobrecosto y localización (izquierda). Sobrecosto y localización de patrocinador (derecha)
 Fuente: Management and Economics Society, CIM Toronto; EDC; 2016

Así, el sobrecosto promedio como se mencionó en un principio respecto a este estudio fue del 37% y menciona que las variables con un impacto significativo son:

- Tamaño del proyecto
- Localización del proyecto
- Sede del patrocinador del proyecto
- Tipo de commodity
- Financiamiento

Mientras que las que tienen impacto despreciable son:

- Tamaño del patrocinador (Mayor, Mediana, Junior)
- Tipo de producto (Concentrado, Cátodo, Doré)
- Método minero (Rajo abierto, Subterránea)

Las conclusiones principales respecto a lo que se podría hacer a futuro menciona que hay que confirmar si las contingencias presupuestadas son proporcionales al nivel de ingeniería completado, realizar un examen exhaustivo de las estimaciones por ingeniero independiente, reconocer que las estimaciones de CAPEX se llevan a cabo a nivel de factibilidad (AACE Clase 3, AACE International es una asociación de la industria para el de la ingeniería de costos), pero los niveles de precisión indicados son superiores a la precisión esperada de AACE de -20 a +40%, considerar los factores de este estudio, evaluar los punto de 1 a 5 para medir el posible riesgo de exceso de sobrecostos en un proyecto específico e implementar las características estructurales para abordar el posible riesgo de sobrecostos – garantía de finalización, financiación comprometida de sobrecostos, prueba de costo a terminación.

2.2.2. Estudios sobrecostos proyectos de infraestructura

Al igual que para los proyectos mineros, respecto a los proyectos de infraestructura se ha realizado un seguimiento respecto a las posibles causantes y soluciones de los sobrecostos de capital al llevar a la ejecución lo estimado antes de la aprobación del proyecto. Siemiatycki, M. [10] menciona en un estudio de proyectos de infraestructura, que cuanto más grande es el proyecto, más probabilidades habrán de sobrepasar el presupuesto y los plazos. Agrega que las tres principales explicaciones de sobrecostos y retrasos son los desafíos técnicos, el exceso de optimismo y las tergiversaciones estratégicas. Sus análisis y conclusiones se basan en un estudio publicado en 2011 por Flybjerg y Budzier, donde su muestra fue de 1.471 megaproyectos en Estados Unidos y Europa, donde el sobrecosto promedio fue de un 27% y destaca el que no hubo diferencias en el rendimiento según la ubicación, ni entre proyectos realizados por organizaciones públicas o privadas.

Son relevantes algunos puntos del estudio, que ya se han mencionado en la sección anterior para proyectos mineros, respecto a los desafíos técnicos se menciona el aumento de costos de mano de obra o materiales y que los encargados de los megaproyectos pueden tergiversar deliberadamente el presupuesto y/o el cronograma para asegurar la aprobación de los proyectos que obtendrán, financiera, profesional o políticamente. Por último dentro de las acciones que se pueden tomar al respecto, Siemiatycki dice que se puede mejorar la supervisión del rendimiento, los informes y que el intercambio de información es una opción viable para la gestión de datos. Que los gobiernos pueden rastrear y recompensar a las empresas y contratistas con mejores resultados para garantizar resultados más predecibles. También, el personal que supervisa los megaproyectos puede estar mejor capacitado en habilidades de gestión (aplicación de contratos y resolución de disputas). Y, finalmente, las asociaciones público-privadas pueden facilitar el control de costos y la aplicación de plazos.

Otro de los estudios a destacar es el realizado por Singh, R. [11], su estudio se basa en 894 proyectos de 17 sectores de infraestructura en India (entre 1992 y 2009). Entre otros resultados econométricos, menciona que las fallas contractuales e institucionales son causantes económica y estadísticamente significativas detrás de los sobrecostos y aumento de plazos. En la tabla 2 se observa los resultados.

Tabla 2: Resumen estadística, sobrecostos y aumento de plazos en proyectos de infraestructura

Sector	Número de Proyectos	% Sobrecosto			% Sobretiempo			Proyectos con Sobrecosto pero sin Sobretiempo
		Media	Desviación Estándar	% de Proyectos con Sobrecosto Positivo	Media	Desviación Estándar	% de Proyectos con Sobrecosto Positivo	
Energía Atómica	12	15,05	113,12	25,00	301,02	570,48	91,67	8,33
Aviación Civil	47	-2,27	40,52	42,55	68,52	58,15	91,49	0,00
Carbón	95	-19,90	73,85	22,11	31,05	69,28	61,05	3,16
Fertilizantes	16	-12,57	28,92	25,00	26,53	41,80	62,50	12,50
Finanzas	1	132,91	0,00	100,00	302,78	0,00	100,00	0,00
Salud y Bienestar Familiar	2	302,30	92,96	100,00	268,04	208,63	100,00	0,00
I & B	7	14,00	62,97	42,86	206,98	140,57	100,00	0,00
Minería	5	-33,16	20,65	0,00	42,44	36,23	80,00	0,00
Petroquímica	3	-12,22	25,92	33,33	74,43	3,05	100,00	0,00
Petróleo	123	-16,10	28,96	20,33	37,57	49,60	79,67	2,44
Energía	107	51,94	272,50	46,73	33,57	55,15	60,75	5,61
Ferrocarril	122	94,84	178,86	82,79	118,08	141,71	98,36	0,00
Transporte por Carreteras y Autopistas	157	15,84	62,46	54,14	50,21	56,86	85,35	6,37
Envío y Puertos	61	-1,35	84,35	31,15	118,64	276,79	95,08	1,64
Acero	43	-15,88	47,78	18,60	49,91	60,67	81,40	4,65
Telecomunicaciones	69	-32,09	57,59	15,94	238,24	259,34	91,30	0,00
Desarrollo Urbano	24	12,31	50,27	41,67	66,44	44,58	100,00	0,00
Total	894	15,17	132,27	40,72	79,25	153,51	82,33	3,13

Los proyectos son bastante diversos dentro de los sectores. Sin embargo, en los sectores de carreteras, ferrocarriles y desarrollo urbano son más homogéneos, la mayoría son proyectos de construcción. Los proyectos en aviación civil, navegación y puertos, y los sectores de fuentes de poder también involucran construcción y actividades relacionadas en su mayoría. Por el contrario, en sectores como las telecomunicaciones y la energía atómica, hay una gran cantidad de proyectos para la compra y/o instalación de equipos. De manera similar, el tipo de proyecto en petróleo, petroquímicos y minería, etc., son muy heterogéneos.

Una de las conclusiones se refiere a que en materia gubernamental se es incapaz de adquirir y mantener las instalaciones de infraestructura de manera eficiente. En cambio, se cree que la privatización en forma de asociaciones público-privadas (PPP) es capaz de evitar demoras y sobrecostos. Agregando una relación respecto a los tipos de contratos, por ejemplo que el modelo construir-operar-transferir (BOT) implica el modelo PPP. Por el contrario, los proyectos financiados con fondos públicos se ejecutan a través de contratos de ingeniería, adquisición y construcción (EPC). Dentro de las demás conclusiones se menciona que, independientemente de

su fuente, las demoras son una de las causas cruciales detrás de los sobrecostos, los proyectos más grandes han experimentado sobrecostos mucho más altos en comparación con los más pequeños. Por último, en comparación con otros sectores, los proyectos en carreteras, ferrocarriles, desarrollo urbano, así como en aviación civil, transporte marítimo y puertos, y los sectores eléctricos han experimentado retrasos mucho más largos y sobrecostos significativamente mayores.

Para finalizar Brunes, F. y Lind, H. [12] realizan un estudio respecto a los sobrecostos en proyectos de infraestructura en Suecia. Para el análisis de los proyectos se utiliza una tabla con dos dimensiones, una que considera durante qué proceso surgió el sobrecosto y qué parte de la función de costo fue responsable (cambio en el producto, en las cantidades de los insumos y precio de los insumos) y la otra que considera las explicaciones respectivas separadas en categorías (políticos/estratégicos, psicológicos, competencia relacionada y mala suerte).

Las principales conclusiones apuntan a que la mayoría de los sobrecostos ocurren en las etapas de planificación hasta el diseño final y están relacionadas con los cambios de diseño y con la cantidad de insumos necesarios debido a problemas técnicos y administrativos. Además de una falta de competencia y sesgo de optimismo.

2.2.3. Estudios sobrecostos proyectos de petróleo y gas

Los últimos tipos de proyectos a considerar en el estudio se refieren a los proyectos de petróleo y gas, por lo que se hace relevante mencionar algunas consideraciones respecto a los sobrecostos en este tipo de proyectos. Es así como uno de los primeros estudios a mencionar es la publicación realizada por EY's Global Oil & Gas Center [13], donde se dice que los factores que resultan en sobrecostos de capital o retrasos en el cronograma son comunes en todos los proyectos de petróleo y gas, sin embargo, debido a su escala, complejidad y costo, el impacto es más profundo en los megaproyectos.

Basados en una investigación realizada por Credit Suisse de la Offshore Technology Conference 2013, se sugiere que los problemas no técnicos son responsables de la mayoría de los excesos, específicamente el 65% de las fallas en los proyectos se debieron a aspectos relacionados con personas, organización y gobierno. Otro 21% fue causado por los procesos de gestión y las estrategias de contratación y adquisición, y el 14% restante se debió a factores externos como la intervención del gobierno y los mandatos relacionados con el medio ambiente. En la ilustración 11 se establecen los factores claves internos y externos no técnicos comúnmente detrás de los retrasos y sobrecostos de capital en proyectos.

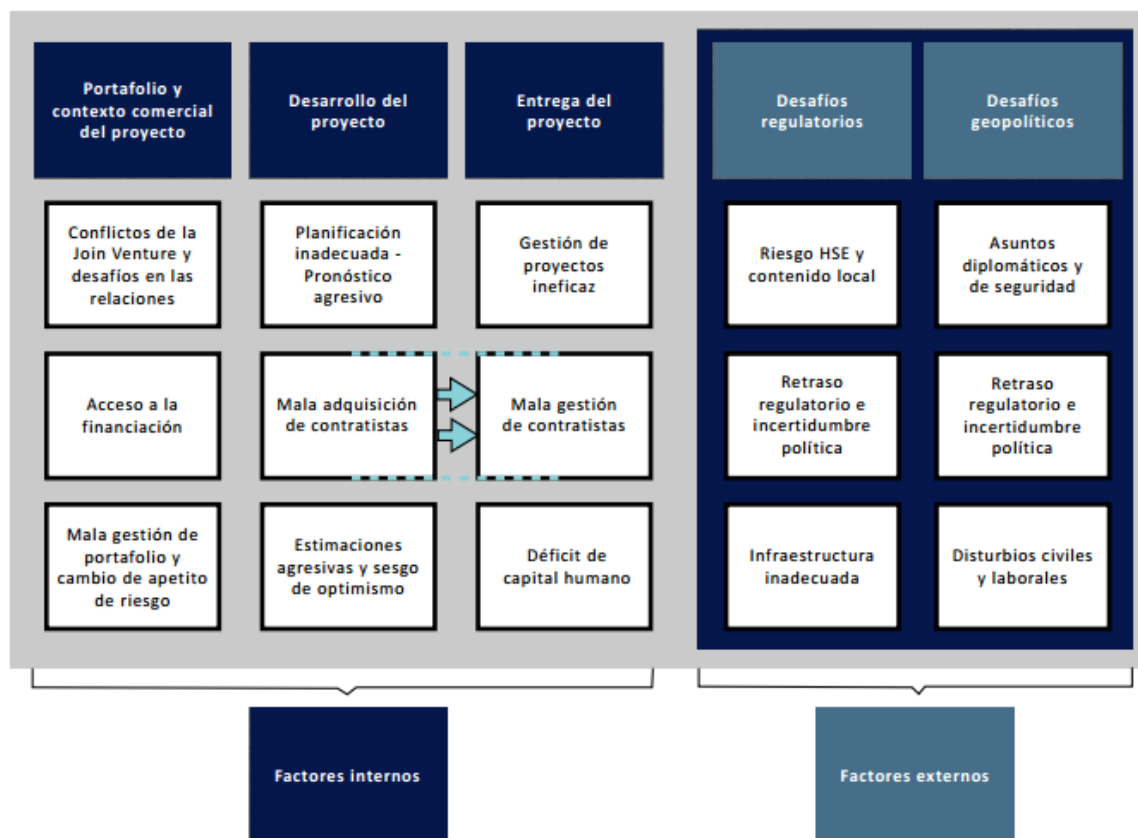


Ilustración 11: Factores responsables de sobrecostos y retrasos en proyectos de petróleo y gas

Fuente: Spotlight on oil and gas megaprojects, EYGM Limited; 2014

Olaniran, J. [14] junto a otros autores, indican que hay que ver más allá de las argumentaciones respecto al sesgo puramente optimista y la tergiversación estratégica como causantes de los sobrecostos. Se realiza un estudio del contexto en el que se producen. En la tabla 3 se observan el resumen de los proyectos considerados.

Tabla 3: Interpolación de sobrecostos de proyectos de hidrocarburos

Localización Geográfica (Continente)	Número de Proyectos	Valor Proyecto Promedio (MUS\$)	Valor Proyecto Total (MUS\$)	Sobrecosto Promedio (%)	Sobrecosto Promedio Interpolado (%) (Sobrecosto Promedio x Factor Interpolación 0,0015335)
África	22	1.390	30.589	50,42	46,95
Asia	13	10.982	142.763	92,00	219,14
Europa	16	2.713	43.403	90,75	66,62
Norteamérica	11	3.703	40.734	83,00	62,52
Oceanía	2	691	1.382	32,50	21,20
Sudamérica	5	1.236	6.180	58,60	94,87

Además, en la ilustración 12 se presentan los diversos puntos del ciclo de vida típico de un proyecto donde se pueden medir los sobrecostos. Desde el presupuesto inicial (PBi) hasta el presupuesto final del proyecto (PBF), mencionan que se pueden requerir cambios importantes debido a desarrollos políticos, legislativos, ambientales y/o tecnológicos.

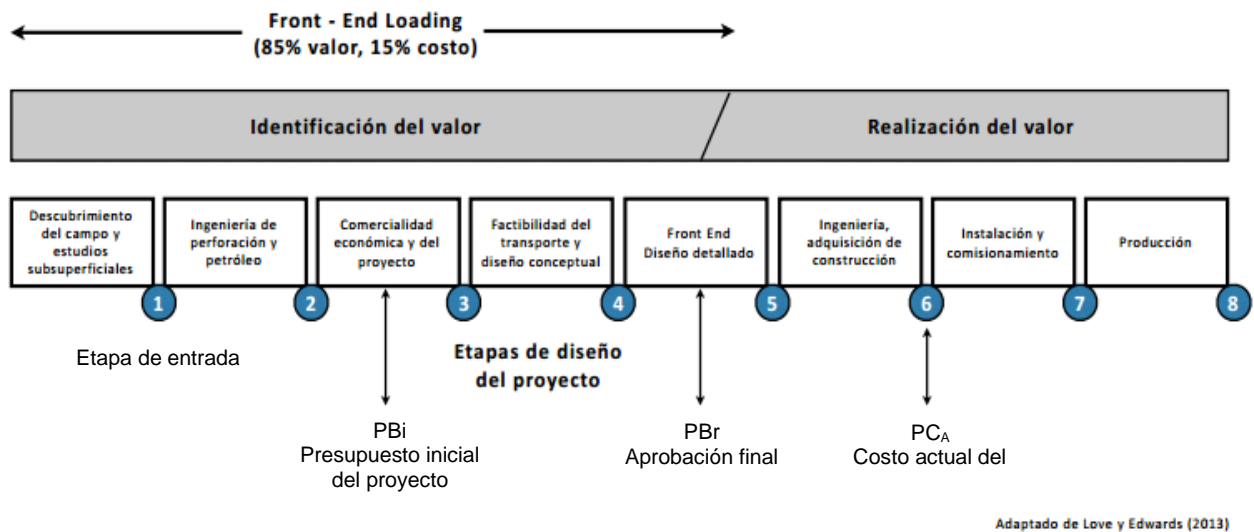


Ilustración 12: Ciclo de vida de un proyecto de hidrocarburos, determinación de sobrecostos

Fuente: Project Management Journal; Vol. 46, No. 6, 126-138; Julio 2015

Para concluir se sugiere que las interacciones entre factores como las propiedades del proyecto, la estructura organizacional y las necesidades de tecnología y liderazgo pueden tener un impacto significativo en la forma en que surgen los sobrecostos en los megaproyectos.

Como último estudio, Oglend, A., Osmundsen, P. y Lorentzen, S. [15], consideran 80 proyectos entre 2000 y 2013 en Noruega. En la ilustración 13 se observa la distribución de los proyectos de petróleo y gas utilizados para el estudio.

Como principales conclusiones se revela que existe una relación positiva entre los sobrecostos y los diversos poderes para la actividad económica. Por ejemplo, los sobrecostos tienden a aumentar cuando aumentan los precios del petróleo, las tarifas de la plataforma o la cantidad de empleados en el sector (efecto significativo, moderado). Sin embargo, el cambio inesperado en la actividad económica parece tener un mayor impacto. Con la excepción del tamaño del proyecto, la experiencia y el tiempo de ejecución, las variables específicas del proyecto, relacionadas con la complejidad técnica y las características del operador y la propiedad, parecen ser predominantemente insignificantes.

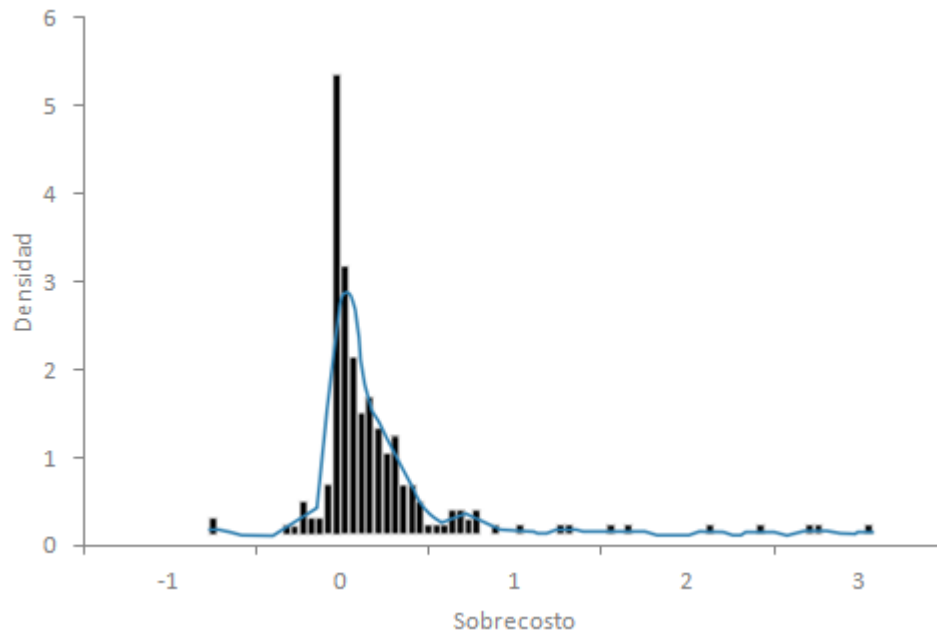


Ilustración 13: Distribución sobrecostos proyectos de petróleo y gas en Noruega
 Fuente: IAE Energy Forum, Bergen Special; 2016

2.3. Variables en la construcción y configuración de proyectos

Una vez mencionados los distintos tipos de publicaciones, considerados más relevantes para este estudio, se procederá a detallar la forma en que las variables podrían afectar el sobrecosto del CAPEX estimado y de construcción en los proyectos. Así se tiene como variables a destacar:

- **Tamaño de proyecto:** Específicamente para la medición de esta variable va a tener relación con dos puntos, el primero tiene relación con el CAPEX estimado/factibilidad y el real/construcción. Por otro lado el segundo tiene relación con la capacidad de procesamiento que presente el proyecto.
- **Tipo de commodity:** Para esta variable se deben considerar los distintos tipos de commodities primarios que se logran extraer del proyecto, se considera el tipo específico del proyecto como el que presenta un mayor porcentaje dentro de este.
- **Tipo de proyecto:** Esta variable corresponde a la clasificación de los proyectos mineros, existen los mayores, que se dividen en greenfield o brownfield, operacional, que se dividen en gestión, cambio de equipo y reparación, o de infraestructura u otros, que se dividen en agua, energías, relaves, comunidad y medio ambiente. Específicamente por su relevancia se considerarán proyectos mayores.
- **Localización del proyecto:** Se refiere al lugar específico donde se realiza el proyecto, por simplicidad se separan por continentes.
- **Tamaño compañía:** Esta variable es medida con respecto al límite de mercado en la factibilidad y al límite de mercado en la construcción. Se consideran del tipo Mayor, Mediano o Junior.
- **Tipo de producto:** Esta variable corresponde a lo que se obtiene del procesamiento completo del proyecto para luego realizar la venta del producto.
- **Método minero:** Se refiere específicamente al tipo de forma para la extracción del mineral, vale decir, rajo abierto y subterráneo.

- Método de procesamiento: Esta variable corresponde a la forma de obtención del producto final, ya que está ligado a la infraestructura distintiva que pueda tener un proyecto respecto a otro, además considerando los requerimientos energéticos de estos.
- Temperatura del mercado del commodity al comenzar la construcción: Esta variable se relaciona con que a medida que los precios de los commodity suben, los sobrecostos aumentan y es menor a medida que los precios bajan. Así en el en el corto plazo, mientras suben los precios de los commodity, también lo hacen los costos de los insumos mineros, especialmente los de metal (equipos móviles, molinos, acero estructural, etc.) y en el largo plazo, al subir los precios de los commodity, se construyen más proyectos y una mayor competencia por los insumos aumenta aún más los costos.
- Calidad del proyecto: Para esta variable se evalúa respecto a por ejemplo el sobrecosto vs. el VAN y/o al sobrecosto vs. la TIR. Ya que los proyectos económicamente marginales pueden tender a tener un sobrecosto mucho mayor que los de economía más robusta, porque debido a que los de economía marginal están bajo más presión para optimizar sus costos de capital que los de economía más robusta.
- Integración equipos de diseño y construcción: Para esta variable se considera que los sobrecostos pueden ser menores en los proyectos en que el autor de la factibilidad y el equipo de EPCM eran de la misma entidad. Ya que debido a que hay menores brechas informativas y más responsabilidad cuando los equipos de diseño y construcción están integrados.
- Tipo de contrato: Esta variable se refiere al tipo de contrato que está implicado en la ejecución de los proyectos. Dentro de estos destacan, por su sigla en inglés, EP (Ingeniería y Adquisiciones), CM (Administración de la Construcción), EPCM (Ingeniería, Adquisiciones y Administración de la Construcción), EPC (Ingeniería, Adquisiciones y Construcción), EPS (Ingeniería, Adquisiciones y Supervisión), Turn-key (Llave en mano) y BOT (Construcción, Operación y Transferencia) como principales.
- Financiamiento: Esta variable considera la forma en cómo se realiza la inversión de capital para la realización del proyecto, la cual puede ser de manera propia, por fuentes externas (como deudas con bancos) o ambas.

2.4. Precios históricos commodities

Ya que uno de los puntos a evaluar dentro del estudio es la temperatura del mercado del commodity al momento de iniciar la construcción del proyecto, es que se deberá considerar los distintos precios a lo largo del período comprendido entre el 2005 y el 2016. Estos se entregarán para los principales commodities de tal manera de tener una base posterior para considerar en los análisis respectivos para compararlos con el sobrecosto de capital en los distintos proyectos.

Se presenta en la ilustración 14 el precio histórico del oro, donde se consideran por año desde el mes de mayo, ya que aquí es el primer mes donde se realiza una construcción en los 76 proyectos mineros considerados.

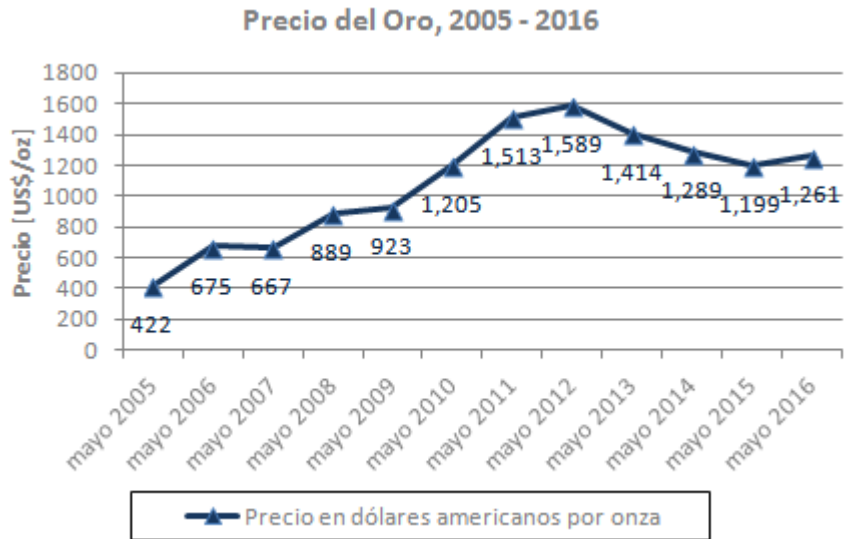


Ilustración 14: Precios históricos del oro durante 2005 – 2016
Fuente: Elaboración propia en base a información de SOFOFA

El peak del precio de este commodity se obtiene en septiembre de 2011, con un valor de 1.772 US\$ por onza.

En la ilustración 15, se presenta el precio histórico del cobre.

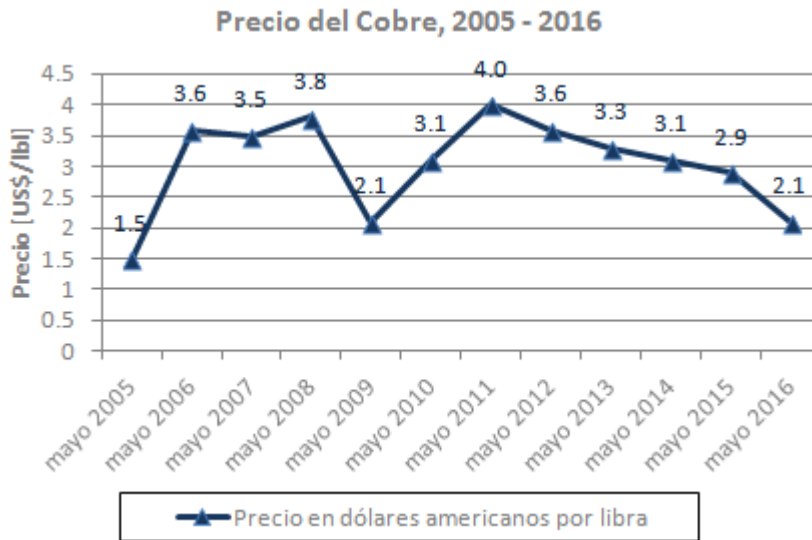


Ilustración 15: Precios históricos del cobre durante 2005 – 2016
Fuente: Elaboración propia en base a información de SOFOFA

El peak del precio de este commodity se obtiene en febrero de 2011, con un valor de 4,5 US\$ por libra.

En la ilustración 16, se presenta el precio histórico del hierro.

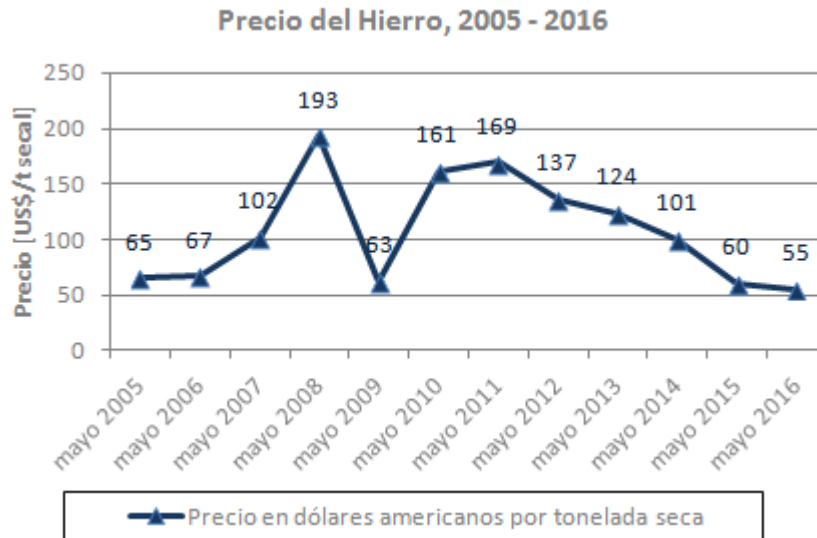


Ilustración 16: Precios históricos del hierro durante 2005 – 2016

Fuente: Elaboración propia en base a información de IndexMundi

El peak del precio de este commodity se obtiene en marzo de 2008, con un valor de 197 US\$ por tonelada seca.

En la ilustración 17, se presenta el precio histórico de la plata.

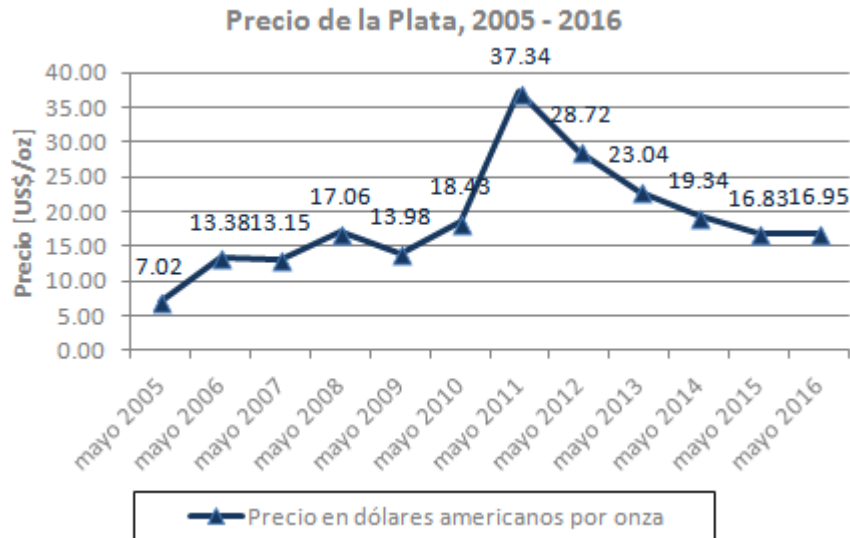


Ilustración 17: Precios históricos de la plata durante 2005 – 2016

Fuente: Elaboración propia en base a información de IndexMundi

El peak del precio de este commodity se obtiene en abril de 2011, con un valor de 42,70 US\$ por onza.

En la ilustración 18, se presenta el precio histórico del níquel.

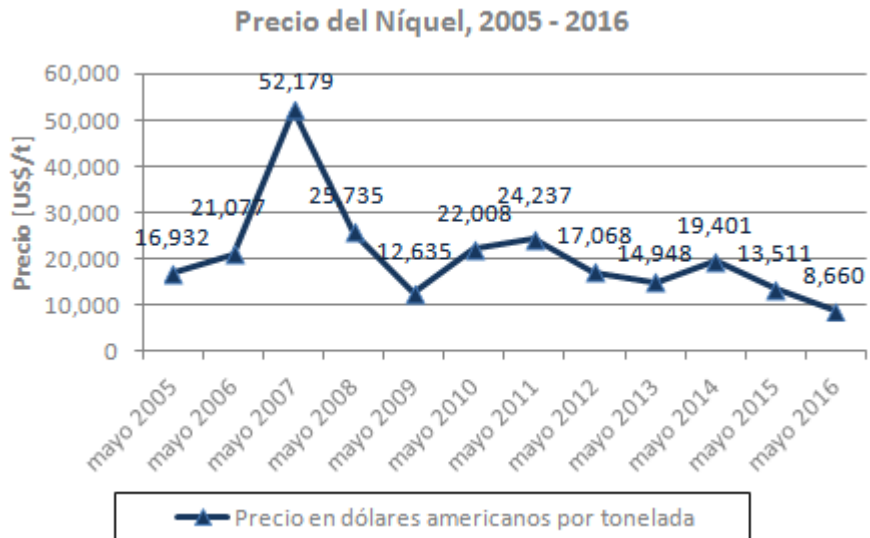


Ilustración 18: Precios históricos del níquel durante 2005 – 2016
Fuente: Elaboración propia en base a información de IndexMundi

El peak del precio de este commodity se obtiene en mayo de 2007, con un valor de 52,179 US\$ por tonelada.

En la ilustración 19, se presenta el precio histórico del zinc.

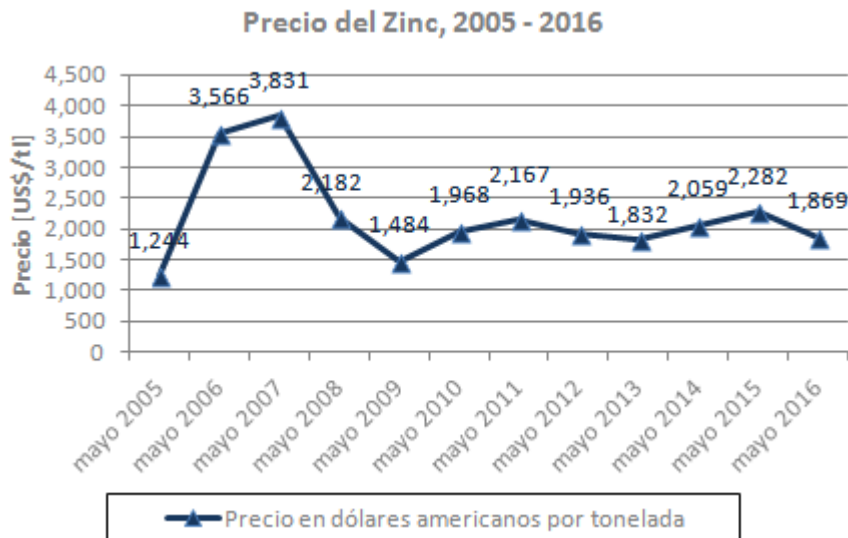


Ilustración 19: Precios históricos del zinc durante 2005 – 2016
Fuente: Elaboración propia en base a información de IndexMundi

El peak del precio de este commodity se obtiene en diciembre de 2006, con un valor de 4.405 US\$ por tonelada.

En la ilustración 20, se presenta el precio histórico del petróleo crudo. El petróleo crudo Brent sigue una tendencia similar, por lo que se presentará solo el mencionado anteriormente.

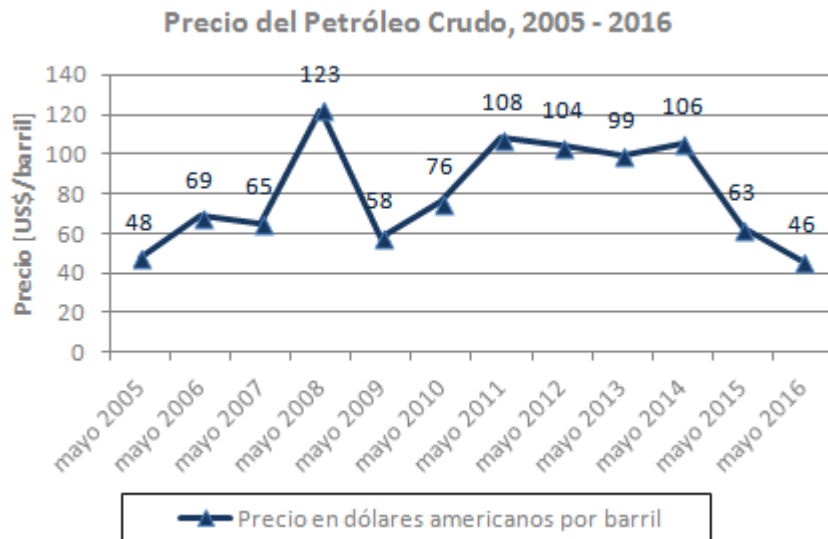


Ilustración 20: Precios históricos del petróleo crudo durante 2005 – 2016
Fuente: Elaboración propia en base a información de SOFOFA

El peak del precio de este commodity se obtiene en julio de 2008, con un valor de 133 US\$ por barril.

En la ilustración 21, se presenta el precio histórico del gas natural.

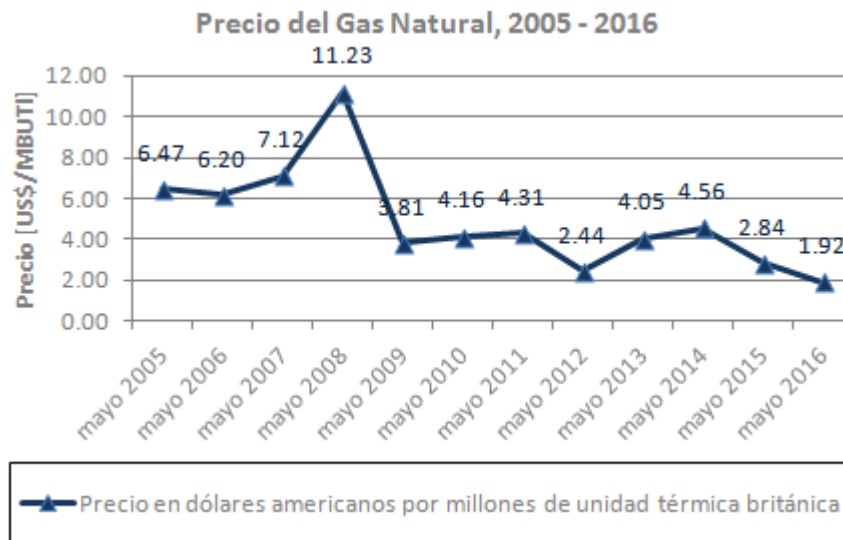


Ilustración 21: Precios históricos del gas natural durante 2005 – 2016
Fuente: Elaboración propia en base a información de SOFOFA

El peak del precio de este commodity se obtiene en octubre de 2005, con un valor de 13,4 US\$ por millones de BTU.

Estos últimos commodities se mencionan por el motivo de que uno de los objetivos de este estudio es realizar una comparación entre estos tipos de proyectos y los proyectos mineros.

3. Metodología

3.1. Colección de proyectos

Para que un proyecto, ya sea minero, de infraestructura o de petróleo y gas, sea considerado para la base de datos a estudiar, se deberán cumplir las condiciones que se mencionan a continuación:

- Toda información respecto a estudios de estimación del CAPEX como del valor real final de este mismo para la construcción de todo tipo de proyectos deben ser de carácter público y oficial. Vale decir, desde comunicados de prensa/presentaciones a inversionistas del dueño del proyecto.
- Los estudios de estimación deben ser definidos previo a cualquier desarrollo respecto al proyecto, ya que si este se actualiza durante la construcción de este, se perdería el fin del estudio a realizar.
- Los estudios pueden estar fuera del rango de años considerados, 2006 a 2016, pero la fecha del anuncio de la construcción completa de este debe estar dentro.
- Para que sea un proyecto construido completado debe al menos haber entrado en operación, ya sea por un par de años o aún activo.

3.2. Caracterización de un proyecto

Como ya se definió anteriormente, existen una cantidad diversas de variables que se pueden considerar relevantes para el estudio, pero algunos de estos estudios que utilizaron algunas de estas variables, poseían una base de datos que eran proporcionadas por especialistas, es decir, que las empresas facilitaban la información. Entonces en este caso al ser todo de fuente pública, se definirán por las siguientes variables:

- **Tamaño de proyecto**

CAPEX estimado y real. Capacidad de procesamiento y/o productos.

- **Tipo de commodity**

Pueden ser oro, cobre, hierro, níquel, PGM, plata, diamantes o zinc en el caso de los proyectos mineros considerados.

- **Tipo de proyecto**

Greenfield o brownfield

- **Localización del proyecto**

Por continente pueden ser Sud América, Norte América, Europa, Oceanía, Asia o África.

- **Tamaño compañía**

Tanto para la factibilidad como para la ejecución de la construcción se tienen Major, Mediana o Junior.

- **Tipo de producto**

Se consideran del tipo concentrado, cátodos, metal doré, pellet, quilates, ferroníquel y/o PGM.

- **Método minero**

Rajo abierto, subterráneo o ambos.

- **Método de procesamiento**

Infraestructura particular para obtener producto.

- **Período en que se comienza y finaliza construcción**

Considerado dentro de los años 2005-2016, para ver la temperatura del mercado de commodities al comenzar la construcción. Además de tiempo de ejecución.

- **Calidad del proyecto**

VAN o TIR, para proyectos marginales o robustos

- **Tipo de contrato**

EPCM, EPC, PCM, EP, CM, entre otros. También puede ser solamente uno de los servicios, es decir, ingeniería, adquisición, construcción, administración, etc.

3.3. Caracterización de resultados

Como se ha mencionado a lo largo del documento, lo que se quiere estudiar son los sobrecostos de distintos tipos de proyectos. Por lo tanto, se definirán tres categorías principales:

- CAPEX correctamente estimado: Estarán dentro de esta categoría los proyectos que cumplan con la definición de lo que se espera de un estudio de factibilidad respecto a la estimación del CAPEX del proyecto, es decir, si la diferencia entre el CAPEX estimado en la factibilidad y el final de construcción está dentro de -15% a +15%.
- Sobrecosto bajo: Estarán dentro de esta categoría los proyectos que sobrepasen el 15% entre el CAPEX estimado en la factibilidad y el final de construcción, pero además que estén hasta un 25% respecto al mismo.
- Sobrecosto medio: Estarán dentro de esta categoría los proyectos que sobrepasen el 25% entre el CAPEX estimado en la factibilidad y el final de construcción, pero además que estén hasta un 40% respecto al mismo.
- Sobrecosto alto: Estarán dentro de esta categoría los proyectos que sobrepasen el 40% entre el CAPEX estimado en la factibilidad y el final de construcción, pero además que estén hasta un 80% respecto al mismo.

- Sobrecosto muy alto: Estarán dentro de esta categoría los proyectos que sobrepasen el 80% entre el CAPEX estimado en la factibilidad y el final de construcción

Dentro de los objetivos que presenta este estudio, se espera comparar lo que sucede respecto a los sobrecostos para proyectos de infraestructura y de petróleo y gas.

Al respecto se evaluarán los proyectos que hayan sido construidos en períodos y tamaños de inversión parecidos respecto a los años de inicio/finalización de construcción y la inversión estimada/real de los proyectos.

3.4. Identificar tendencias generales

Finalmente lo que se espera es lograr dar alguna tendencia respecto a las causales de los sobrecostos y comentar las características más relevantes y comunes que presenten los tipos de proyectos en distintos rangos de sobrecostos, esperando dar una idea de lo que deba tomarse a consideración para futuros proyectos.

4. Caracterización de proyectos

4.1. Proyectos mineros

Un gran número de proyectos mineros fueron evaluados para este estudio, pero no todos fueron considerados. Del total de la muestra de proyectos que habían sido mencionados de una u otra forma durante el período estudiado, ya sea realizando exploraciones tempranas, estudios conceptuales/prefactibilidad/factibilidad, esperando aprobación de EIAS (Evaluación de impacto ambiental y social), esperando aprobación de construcción, en construcción, PEM u operación, se considera un total de 76 proyectos que habían sido oficialmente anunciadas sus operaciones.

4.1.1. Proyectos mineros estudiados

Los 76 proyectos mineros estudiados se presentan en la tabla 4, que corresponden a aquellos que fueron completados entre los años 2006 y 2016. Además se separan por el commodity principal presente en el yacimiento y se mencionan características relevantes como el dueño (actual), su tipo y los CAPEX antes de su construcción y al finalizar el proyecto, los valores están en MUS\$.

Tabla 4: Proyectos mineros completados entre los años 2006-2016

Proyecto	Dueño	Tipo de Proyecto	Estimación Factibilidad	Inversión Final
Oro				
Akyem	Newmont Ghana Gold Ltd.	Explotación	950	1.000
Blagodatnoye	Polyus Gold	Explotación	390	450
Buzwagi	Barrick Gold Corp.	Explotación	400	400
Cerro Corona	Gold Fields	Explotación	280	450
Cerro Negro	Goldcorp Inc.	Explotación	800	1.700
Cortez Hills	Barrick Gold Corp.	Explotación	490	490
Detour Lake	Detour Gold Corp.	Explotación	990	1.500
El Limón-Guajes	Torex Gold Resources	Explotación	675	800

Eleonore	Goldcorp Inc.	Explotación	1.400	1.800
Ernest Henry	Glencore	Expansión	540	540
Essakane	IAMGOLD/Gobierno de Burkina Faso	Explotación	420	455
Kibali Fase I	Randgold/AngloGold Ashanti/Sokimo	Explotación	920	1.130
Kupol	Kinross/Chukotka Government	Explotación	470	705
Malartic	Yamana Gold/Agnico Eagle Mines Ltd.	Explotación	790	1.000
Meadowbank	Agnico Eagle	Explotación	375	710
Peñasquito	GoldCorp Inc.	Expansión	1.490	1.600
Pueblo Viejo	Barrick Gold Corp./Goldcorp Inc.	Explotación	3.700	4.500
Tropicana	AngloGold Ashanti/Independence Group NL	Explotación	760	845
Westwood	IAMGOLD	Explotación	400	520

Cobre

Aitik 36	Boliden	Expansión	790	865
Aktogay	KAZ Minerals	Explotación	1.980	2.100
Andacollo Hipógeno	Teck/ENAMI	Explotación	385	440
Antamina	BHP Billiton/Glencore Xstrata/Teck/Mitsubishi Corp.	Expansión	1.290	1.300
Antapaccay	Xstrata plc	Expansión	1.470	1.500
Antucoya	Antofagasta Minerals/Marubeni Corp.	Explotación	1.700	1.900
Cerro Verde	Freeport-McMoRan Inc./Sumitomo Metal Mining/Minas Buenaventura S.A.A.	Expansión	4.000	4.600
Constancia	Hudbay	Explotación	1.550	1.700
Escondida (OGP1)	BHP Billiton/Rio Tinto plc/Jeco Corp./Jeco2 Ltd.	Expansión	3.800	4.200
Esperanza	Antofagasta Minerals/Marubeni Corp.	Explotación	1.900	2.600
Gaby Fase II	Codelco	Expansión	200	240
Las Bambas	MMG/ Guoxin International Investment Corp./ Citic Metal Co	Explotación	4.200	7.400
Lomas Bayas II	Xstrata plc	Expansión	290	300
Los Bronces	Anglo American/Mitsubishi/Codelco-Mitsui	Expansión	1.750	2.800
Lubambe	African Rainbow Minerals/ ZCCM Investment	Explotación	380	455

Holdings				
Lumwana	Barrick Gold Corp.	Explotación	500	815
Ministro Hales	Codelco	Explotación	2.300	3.080
Mount Milligan	Thompson Creek Metals Comp.	Explotación	870	1.520
Pilar Norte	Codelco	Expansión	120	140
Prominent Hill	OZ Minerals	Explotación	675	910
Salobo	Vale SA	Explotación	1.200	2.510
Salobo II	Vale SA	Expansión	855	1.590
Sierra Gorda	KGHM Internation Ltd./ Sumitomo Metal Mining Co./Sumitomo Co.	Explotación	2.880	3.900
Spence	BHP Billiton	Explotación	990	1.000
Tenke Fungurume	Freeport-McMoRan/ Lundin Mining Co./Gécamines	Explotación	900	1.800
Toromocho	Chinalco	Explotación	2.200	3.500
Hierro				
Cerro Negro Norte	CAP Minería	Explotación	800	1.150
Hope Downs	Rio Tino plc/Hancock Prospecting	Explotación	980	1.340
Jimlebar	BHP Billiton	Expansión	3.400	3.600
Karara	Gindalbie Metals/AnSteel	Explotación	1.655	2.360
RGP4	BHP Billiton	Expansión	1.850	2.200
RGP5	BHP Billiton	Expansión	4.800	5.650
Samarco	BHP Billiton/Vale SA	Expansión	1.180	1.480
Tonkolili Fase I	African Minerals/Shandong Iron and Steel Group	Explotación	1.200	1.500
Níquel				
Ambatovy	Sherritt/Sumitomo Corp./Korea Resources Corp.	Explotación	3.400	5.300
Barro Alto	Anglo American	Explotación	1.200	1.900
Koniambo	Glencore/SMSP	Explotación	3.900	7.200
Onca Puma	Vale SA	Explotación	1.100	2.990
Ramu	Highlands/PNG Government and Landowners/MCC Ramu Nico Ltd.	Explotación	1.370	2.100
Tagaung Taung	Chine Nonferrous Metal Mining Group	Explotación	800	850
PGM				
Booyse dal	Northam Platinum Ltd.	Explotación	400	600
Ngezi Fase I	Zimplats/Impala Platinum	Expansión	260	340
Pilanesberg	Boynton Investments	Explotación	230	470

Ltd./Moepi Group				
Plata				
Lucky Friday	Hecla Mining Comp.	Expansión	200	225
Manantial Espejo	Pan American Silver	Explotación	130	230
Pirquitas	SSR Mining	Explotación	220	335
Saucito	Fresnillo plc	Explotación	310	360
Saucito II	Fresnillo plc	Expansión	230	235
Diamante				
Argyle	Rio Tinto plc	Expansión	1.660	2.200
Diavik	Rio Tinto plc/Dominion Diamond Corp.	Expansión	790	800
Gahcho Kué	Mountains Province Diamonds Inc./De Beers Canada Inc.	Explotación	915	950
Liqhobong	Firestone Diamonds/Kingdom of Lesotho	Explotación	185	185
Snap Lake	De Beers	Explotación	625	965
Victor	De Beers	Explotación	980	1.000
Zinc				
Garpenberg	Boliden	Expansión	590	590
George Fisher North	Xstrata plc	Expansión	245	245
McArthur River	Glencore Xstrata plc	Expansión	360	360

4.1.2. Proyectos mineros no considerados

Del total de proyectos que estaban dentro de alguna de las etapas mencionadas en el punto anterior en el período estudiado, 90 fueron los que se tenía mayor certeza respecto a estar en etapas finales para ser considerados en el estudio. Sin embargo, los siguientes proyectos quedaron fuera de los alcances del estudio y se menciona el respectivo motivo en la tabla 5.

Tabla 5: Proyectos mineros no considerados en el estudio

Proyecto	Dueño/País	Tipo de Proyecto	Razón de no consideración
Oro			
Boddington	Newmont/Australia	Explotación	Sobrecosto excesivo, no aporta al estudio
Ezulwini	First Uranium/Sudáfrica	Explotación	Falta de información respecto al costo estimado en factibilidad
Mponeng	AngloGold Ashanti/Sudáfrica	Expansión	Información poco clara respecto al costo final
Cobre			
Collahuasi Fase I y II	Anglo American plc, Glencore y Japan Collahuasi Resources	Expansión	Información poco clara respecto a los costos finales y estados actuales de los proyectos

El Boleo	B.V./Chile Baja Mining y Korean Syndicate of Industrial Companies/México	Explotación	Sobrecosto excesivo, no aporta al estudio
Oyu Tolgoi	Turquoise Hill Resources y Rio Tinto/Mongolia	Explotación	Proyecto de rajo abierto y subterráneo, respecto a este último la información es deficiente
Tenke Fungurume	Lundin Mining, Freeport y Gécamines/República Democrática del Congo	Expansión	Información poco clara respecto al costo final
Hierro			
Samarco (Germano)	BHP Billiton y Vale SA/Brasil	Expansión	Información poco clara respecto al costo estimado en factibilidad
Sino	Citic Pacific Mining/Australia	Expansión	Sobrecosto excesivo, no aporta al estudio
Sishen	Anglo American plc/Sudáfrica	Explotación	Información poco clara respecto al costo estimado en factibilidad
Níquel			
Goro	Vale SA, Sumic Nickel Netherlands, New Caledonia Provinces/Nueva Caledonia	Explotación	Sobrecosto excesivo, no aporta al estudio
Ravensthorpe	BHP Billiton y First Quantum Minerals/Australia	Explotación	Falta de información respecto al costo final
Talnakh	Noriisk Nickel/Rusia	Expansión	Finalización de construcción fuera del rango de estudio
Vermelho	Compañía Vale do Rio Doce/Brasil	Explotación	Información poco clara respecto al costo final
PGM			
WBJV Project I	Platinum Group Metals Ltd./Sudáfrica	Explotación	Información poco clara respecto al costo final
Plata			
Brucejack	Pretivm Resources/Canadá	Explotación	Finalización de construcción fuera del rango de estudio
San Julián	Fresnillo plc/México	Explotación	Falta de información respecto al costo estimado en factibilidad
Zinc			
Buenavista	Grupo México/México	Expansión	Finalización de construcción fuera del rango de estudio
Lady Loretta	Glencore/Australia	Explotación	Fue suspendido antes de su finalización

4.1.3. Especificación de variables por proyecto

Luego de observado a modo resumen en las tablas de las secciones anteriores los proyectos considerados en el estudio, se procederá a especificar las variables para cada uno de estos. Donde lo primero a entregar será el nombre del proyecto, la última compañía que es dueña de este, el año de finalización y el sobrecosto de capital. Así luego se irá detallando los demás datos relevantes.

- Aitik 36 – Boliden, año 2010: Sobrecosto 9%, correctamente estimado.

Ubicada a unos 1.000 km. al norte de Estocolmo, Suecia. Mina a rajo abierto de cobre. Boliden en 2006 aprobó el desarrollo del proyecto con un costo de capital estimado de SEK5.200 M (790 MUS\$), para la expansión de las operaciones (18 a 36 Mt. de mineral por año). El proyecto se completó el segundo semestre de 2010 a un costo de capital total SEK6.100 M (865 MUS\$ por el tipo de cambio al 29 de septiembre de 2010). El proyecto de expansión de Aitik incluyó la instalación de nuevos sistemas de trituración y transporte, un nuevo concentrador (con un circuito de recuperación de molibdeno) y adquisición de nuevos equipos de minería (pala minera P&H 4.100C y una flota de nueve camiones Cat 795). También se construyó un nuevo enlace ferroviario que conectaba el área minera con la línea principal como parte de la expansión. La capacidad de procesamiento para las 36 Mt. fue alcanzada en 2014, su producto es concentrado de cobre el cual contiene además plata y oro. ABB se adjudica los contratos para el suministro de productos y para el sistema de alimentación y operación eléctrica de todo el sitio.

- Aktogay – KAZ Minerals, año 2015: Sobrecosto 6%, correctamente estimado.

Ubicada a unos 250 km. de la frontera con China, en la región oriental de Kazajstán. Mina a rajo abierto de cobre. La aprobación del proyecto fue emitida en diciembre de 2012 por el consejo de administración de Kazakhmys (actualmente KAZ Minerals) y las obras comenzaron en 2013, con un costo de capital estimado de 1.980 MUS\$ y un VAN de 570 MUS\$. La operación comenzó la producción de cátodos de cobre (mineral de óxido) en diciembre de 2015, con un costo de capital total de 2.100 MUS\$. Se espera que la producción de concentrado de cobre (mineral sulfurado) comience el primer trimestre del 2017. Se espera produzca 104.000 t. de cátodos de cobre por año (diez primeros años de operación). Alarko es el contratista de EPC para la planta de procesamiento, Ausenco obtuvo en 2011 el contrato de ingeniería del rajo abierto, ABB se contrato en 2012 para suministrar tres sistemas de accionamiento de molino, BIR presta servicios de ingeniería y consultoría para obras arquitectónicas, civiles, mecánicas y eléctricas de la planta de procesamiento y Non Ferrous China se adjudica en septiembre de 2014 la construcción del concentrador de sulfuros. Está financiado por un préstamo de 1.500 MUS\$ del Banco de Desarrollo de China.

- Akyem – Newmont Mining Corporation, año 2013: Sobrecosto 5%, correctamente estimado.

Ubicada en el distrito de Birim North, en la región oriental de Ghana. Mina a rajo abierto de oro. Recibió la aprobación del proyecto en enero de 2010, previamente estuvo sometida por cinco años a la EIA (consulta pública y revisión independiente). Luego comenzó su construcción el primer trimestre de 2011, con un costo de capital estimado de 950 MUS\$ (entre 850-1.100

MUS\$), considerado para la infraestructura y compensación por ubicación en la Reserva Forestal Ajenua Bepo. Comenzó su producción de concentrado de oro, obtenido por carbono en lixiviación (CIL), en octubre de 2013 con un costo de capital total de 1.000 MUS\$ (entre 950-1.000 MUS\$). Se espera que tenga una producción anual entre 350.000 – 450.000 onzas durante los primeros cinco años con una capacidad de procesamiento de 470.000 onzas por año. Presenta instalaciones auxiliares como una planta de manejo de desechos, almacenamiento de agua de 2,29 millones de m³, cinco estructuras de control de sedimentos y un sistema de desviación de agua de superficie. Se desarrolla mediante la modalidad de EPC, pero con un equipo conformado por Newmont para apoyar el manejo de la construcción y otros servicios.

- Ambatovy – Sherritt International Corporation 40%, Sumitomo Corporation 32,5% y Korea Resources Corporation 27,5%, año 2012: Sobrecosto 56%, alto.

Ubicada al este de la capital de Antananarivo, en el interior de la isla de Madagascar. Mina a rajo abierto de níquel. Además de la operación minera el proyecto consideró una planta de preparación de mineral. DMSA (Dynatec Madagascar) en 2006 completa un estudio de factibilidad y un EIAS, con un costo de capital estimado de 3.400 MUS\$. En 2007 comenzó la construcción y se finalizó en 2011. En 2012 se finalizan las pruebas de la PEM y se realiza el primer envío de níquel al mercado internacional, con un costo de capital total de 5.300 MUS\$. Luego en enero de 2014 la mina alcanzó su producción comercial y en 2015 alcanzó su producción nominal de 60.000 t. de níquel, 5.600 t. de cobalto de alta pureza y 210.000 t. anuales de sulfato de amonio. SNC-Lavalin Inc. fue contratada para prestar servicios de EPCM en la ejecución del proyecto. El proyecto presenta un concentrado de 220 km., también incluye instalaciones de manejo de relaves y una extensión al puerto. Una parte crucial fue el uso de la tecnología high pressure acid leach (HPAL) en la planta de procesamiento, ya que genera una alta presión y temperatura. Ambatovy recibió en 2008 un financiamiento de 2.100 MUS\$ para la deuda por 14 prestamistas (llamado Negocio Minero del Año de Europa, Oriente Medio y África). Se generó un fuerte riesgo político en marzo de 2009, luego que el ejército expulsó al presidente electo (Marc Ravalomanana) e instaló en su lugar al líder de la oposición (Andry Rajoelina).

- Andacollo Hipógeno – Teck 90% y ENAMI 10%, año 2010: Sobrecosto 14%, correctamente estimado.

Ubicada en la localidad de Andacollo, a 55 km. al sureste de La Serena y Coquimbo, centro norte de Chile. Mina a rajo abierto de cobre, que subyace directamente a la mina de cobre Andacollo Supérgeno. Aur Resources Inc. concluyó el estudio de factibilidad en marzo de 2006, con un costo de capital estimado de 336 MUS\$ y una TIR de 21% (después de impuestos). Este proyecto considera una planta de procesamiento para la trituración del mineral, para luego producir concentrado de cobre con oro contenido, específicamente de 71.000 t. de cobre y 59.200 onzas de oro por año. Durante el primer trimestre del 2007 hubo oposición de los agricultores de la comunidad de Pan de Azúcar al desarrollo del proyecto, por posible agotamiento del agua existente en uno de los acuíferos de esa localidad, pero finalmente las autoridades ambientales aprobaron las condiciones de desarrollo de este con un costo de capital estimado de 385 MUS\$. La construcción del concentrador de cobre se completó a finales de 2009, seguido por la PEM y la primera producción en febrero del año siguiente. En octubre de 2010, la mina alcanzó la producción comercial, con un costo de capital total de 440 MUS\$. Durante ese año se aprobaron

e iniciaron la construcción de dos proyectos complementarios a la mina, relacionados con el suministro de agua del río Elqui, con un costo de capital estimado de 40 MUS\$. Además, se completó una cubierta para minimizar el polvo fugitivo de mineral con un costo de 8 MUS\$. Durante la operación del proyecto se han tenido problemas con la dureza del mineral, aunque se cumplen las recuperaciones previstas. Se adicionó capacidad de trituración, aprobada a fines del 2011, esto implica una producción promedio anual de 80.000 t. de cobre y 55.000 onzas de oro en concentrado durante los primeros diez años de operación.

- Antamina Expansión – Xstrata 33,75%, BHP Billiton 33,75%, Teck Resources 22,5% y Mitsubishi Corporation 10%, año 2012: Sobrecosto 1%, correctamente estimado.

Ubicada en el distrito de San Marcos, la provincia de Huari, Perú. Mina a rajo abierto de cobre. En 2008 se anunció un incremento de 77% en reservas, lo que llevó al desarrollo de un estudio de factibilidad, el cual fue concluido en 2009. Luego en enero de 2010 se anuncia la aprobación del proyecto con un costo de capital estimado de 1.288 MUS\$. Este consistió en la ampliación de las instalaciones mineras y también la capacidad de procesamiento a 130.000 tpd. (esto implicaría un aumento del 40%). Además de la mina y la planta, se consideró la adquisición de nuevos equipos, la ampliación del taller de camiones y potenciar los sistemas de manejo de agua y almacenamiento de relaves. Los productos principales son concentrados de cobre y de zinc, también en menor medida molibdeno y concentrados de plomo/bismuto. En 2012 se concluye este proyecto con un costo de capital total de 1.300 MUS\$.

- Antapaccay Expansión – Xstrata, año 2012: Sobrecosto 2%, correctamente estimado.

Ubicada en la provincia de Espinar, departamento de Cusco, Perú. Mina a rajo abierto de cobre. Este proyecto pasa a reemplazar las operaciones de la mina Tintaya, que culminó sus operaciones el primer trimestre de 2013, específicamente se habla de reemplazo ya que se aprovechará la infraestructura administrativa y logística de esta. En julio de 2010 se aprueba el proyecto con un costo de capital estimado de 1.470 MUS\$. Específicamente se aumentó la producción de cobre en un 50%, es decir, en alrededor de 70.000 tpd. (para el 2014). Su producción comenzó en noviembre de 2012 con un costo de capital total de 1.500 MUS\$ para producir alrededor de 160.000 t. por año de concentrado de cobre durante los primeros seis años, con contenidos de oro y plata como subproductos. Dentro de los principales usos de la mina Tintaya, se destaca el de su mina a rajo abierto agotada para el depósito de relaves mineros de Antapaccay, esto permitió una disminución considerable de los costos de capital. El diseño implicó un molino SAG y dos molinos de bolas, con circuito de chancado, molienda y flotación estándar. El contrato de EPC y mantenimiento se adjudicó a Bechtel.

- Antucoya – Antofagasta Minerals 70% y Marubeni Corporation 30%, año 2016: Sobrecosto 12%, correctamente estimado.

Ubicada a 125 km. al noreste de Antofagasta, cerca del poblado de María Elena, Chile. Mina a rajo abierto de cobre. Su construcción fue aprobada a finales de 2011, con un costo de capital estimado de 1.354 MUS\$. Sin embargo en mayo de 2012 se informó que el costo de capital estimado del proyecto subiría a 1.700 MUS\$, debido a las presiones de los costos en la industria y además ese mismo año se aprueba el EIA. Dentro del año 2012 se paraliza su ejecución y se retoma en 2013. Durante el 2014 se finaliza el prestripping y el rajo concluye su construcción en

2015. La PEM, específicamente el ramp up, se concluye durante el 2016. Se produce anualmente 85.000 t. de cátodos de cobre, por un proceso de lixiviación en pilas, SX y EW. El costo de capital total fue de 1.900 MUS\$. Destacar que sus procesos utilizan 100% de agua de mar sin desalar y tienen una alta tecnología debido a su bajas leyes (0,35% promedio).

- Argyle Expansión – Rio Tino plc, año 2013: Sobrecosto 33%, medio.

Ubicada en la región de Kimberley, extremo noreste de Australia. Mina de diamantes a rajo abierto que pasó a subterránea, en un sector con temperaturas de más de 40°C durante temporada húmeda. Por dificultades de acceso al mineral en 2003 se realiza un estudio de factibilidad para el proyecto de operación subterránea, fue completado durante el 2005 y en diciembre de ese año se aprueba para seguir adelante con este proyecto. El costo de capital estimado fue de 1.660 MUS\$, su desarrollo se ralentizó en enero de 2009 por una recesión económica mundial, luego en septiembre del mismo año se reanudó. Este implicó el desarrollo de 30 km. para la minería utilizando el método minero de block caving, la excavación de dos cámaras para chancadores subterráneos, el desarrollo vertical y la protección inicial de tiro en las zonas de caving. A partir de junio de 2012, se completa la construcción de carreteras y talleres subterráneos, y se instalan los chancadores subterráneos con las bombas de agua. Se convirtió de rajo abierto a operación subterránea en 2013, con su primera producción en abril de ese año y un costo de capital total de 2.200 MUS\$. En 2015, se anunció el rump-up a capacidad completa. La planta de procesamiento utiliza chancado, cribado, separación de medios pesados (HMS) y clasificación de rayos X para la recuperación de diamantes por lavado con ácido. La nueva operación debería producir 20 M de quilates por año hasta el 2020. Macmahon Holding es el principal contratista de minería en el sitio y junto a SRV Group.

- Barro Alto – Anglo American, año 2011: Sobrecosto 58%, alto.

Ubicada en el estado de Goiás, Brasil. Mina a rajo abierto de níquel. Un estudio de factibilidad fue iniciado en 2004 y terminado en septiembre del 2006, luego en diciembre del mismo año, se anunció la aprobación del proyecto con un costo de capital estimado de 1.200 MUS\$. El proyecto también consideró una planta de procesamiento, con una producción promedio de 36.000 t. de níquel por año en forma de ferroníquel (40.000 t. en los primeros cinco años). Su construcción comenzó en 2007 y la primera producción fue en 2010. La etapa de comisionamiento se finalizó en 2011 con un costo de capital total de 1.900 MUS\$. Se consideró una ampliación de la operación a rajo abierto y nueva fundición y refinería de ferroníquel. La infraestructura adicional incluyó una estación principal eléctrica con una demanda máxima de 210 MW y una represa de agua. Maccferri, estuvo a cargo de un estanque de lixiviado para la eliminación de materiales de desecho.

- Blagodatnoye – Polyus Gold, año 2010: Sobrecosto 15%, correctamente estimado.

Ubicada en la región de Krasnoyarsk, Siberia oriental, Rusia. Mina a rajo abierto de oro a 25 km. de la operación insignia de Polyus, Olimpiada. Los resultados del estudio de factibilidad completado en 2008, entregaron un costo de capital estimado de 390 MUS\$, se comienza su construcción el segundo trimestre del mismo año. Consiste en una operación convencional con palas y camiones. Se utiliza flotación y para el enriquecimiento se tiene una planta de carbono en pulpa (CIP). El comisionamiento fue realizado en julio del 2010, cuenta con una capacidad de

procesamiento de 6 Mt. de mineral por año. El costo de capital total fue de 450 MUS\$ y uno de los desafíos fue el suministro de energía, se requerían 32 MW., ya que la región estaba con escasez de energía, se solucionó con una línea eléctrica desde la central hidroeléctrica de Boguchanskaya.

- Booyensdal – Northam Platinum Limited, año 2013: Sobrecosto 50%, alto.

Ubicada dentro del compartimiento sur de la extremidad oriental del Complejo Bushveld, a unos 35 km. de la ciudad de Mashishing, Sudáfrica. Mina subterránea de PGM, que corresponde a un método minero de room and pilar modificado. La propiedad contiene dos cuerpos mineralizados UG2 y Merensky con presencia de PGM. La característica de estos minerales permite una minería mecanizada, con operaciones subterráneas relativamente superficiales, desarrolladas de manera modular. El estudio de factibilidad, comenzado en junio de 2008, fue concluido en octubre de 2009 y se aprobó a principios de 2010. Booyensdal North (Booyensdal South aún en fase de proyecto) comprende los módulos UG2 y Merensky, el primer módulo comenzó en 2010 y el segundo módulo será una futura expansión, con un costo de capital estimado de R3.000 M (400 MUS\$) para el módulo 1 a cinco años. Se utiliza una planta de separación de medios densos (DMS) y se alimenta al concentrador con 150.000 t. por mes. El primer concentrado del módulo 1 fue en 2013 y su plena capacidad de producción se alcanza en octubre del 2015 con un costo de capital total de R4.500 M (600 MUS\$). El módulo 1 a plena capacidad produce 160.000 onzas anuales (4E PGM) y el módulo 2 a plena capacidad se espera de 120.000 onzas anuales (4E PGM).

- Buzwagi – African Barrick Gold, año 2009: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada a 6 km. al sureste del distrito de Kahama, región de Shinyagam, en la República Unida de Tanzania. Mina a rajo abierto de oro, se utiliza un sistema de palas y camiones. El estudio de factibilidad se completó en 2006, con un costo de capital estimado de 400 MUS\$. El desarrollo del proyecto comenzó en 2007 y se completó en 2009. Se comenzaron las operaciones en mayo del mismo año, con un costo de capital total de 402 MUS\$. La planta de procesamiento puede tratar 12.000 t. de mineral por día, cuenta con dos concentradores Knelson, reactores ACACIA, chancadores de mandíbula primaria, molino SAG y un circuito de flotación y carbono en el lixiviado (CIL). El oro se separa del carbono en circuito de gravedad y flotación, para luego el precipitado transferirlo a la fundición, que producirá barras doré de oro. Además, se obtiene como producto concentrado de cobre. AGB es el encargado principal de los contratos para la maquinaria, Vacon y Tanzania Electric Supply Company de la electricidad.

- Cerro Corona – Gold Fields, año 2008: Sobrecosto 61%, alto.

Ubicado a 30 km. al suroeste de la provincia de Bambamarca, a 90 km. del departamento Cajamarca, Perú. Mina a rajo abierto de oro y cobre. El EIA fue aprobado en diciembre de 2005 y en mayo de 2006 se comienza la construcción con un costo de capital estimado de 277 MUS\$. En agosto de 2008 comienza la producción con un costo de capital total de 450 MUS\$. Produce 350.000 onzas de oro el primer año (140.000 onzas de oro y 28.000 t. de concentrado de oro en promedio el resto de los años). Utiliza un sistema de palas y camiones, para luego enviar el mineral al chancado y molienda (SAG y bolas), con ciclones para la clasificación, dirigido hacia

un circuito de flotación y que produce concentrado. La planta puede tratar 18.000 t. de oro por día.

- Cerro Negro – Goldcorp, año 2014: Sobrecosto 113%, muy alto.

Ubicada en Santa Cruz, Argentina. Mina de oro combinada a rajo abierto y subterránea. El estudio de factibilidad, para el desarrollo subterráneo, fue completado en 2010 por Ausenco y Andean, con una TIR de 43% y un VAN de 402 MUS\$. Comenzó su construcción inmediatamente después de la aprobación del EIA en diciembre de 2011, con un costo de capital estimado de 800 MUS\$. En enero de 2013 se anunció un incremento de capital a 1.354 MUS\$ por factores específicos del país. El rajo abierto utiliza un sistema de carguío y transporte convencional, el desarrollo subterráneo fue terminado durante el 2013. La primera producción de oro de la operación subterránea fue en julio de 2014 con un costo de capital total de 1.700 MUS\$. Se espera produzca 525.000 onzas de oro durante los primeros cinco años de producción, la planta de procesamiento tiene una capacidad de 4.000 tpd. La flota comprende dos jumbos, LHDs, camiones y cargadores frontales Cat. El mineral se entrega a un chancador primario, luego molino SAG, para ser lixiviado con cianuro y luego sometido a una decantación en contracorriente de tres etapas (CCD), se pasa a una clarificación de la solución, precipitación con zinc y fundición para producir finalmente barras doré de oro y plata (estas son enviadas a una refinería para su posterior procesamiento). Agregar que los residuos de CCD son filtrados y lavados para recuperar el cianuro, antes de ir al almacenamiento de relaves. NCL Engineering fue contratada para el desarrollo del plan minero subterráneo y Golder Associates realizó el trabajo geotécnico.

- Cerro Negro Norte – CAP Minería, año 2014: Sobrecosto 44%, alto.

Ubicada a 32 km. al norte de Copiapó, en la región de Atacama, Chile. Mina a rajo abierto de hierro. La aprobación del proyecto fue en marzo de 2012, con un costo de capital estimado de 789 MUS\$ (anteriormente se había estimado en 575 MUS\$), se inició su construcción el mismo año. Se comenzó su PEM en mayo de 2014, con 4 Mt. de concentrado de hierro al año. Se incluyó además una planta de procesamiento y su inauguración fue en diciembre de 2014, con un costo de capital total de 1.150 MUS\$. Se tiene un proceso de concentración magnética, luego molinos de rodillo de alta presión (HPGR) y una flotación inversa (para eliminar o reducir el contenido de sílice). Destacar que se utiliza agua de mar desalinizada, la planta desalinizadora, con una inversión de 400 MUS\$, es de avanzada tecnología (puede tratar 200 l/s.) y se encuentra en comuna de Caldera. Se amplió su alcance original de 50% a 100% de abastecimiento para el proyecto y otros clientes mineros. Además, el mineral como pulpa se transporta por un concentraducto de 85 km. hasta puerto Punta Totoralillo.

- Cerro Verde Expansión – Freeport MacMoRan Copper & Gold 53,56%, Sumitomo Metal Mining 21%, Compañía de Minas Buenaventura 19,58% y otros 5,86%, año: Sobrecosto 15%, correctamente estimado.

Ubicada a 32 km. al suroeste de Arequipa, Perú. Mina a rajo abierto de cobre y molibdeno. En funcionamiento desde 1976, Freeport-McMoRan que opera la mina desde 2007, anunció en 2011 planes para triplicar la capacidad de tratamiento (de extracción y de procesamiento de mineral). Se aprueba el proyecto en febrero de 2014, con un costo de capital estimado de 4.000 MUS\$,

para pasar en la planta concentradora de 120.000 tpd. a 360.000 tpd. y a una producción anual de 600 Milb. de cobre y 15 Milb. de molibdeno a partir de 2016. La primera carga fue procesada en septiembre de 2015, se completó la construcción y la PEM de la nueva concentradora C2 en febrero de 2016, luego fue inaugurada en mayo del 2016 con un costo de capital total de 4.600 MUS\$. El proceso global incluye palas, camiones, chancado, molienda, aglomeración y transportación hacia el concentrador, donde habrá lixiviación e irá finalmente a la planta de SX/EW. Se producen cátodos y concentrado de cobre. Se contrató a Fluor Corporation para servicios de EPCM a mediados del 2013 (a cargo del nuevo concentrador de 360.000 tpd., nueva línea de transmisión 220 kV., planta tratamiento de aguas, mejoramiento de bombeo de agua dulce e instalaciones), ABB contratado para suministrar accionamiento de molinos GMD, seis molinos de bolas y sistemas de accionamiento para ocho molinos HPGR en marzo de 2012. Contratos a largo plazo con Electroperú y EGASA para suministro eléctrico.

- Constancia – Hudbay Minerals, año 2015: Sobrecosto 10%, correctamente estimado.

Ubicada en la Cordillera de los Andes, en el sur de Perú. Mina a rajo abierto de cobre, con molibdeno y plata como secundarios. AMEC en 2011 estima una TIR de 14,5% y un VAN de 571 MUS\$. Se anunció en agosto del 2012 el inicio de la construcción, con un costo de capital estimado de 1.546 MUS\$. Se negoció una nueva línea de crédito de 600 MUS\$ de un sindicato de bancos canadienses e internacionales (para costos de capital de este proyecto y otros). La producción inicial fue en diciembre de 2014 y la producción comercial en abril de 2015, con un costo de capital total de 1.700 MUS\$. Se espera produzca 118.000 t. anuales durante los primeros cinco años de operación y de 77.000 t para los años subsiguientes. El equipo minero incluye palas eléctricas, camiones, bulldozers, niveladoras y camiones de agua. El mineral extraído es enviado a chancador primario, es almacenado antes de la molienda (circuito con un molino SAG y dos molinos de bolas), luego a la planta concentradora de 28 Mt. por año, le sigue un circuito de flotación de cobre y después flotación de molibdeno, se obtiene concentrado de cobre. Ausenco proveyó los servicios de FEED (Front End Engineering and Design) para el proyecto, así como también fue contratada por EPCM para la planta de concentrado e infraestructura asociada.

- Cortez Hills – Barrick Gold Corporation, año 2010: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada a 113 km. al suroeste de Elko, en Nevada, Estados Unidos. Mina de oro combinada a rajo abierto y subterránea (proyecto). Su producción comenzó en 1969, la primera parte del proyecto consiste en la explotación a rajo abierto. La factibilidad del rajo fue completada en 2005. Se esperaba que la construcción comenzara a mediados del 2007, sin embargo, fue en noviembre de 2008 que se aprobó la DIA, para dar paso a la construcción, con un costo de capital estimado de 490 MUS\$. Se utilizan métodos convencionales para la explotación del rajo y el transporte de mineral, se espera una producción promedio de 425.000 a 440.000 onzas de oro al año (primeros diez años). La operación del rajo fue completada en 2010 con un costo de capital total de 492 MUS\$ (dentro del tiempo y presupuesto, donde el ramp up superó las expectativas). Hay palas eléctricas, una pala hidráulica y camiones, luego el mineral va hacia la planta concentradora de 475.000 tpd., seguida de carbono en el lixiviado en pilas, extracción del carbono, reactivación y refinado del oro. Hay opositores al proyecto, como la tribu de Timbisha Shoshone.

- Detour Lake – Detour Gold, año 2013: Sobrecosto 52%, alto.

Ubicada en Ontario, a 8 km. al oeste de la frontera Ontario-Québec, Canadá. Mina a rajo abierto de oro. El estudio de factibilidad se completó en mayo de 2010 por BBA Inc., con un costo de capital estimado de 992 MUS\$, con una producción esperada anual de 650.000 onzas de oro y una TIR de 14,4% y VAN de 1.030 MUS\$. La construcción comenzó en enero de 2011 y la producción de oro comenzó en febrero de 2013, con un costo de capital total de 1.500 MUS\$. Se utiliza un sistema convencional de palas y camiones (cinco palas eléctricas, 36 camiones y equipos auxiliares). Para el procesamiento de mineral se tiene una instalación típica de gravedad, cianuración y CIP con una capacidad inicial de 55.000 tpd, que puede aumentar gradualmente a 61.000 tpd. Dos líneas paralelas con un molino SAG y uno de bolas cada uno (previo chancado), luego de la separación del carbono, el oro se trata en celdas de EW. AMEC se adjudicó el contrato de adquisición, construcción y administración (PCM) en junio de 2010, mientras que BBA a principios de 2010 proporciona la ingeniería de detalle.

- Diavik Expansión – Rio Tinto plc 60% y Dominion Diamond Corporation 40%, año 2010: Sobrecosto 1%, correctamente estimado.

Ubicada en la Isla Este, a unos 300 km. al noreste de Yellowknife, Canadá. La mina de diamantes a rajo abierto se convirtió completamente en una operación subterránea (Sublevel Retreat) en septiembre de 2012. Las operaciones del rajo comenzaron en 2003. El estudio de factibilidad se comenzó en 2004, se completa durante la primera parte de 2007, luego en noviembre del mismo año se aprueba con un costo de capital estimado de 787 MUS\$. La construcción inicia en 2008 y la primera producción subterránea fue en marzo de 2010, con un costo de capital total de 800 MUS\$. El mineral triturado alimenta una planta de procesamiento in situ, que luego se mezcla con agua y ferrosilicio para crear una suspensión que alimenta a los ciclones, donde los diamantes y minerales son separados por densidad. Durante la recuperación, el concentrado de minerales pesados se separa de los de desecho por rayos X, imanes y una tabla de grasa. En marzo de 2015 se produjo aproximadamente 2,10 Mt. de mineral procesado que generó 6,89 M. de quilates.

- El Limón-Guajes – Torex Gold Resources Inc., año 2015: Sobrecosto 19%, bajo.

Ubicada al norte del río Balsas, México. La mina a rajo abierto de oro, alimenta una planta central de lixiviación CIP. Un estudio de factibilidad completado en octubre de 2012, por M3 Engineering & Technology Corporation, AMEC, Srk Consulting y Golder Associates, entregó un costo de capital estimado para el proyecto de 675 MUS\$, con una TIR de 24,2% y un VAN de 900 MUS\$. La construcción comenzó la primera parte de 2013, su producción comenzó en diciembre de 2015 y se anunció la producción comercial en marzo de 2016, con un costo de capital total de 800 MUS\$. La planta está diseñada para procesar 14.000 tpd. (5Mt. por año), se produce metal doré. Se espera una producción promedio anual de 369.000 onzas de oro. En 2015 la construcción estuvo suspendida por una semana por el secuestro de 13 personas (lo que generó retrasos posteriores por dificultad de contratistas dispuestos a trabajar por problemas de seguridad).

- Eleonore – Goldcorp, año 2014: Sobrecosto 29%, medio.

Ubicada en la región de la bahía James de Quebec, Canadá. Mina subterránea de oro, con una combinación de open-stoping y longitudinal retreat stoping. Un estudio de factibilidad completado en enero de 2012, entregó un costo de capital estimado de 1.400 MUS\$, con una TIR de 14,9% y VAN de 458 MUS\$. El primer oro fue vertido en octubre de 2014 y la producción comercial comenzó en abril de 2015, con un costo de capital total de 1.800 MUS\$. La producción para el 2015 se espera entre 290.000 y 330.000 onzas de oro. Mediante camiones el mineral se transporta a estaciones de carga a 650 m. de profundidad para ser llevado a la superficie, la planta de procesamiento tiene una capacidad de 3.500 tpd. y se espera ampliar para procesar 7.000 tpd. para el 2018, el proceso de la planta incluye chancado en tres etapas, una de molienda con molino de bolas, concentración por gravedad, flotación de sulfuros, lixiviación de cianuro y producción de oro en un circuito CIP. SNC-Lavalin se adjudicó un contrato en enero de 2013 para proveer servicios de EPCM al proyecto, MIPAC Process Automation Canadá suministró sistema de control automatizado para el circuito de molienda.

- Ernest Henry Expansión – Xstrata plc, año 2014: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada a 38 km. al noreste de Cloncurry, en el noroeste de Queensland, Australia. Mina a rajo abierto de oro y cobre, que tiene transición a subterránea. Se comenzó la producción comercial en marzo de 1998 como la operación del rajo. Ante la finalización de la vida económica de este programado para el 2011, se anuncia en 2009, con un costo de capital estimado de A\$589 M (542 MUS\$), la transición a subterráneo. El proyecto consideró además una planta de procesamiento de magnetita. Cuando el rajo se completó en diciembre del 2011, se comenzó a transportar mineral desde la operación subterránea, produciendo entre 25.000 t. de cobre y 35.000 onzas de oro concentrado anualmente (mientras se continuaba la construcción del pique de elevación y la infraestructura asociada). En junio de 2014 se anuncia el comisionamiento del pique de elevación subterráneo, con un costo de capital total de A\$589 M. Se espera para el resto de la vida de la mina una producción de 65.000 t. de cobre y 88.000 onzas de oro en concentrado. Cuatro niveles de producción ya están utilizando el método minero sub-level caving desde el 2011, con más de 50 km. de desarrollo subterráneo, chancador primario subterráneo, transportadores terrestres en la superficie, elevador de 1.000 t. por hora y reconfiguración del concentrador para alinearse con una tasa de producción subterránea de 6,4 Mt. de mineral por año.

- Escondida (OGP1) – BHP Billiton 57,5%, Rio Tinto 30%, Jeco Corporation 10% y Jeco2 Ltd. 2,5%, año 2015: Sobrecosto 11%, correctamente estimado.

Ubicada en la región de Atacama, Chile. Es una mina a cielo abierto de cobre. El proyecto de crecimiento orgánico 1 considera una nueva planta concentradora de 152.000 tpd. (123.000 Milb. por año de cobre) para reemplazar al Concentrador Los Colorados (LCC), también considera la ampliación de la concentradora Laguna Seca y la capacidad de almacenamiento del depósito de relaves de esa instalación. Además, se desarrolla una nueva filtradora y concentraductos para conectar la filtradora con el puerto de Coloso (que también se ampliará), el costo de capital estimado en 2012 fue de 3.800 MUS\$. En julio de 2015, se anuncia su finalización dentro del calendario y presupuesto estimado, para esa fecha la fase de comisionamiento. En abril del 2016, se realizó la inauguración del proyecto con un costo de capital total de 4.200 MUS\$ (con las tres plantas de Escondida se alcanzará una capacidad de procesamiento de 375.000 tpd.). En 2015 se

tuvo una producción de 826.000 t. de cobre en concentrados y 326.290 t. de cátodos de cobre. Bechtel fue contratada para servicios de EPC y precomisionamiento.

- Esperanza – Antofagasta Minerals 70% y Marubeni Corporation 30%, año 2010: Sobrecosto 37%, medio.

Ubicado a 30 km. al sureste en la localidad de Sierra Gorda, Antofagasta, Chile. Mina a rajo abierto de cobre. En marzo de 2005 el costo de capital estimado fue de 600 MUS\$ para el proyecto, pero luego de que en junio de 2008 se aprobara el EIA, el costo de capital estimado pasa a ser de 1.900 MUS\$. Destaca el uso de agua de mar en todos sus procesos (100%), contempló la construcción de un puerto en el sector de caleta Michilla, también de un sistema de concentraductos de 145 km. En diciembre de 2010 se inicia la PEM del proyecto, con una capacidad de planta de 97.000 tpd. Se producen 700.000 t. de concentrado por año a partir de abril de 2011, fecha en que se inauguran sus operaciones, con un costo de capital final de 2.600 MUS\$. Se utiliza un sistema convencional de molienda y flotación obteniendo 190.000 t. de cobre, 230.000 onzas. de oro y 11,32 M onzas de plata en concentrado. Aker Kvaerner fue contratado por EPCM para el proyecto, AMSA y GDF Suez fue el encargado de la electricidad del proyecto. Parte del proyecto fue financiado por cuatro proveedores, Japan Bank for International Cooperation (400 MUS\$), Export Development Canada (200 MUS\$), KfW IPEX-Bank (50 MUS\$) y el sindicato de banco comercial (400 MUS\$). Esperanza pasaría a ser parte de la nueva compañía minera Centinela, integrada con la minera El Tesoro en junio de 2014.

- Essakane – IAMGOLD 90% y Gobierno de Burkina Faso 10%, año 2010: Sobrecosto 8%, correctamente estimado.

Ubicada en la región de Sahel, en el noreste de Burkina Faso. La minería del rajo abierto de oro se lleva a cabo por método convencional con palas y camiones. GRD Minproc completó un estudio de factibilidad en septiembre de 2007, con un costo de capital estimado de 347 MUS\$. Luego una actualización de este en junio de 2008 se aceptó, con un nuevo costo de capital estimado de 421 MUS\$, con una TIR de 20.8% y un VAN de 373 MUS\$. La construcción comenzó en septiembre de 2008. La alimentación a la planta, de 16.000 tpd, es una mezcla de roca fresca del molino 80% y material de saprolita 20%. Se procesa con dos fases de chancado, molienda SABC y planta de oro de CIL. Se anunció que se alcanzó la producción comercial en julio de 2010, con un costo de capital total de 453 MUS\$. Se espera produzca en promedio 315.000 onzas de oro al año. GRD Minproc también fue confirmado como contratista de EPCM para el desarrollo principal del proyecto.

- Gaby Fase II – Codelco, año 2011: Sobrecosto 20%, bajo.

Ubicada a 120 km. al suroeste de Calama, comuna de Sierra Gorda, en la región de Antofagasta, Chile. Mina a rajo abierto de cobre. Entró en operación en 2008, tiene etapas de chancado (primario, secundario y terciario), curado en tambores acidificadores, lixiviación en pilas dinámicas, disposición de ripios y SX-EW. En noviembre de 2008, se autorizó la ejecución de la Fase II del proyecto, con un costo de capital estimado de 202 MUS\$. Consistió en aumentar de 150.000 t. por año de cobre fino a 20.000 t. por año, esta fue ejecutada, al igual que la Fase I, por la Vicepresidencia de Proyectos (VP). Consistió específicamente en incorporar una tercera línea de chancado secundario y terciario, aumentar en un 50% el área de las pilas de lixiviación y

ejecutar diversas obras en el Área Húmeda del proyecto. La PEM se desarrolló entre los meses de agosto y noviembre de 2010, quedando operativo en este último mes, permitiendo ampliar la capacidad de tratamiento de mineral en 16,5 Mt. por año, llegando a 47,5 Mt., con un costo de capital total de 239 MUS\$. Operación 100% autónoma en camiones de extracción.

- Gahcho Kué – De Beers Canada Inc. 51% y Mountain Province Diamonds Inc. 49%, año 2016: Sobrecosto 4%, correctamente estimado.

Ubicada a unos 280 km. al noreste de Yellowknife, Northwest Territories, Canadá. Mina a rajo abierto de diamantes. En marzo de 2014 se presentó un reporte técnico del estudio de factibilidad, donde el costo de capital estimado fue de C\$1.019 M (918 MUS\$). La construcción comenzó en diciembre del 2013, con trabajos previos para el acceso a la mina. Se extrae por método convencional de palas y camiones, con una planta de procesamiento de 3 Mt. por año, con un chancado primario seguido de cribado húmedo, lo que queda sobre tamaño va a molinos HPGR y se alimenta a ciclones DMS, para recuperar los diamantes del concentrado se utiliza tecnología de rayos X y grasa. Comenzó su producción en septiembre de 2016, con un costo de capital total de C\$1.056 M (951 MUS\$). Se estima extraer 54 M. de quilates de diamantes en bruto (35 Mt. de kimberlita en durante 11 años). JDS Services fue contratado para llevar a cabo el estudio de factibilidad definitivo y Hatch fue contratado para la ejecución por EPCM.

- Garpenberg Expansión – Boliden, año 2014: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada en el condado de Dalarna, Suecia. Es una mina subterránea de zinc, que contiene además plata, plomo y volúmenes más pequeños de cobre y oro (método minero de extracción cut and fill). Se aprobó en enero de 2011, con un costo de capital estimado de SEK3.900 M (590 MUS\$), el proyecto de expansión de procesamiento, de 1,4 a 2,5 Mt. por año. Considera el desarrollo de un concentrador, nuevos piques, instalaciones subterráneas e infraestructura de la mina. Para enero del 2012 se concede el permiso ambiental, así, en febrero del mismo año se inicia la construcción del proyecto. La empresa Sweco se adjudica, en agosto de 2011, el contrato de ejecución del proyecto por EPCM. La primera producción, de concentrado de zinc y concentrado de otros commodities contenidos, es en agosto de 2014 con un costo de capital total de SEK3.900 M y en 2015 se llega a la producción de 2,5 Mt. Mediante trituración, seguida por flotación escalonada: primera flotación produce producto de plomo-cobre que luego será separado en dos concentrados, segundo separa concentrado de zinc, luego los dos primeros van a fundición y el último a refinería.

- George Fisher North Expansión – Xstrata plc, año 2014: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada a unos 20 km. al norte de la ciudad de Mount Isa, Queensland, Australia. Mina subterránea de zinc. En septiembre de 2010, se aprobó la ampliación para elevar la tasa de producción en un 30% (producción anual de 3,5 Mt. anuales a 4,5 Mt. anuales). El costo de capital estimado del proyecto de expansión fue de A\$274 M (245 MUS\$), que incluyen el desarrollo de un segundo pique de elevación y la infraestructura asociada, también una instalación de chancado subterráneo y manejo de material, además de mejoras a los servicios de energía y ventilación de aire. Un pique existente será revestido y extendido (de 420 m. a 1.140 m.). En 2012 el chancador entra en comisionamiento, en 2014 se completó la construcción de la

infraestructura subterránea, con una tasa de 4,2 Mt. por año en septiembre (se alcanza la tasa total durante el 2015), con un costo de capital total de 245 MUS\$. EPC Engineer está a cargo de la ingeniería y construcción del proyecto.

- Hope Downs – Rio Tinto 50% y Hancock Prospecting 50%, año 2007: Sobrecosto 37%, medio.

Ubicada a 100 km. noroeste de Newman, en la provincia de Pilbara, Australia. Mina de rajo abierto de hierro. En abril de 2006 se anuncia la construcción del proyecto, con un costo de capital estimado de 590 MUS\$ para el desarrollo de la mina, con capacidad anual de 25 Mt. para la primera etapa, al término de la segunda será de 32 Mt. Además se estimó una inversión de 390 MUS\$ para el costo de capital del ferrocarril, el material rodante y la infraestructura eléctrica, es decir, una estimación total de 980 MUS\$. La primera producción fue en noviembre del 2007 (primera etapa completada 2008 y la segunda en 2009), con un costo de capital total de A\$1.300 M (1.340 MUS\$). Se utiliza un sistema convencional de palas y camiones, la planta con chancado primario, chancado secundario y tamizado en seco y separación por gravedad.

- Jumblebar Expansion – BHP Billiton, año 2013: Sobrecosto 6%, correctamente estimado.

Ubicada a 41 km. de Newman, región de Pilbara, Australia. Mina a cielo abierto de hierro, inaugurada en 1989 con capacidad de 14 Mt. de mineral anual. El proyecto de expansión fue aprobado en 2010, para aumentar la producción a 220 Mt. de mineral de hierro por año (agregar 35 Mt. por año e incrementar hasta 55 Mt. por año). En marzo de 2011 se comienzan los trabajos de construcción, con un costo de capital estimado de 3.400 MUS\$. Las especificaciones incluyen nueva flota de equipos de movimiento, duplicación de línea férrea, nuevo chancador primario, nueva planta de manejo de material, la aldea de Warrawandu, talleres de equipos móviles, infraestructura de desagüe, instalación de almacenamiento de nitrato de amonio y centro de administración, además de la propia mina. En abril de 2014 se inauguró (5 meses después por problemas de seguridad en el aeropuerto de Newman), con un costo de capital total de 3.600 MUS\$, alcanzó su primera producción en septiembre del 2013. Se opera con un chancador primario cercano, planta de manejo de mineral, instalaciones de almacenamiento y equipo de minería y material rodante. Thiess fue contratado para desarrollo de infraestructura, Decmil para construcción de la aldea de alojamiento y Fluor junto a SKM fueron contratados para la adquisición. Financiada conjuntamente por BHP y socios japoneses ITOCHU Corporation y Mitsui.

- Karara – Gindalbie Metals Limited 47.84% y Anshan Iron & Steel Group Corporation 52.16%, año 2013: Sobrecosto 43%, alto.

Ubicada a unos 225 km. al este del Puerto de Geraldton, Australia. Mina a rajo abierto de hierro. La viabilidad económica y técnica del rajo de magnetita se estableció en un estudio de factibilidad completado en septiembre de 2007, con una TIR de 24,6% y un VAN de A\$2.250 M. La aprobación del EIA se recibió en octubre de 2009 y la construcción comenzó en noviembre de 2009, con un costo de capital estimado de A\$1.800 M (1.655 MUS\$). Involucra la minería de hematita a pequeña escala y de magnetita a gran escala, la primera fase producirá 3 Mt. por año de hematita y 8 Mt. por año de concentrado de magnetita. Se utiliza método convencional con palas y camiones, el mineral procesado (concentrado de magnetita) se almacena y es enviado por

línea férrea a un terminal en el Puerto de Geraldton, el primer envío de hematita se produjo en marzo de 2011 y el primer envío de magnetita fue en enero de 2013. Oficialmente fue abierta en abril del 2013, con un costo de capital total de A\$2.570 M (2.360 MUS\$). WorleyParsons se contrata para PCM del proyecto, Doric Group con Vekta estuvieron a cargo del campamento de alojamiento, Metso suministra el equipo de minería, QR Freight entrega los servicios ferroviarios, Outotec es contratado para el circuito de flotación y la tecnología de filtración, Bis Industries se contrató para la construcción de la planta de relevés y Downer EDI se contrató para la electricidad e instrumentación de la planta de procesamiento. En marzo de 2011 se aprueba inicio de estudios para futura expansión que aumentará la producción de 8 Mt. por año a 16 Mt. por año. En abril de 2011, se recibe un préstamo del Banco de Desarrollo de China.

- Kibali Fase I – Randgold 45%, AngloGold Ashanti 45% y Sokimo 10%, año 2013: Sobrecosto 23%, bajo.

Ubicada a 560 km. al noreste de Kisangani, provincia Oriental, República democrática del Congo. Mina de oro a rajo abierto y subterránea. En 2010 se actualiza el estudio de factibilidad y en agosto de 2011 se revisa para aprobar el proyecto en dos fases (Fase 1 rajo abierto y Fase 2 subterránea), con una TIR del 21%. En octubre de 2011 se inicia la construcción, con un costo de capital estimado de 920 MUS\$ (Fase 1) y corresponde a la instalación metalúrgica, una estación hidroeléctrica y una central térmica de respaldo, la construcción del almacenamiento de relaves, la reubicación de aldeas, el rajo y la infraestructura compartida. El rendimiento de la planta es de 4 Mt. por año y se espera produzca 600.000 onzas de oro durante los primeros 12 años (considerando la Fase 2). La etapa de comisionamiento fue completada en septiembre de 2013, así comenzó su producción el mismo mes, con un costo de capital total para la Fase 1 de 1130 MUS\$. Se utiliza una planta estándar de chancado, molienda y procesamiento de CIL, se incorporan circuitos de flotación completa y flotación rápida para recuperar el sulfuro y aumentar la recuperación de oro. La Fase 2 en etapa en comisionamiento durante el 2017, con un costo de capital total de 700 MUS\$ (estimado en 2011 de 650 MUS\$).

- Koniambo – Glencore 51% y Société Mini re du Sud Pacifique 49%, año 2014: Sobrecosto 85%, alto.

Ubicada en la provincia Norte, Nueva Caledonia. Mina a rajo abierto de níquel. El estudio de factibilidad fue completado en 2005, el proyecto también comprendió una planta pirometalúrgica. La construcción del proyecto comenzó en marzo del 2007, con un costo de capital estimado de 3.900 MUS\$ y la primera línea de producción de la fundición se completó en noviembre de 2012, mientras que el primer metal fue aprovechado en abril de 2013. La operación del rajo es mediante palas y camiones, la planta produce 3,3 Mt. de mineral húmedo al año a partir de 25 Mt. de mineral y residuos de roca que recibe de la mina. El mineral húmedo de la planta es tamizado y chancado antes de ser llevado a la planta metalúrgica, la planta utiliza tecnología de fundición de níquel (NST) mediante molienda, secado (HMFD), calcinación y fundición. La producción esperada es de 60.000 t. de níquel en ferroníquel por año, que generan 176.000 t. de tiros de ferroníquel al año. La construcción de la segunda línea de fundición se completó en noviembre de 2013 y fue inaugurada oficialmente en noviembre del 2014, con un costo de capital total de 7.200 MUS\$. Hatch y Technip en conjunto se adjudicaron el contrato de servicios EPCM para la fundición, Dockwise estuvo a cargo de la gestión logística de este conjunto. Un joint-venture (JV) entre Socalmo y McConnell Dowell estuvo a cargo de la construcción de la planta de preparación

del mineral, transportadores terrestres, almacenamiento de mineral húmedo, así como las tuberías subterráneas. Wenco International Mining System fue contratado para la gestión de flotas, Outotec suministró las plantas de filtro. Glencore financió la mayoría del costo del proyecto.

- Kupol – Kinross Gold Corporation 75% y Chukotsnab 25%, año 2008: Sobrecosto 50%, alto.

Ubicada en la región de Chukotka, Rusia. Mina de oro que se extrae por rajo abierto y minería subterránea. El desarrollo y construcción del proyecto comenzaron en 2005, con un costo de capital estimado de 470 MUS\$. El proyecto considera una planta convencional de cianuración de oro/plata que incorpora un circuito de lavado de espesante (CCD) y una precipitación de zinc Merrill-Crowe (por el alto contenido de plata). La planta diseñada para procesar 3.000 tpd. de mineral (1.100 Mt. al año), el mineral es chancado, luego pasa por un molino SAG y molino de bolas, posteriormente se utiliza separación por gravedad de oro y plata con un concentrador Knelson. Se produce barras doré de oro y plata. En mayo del 2008 se anunció el inicio de la producción, con un costo de capital total de 705 MUS\$. En diciembre de 2005, Bema Gold Corporation (anterior propietario a cargo del proyecto, que fue adquirido por Kinross en febrero de 2007) firmó contratos de préstamo por hasta 425 MUS\$ para financiar la construcción del proyecto. Bema utilizó un método de contrato combinado de EPC con varios contratos de ingeniería principal, el contratista para el molino y superficie fue Orocon Inc.

- Las Bambas – MMG 62,5%, Guoxin International Investment Corporation 22,5% y Citic Metal 15%, año 2015: Sobrecosto 76%, alto.

Ubicada en la región de Apurímac, a unos 72 km. al suroeste de la ciudad de Cusco, Perú. Mina a rajo abierto de cobre. El estudio de factibilidad se completó en 2009 y se aprobó la EIAS en marzo de 2011. La construcción de la mina comenzó en 2012, con un costo de capital estimado de 4.200 MUS\$. El primer concentrado de cobre se produjo en diciembre de 2015 y la producción comercial comenzó en julio de 2016, con un costo de capital total de 7.400 MUS\$. Se estima producirá más de 2 Mt. de concentrado de cobre durante los primeros cinco años de operación y produciría a plena capacidad 400.000 t. de cobre en 2017. Se utiliza un método convencional de minería, utilizando camiones y palas, el procesamiento es por chancado, molienda y flotación, para producir concentrado de cobre que contiene oro y plata y un concentrado de molibdeno por separado. Los sulfuros de cobre y molibdeno se tratan en un concentrador convencional de 140.000 tpd. Las obras principales incluyeron la construcción de la línea de transmisión de energía y el bucle de energía de la mina, el re-aseguramiento del sitio de la ciudad de Nueva Fuerabamba, la ingeniería de caminos y componentes principales; y la construcción de caminos pesados y la planta concentradora. Se proporcionó un financiamiento de 6.960 MUS\$ por tres bancos ICBC, BOC y EXIM. Bechtel recibió el contrato de EPCM para construir la mina y la planta de concentrado.

- Lihobong – Firestone Diamonds 75% y Kingdom of Lesotho 25%, año 2016: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada a unos 120 km. al noreste de la ciudad de Maseru, en el valle de Lihobong, Lesoto. Mina de diamantes a rajo abierto a una profundidad de 393 m. El estudio definitivo de factibilidad (DFS) se completó en octubre de 2012 y se revisó en noviembre de 2013,

aumentando su costo de capital estimado a 185 MUS\$ (ZAR1.854 M), por la inclusión de la infraestructura de energía de la red, además de la mina y la construcción de una planta de tratamiento principal, se entregó una TIR de 30% y un VAN de 379 MUS\$. La construcción se inició en junio de 2014 y en diciembre de 2016 se anuncia el comienzo de la producción (se espera en 2017 alcanzar la producción completa), con un costo de capital total de 185 MUS\$. La planta de procesamiento incorpora chancadores de mandíbula y cono, fregado y cribado convencional, separación de medios densos y concentración final usando tecnología de fluorescencia de rayos X. La planta tiene una capacidad de 3.6 Mt. por año y se producirán más de 1 M de quilates de diamantes al año. Se financió a través de deuda (Pacific Road Resource Fund y Resource Capital Fund) y capital propio. DPR es contratado por EPCM (también colaboró en el DFS).

- Lomas Bayas II – Xstrata plc, año 2012: Sobrecosto 3%, correctamente estimado.

Ubicada en la región de Antofagasta, Chile. Mina a rajo abierto de cobre. Con el proyecto se espera extender la vida de la mina mediante la extracción de reservas del depósito Fortuna de Cobre, a 3 km. del rajo actual. Fue aprobado en octubre del 2009 y su construcción comenzó en abril del 2010, con un costo de capital estimado de 293 MUS\$. Permite mantener la capacidad de producción de 75.000 t. por año de cátodos de cobre. El proyecto consideró la construcción de un nuevo chancador primario, un sistema de correas transportadoras y nuevas pilas de lixiviación de mineral de baja y alta ley (además del rajo e infraestructura de la operación). En diciembre del 2012, el proyecto es completado (puesta en servicio de nuevo chancador) y la PEM se completa durante la primera parte del 2013, con un costo de capital total de 300 MUS\$.

- Los Bronces Expansión – Anglo American 50,1%, Mitsubishi 20,4% y Codelco-Mitsui 29,5%, año 2011: Sobrecosto 60%, alto.

Ubicada a 65 km. al noreste de Santiago, Chile. Mina a rajo abierto que produce cobre, molibdeno y cátodos. En diciembre del 2007 se inició un proyecto para aumentar la capacidad de producción anual en 200.000 t., con un costo de capital estimado de 1.750 MUS\$, pero la recesión mundial de 2008 frenó la implementación del proyecto. La producción comenzó en noviembre del 2011, la expansión aumentó la capacidad de producción de Los Bronces hasta 400.000 t. por año con nuevas instalaciones de molienda, transporte de minerales y concentración, con un costo de capital total de 2.800 MUS\$, el alcance del proyecto también incluyó la construcción de nuevas líneas eléctricas de 220 kV. El mineral de baja ley se somete a lixiviación, SX-EW para producir cátodos, mientras que el de mayor ley luego de la trituración, pasa por flotación, y se produce concentrado que es secado por espesamiento y filtrado. Bechtel fue contratado por EPC para el proyecto.

- Lubambe – African Rainbow Minerals/Vale SA 80% y ZCCM Investment Holdings 20%, año 2012: Sobrecosto 20%, bajo.

Ubicada cerca de la ciudad de Chlilabombwe, Zambia. Mina de cobre subterránea (anteriormente llamada Konkola North). El último estudio de factibilidad fue entregado en junio de 2010, con la resolución positiva del EIA, en agosto de 2010 se aprobó la construcción del proyecto, con un costo de capital estimado de 380 MUS\$. La producción anual es de 45.000 t. de cobre concentrado. En agosto del 2012 comenzó el longitudinal room and pillar (LRP) stoping. La

construcción de la planta concentradora se completó en septiembre del 2012 y la PEM junto a la operación se completaron en octubre del mismo año, con un costo de capital total de 456 MUS.

- Lucky Friday Expansión – Hecla Mining Company, año 2016: Sobrecosto 13%, correctamente estimado.

Ubicada en el distrito minero de Coeur d’Alene, en el norte de Idaho, Estados Unidos. Mina subterránea de plata, plomo y zinc, la extracción es mediante cut and fill, utilizando para el relleno relaves cementados. Durante el 2008 se iniciaron actividades de EPC relacionadas con el desarrollo del proyecto, aunque fue suspendido en el cuarto trimestre de 2008 debido a los precios de los metales vigentes. Su reanudación y posterior construcción comenzó en noviembre de 2009, con un costo de capital estimado de 200 MUS\$. La expansión, proyecto #4 Shaft, alcanza 9.600 pies debajo de la superficie (la parte superior está a 4.900 pies de profundidad) y proporciona acceso al mineral de más alta ley en la historia de la mina. e incluye además el desarrollo lateral, excavación y construcción de una estación subterránea de elevación y contenedores de mineral de 16 pies de diámetro que miden 70 pies de altura, e instalaciones de la planta de izar y equipo de hundimiento subterráneo. Cementation estuvo a cargo del diseño y desarrollo del proyecto. Su construcción fue completada a fines de 2016, con un costo de capital total de 225 MUS\$. La planta instalada en la superficie, con un molino de 1.000 t. de mineral por día, produce plomo y concentrado de zinc. En 2016, se procesaron en promedio 803 tpd. y se produjo 3,6 M. de onzas de plata.

- Lumwana – Barrick Gold Corporation, año 2008: Sobrecosto 63%, alto.

Ubicada a 65 km. al oeste de la ciudad de Solwezi, Zambia. Mina de cobre a rajo abierto. La construcción comenzó a finales de 2006, con un costo de capital estimado de 500 MUS\$. Su extracción es por método convencional con palas y camiones, luego mediante flotación convencional se produce concentrado de cobre. La producción comenzó en diciembre de 2008, fue inaugurada en abril del 2009 por Equinox Minerals, con un costo de capital total de 814 MUS\$, adquirida por Barrick en julio de 2011. Se espera producir en promedio 122.000 t. de cobre al año durante la vida de la mina (169.000 t. al año los primeros seis años). GRD Minproc fue contratada para servicios de ingeniería y desarrollo, mientras que Ausenco International y Bateman Minerals and Metals fueron contratados para EPC. Se firmó una facilidad de deuda de financiamiento para finalizar el proyecto por 584 MUS\$ con un grupo de instituciones financieras. Este proyecto también contiene depósitos ricos en uranio, un estudio de factibilidad fue completado en 2008, que podría ser procesado al construir una planta de uranio.

- Malartic – Yamana Gold 50% y Agnico Eagle Mines Limited 50%, año 2011: Sobrecosto 27%, medio.

Ubicada a 25 km. al oeste de Val-d’Or, Quebec, Canadá. Mina a rajo abierto de oro, que fue adquirida en junio de 2014 por Yamana y Agnico Eagle. El estudio de factibilidad fue concluido en diciembre de 2008, con procesamiento de 55.000 tpd. (20 Mt. por año). Previo a la autorización del gobierno de Québec para comenzar la construcción del proyecto, se realizaron audiencias públicas y numerosas sesiones de consulta con los ciudadanos de Malartic (el proyecto incluía reubicación de una gran porción de la comunidad). En agosto de 2009 con un costo de capital estimado de 789 MUS\$, se inicia la construcción. Tanto la mina como la planta fueron

construidas por Osisko Mining Corp. El primer oro puro fue en abril del 2011 y comenzó su producción comercial en mayo del mismo año, con un costo de capital total de 1.000 MUS\$. Se obtienen barras de metal doré como producto.

- Manantial Espejo – Pan American Silver, año 2008: Sobrecosto 77%, alto.

Ubicada en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Corresponde a una extracción combinada de minería a rajo abierto, con método convencional de extracción, y minería subterránea por los métodos long-hole, cut and fill o shrinkage. El estudio de factibilidad fue realizado por M3 Engineering & Technology Corp. (2005), en marzo de 2006 se aprobó el proyecto con un costo de capital estimado de 130,2 MUS\$, con una TIR de 12% y un VAN de 72,6 MUS\$. Para su desarrollo se utilizó un contrato del tipo EPCM (Ausenco), con una capacidad de planta de 2.000 tpd. y como productos barras doré de plata y oro. En abril de 2006 se iniciaron las actividades de desarrollo minero (acceso y otras vías del proyecto, ampliación del campamento, desarrollo inicial de la rampa y del portal de Melissa, compra de los equipos, entre otros). En 2008 se finaliza la construcción, con la operación de las dos minas a mediados de 2008 del mismo año, con un costo de capital total de 228,4 MUS\$. El mineral es tratado por chancado convencional, molienda, concentración, lixiviación por agitación, espesamiento, precipitación con zinc Merrill Crowe y fusión del precipitado.

- McArthur River Expansión – Glencore Xstrata plc, año 2014: Sobrecosto 0%, correctamente estimado.

Ubicada en el Golfo de Carpentaria, a 65 km. al suroeste de Borrooloola, Australia. Mina a rajo abierto de zinc y plomo. En 2011 se anuncian planes para investigar la expansión de la mina, denominada Fase 3. En agosto de 2012 se aprueba el proyecto que incluye la ampliación del rajo abierto y plantas de producción, duplicando la producción anual (2,5 Mt. de mineral a 5 Mt. por año) y extendiendo la vida de la mina, con un costo de capital estimado de 360 MUS\$. En enero de 2012, se acuerda una fusión con Glencore. En junio 2014 el proyecto de desarrollo de la Fase 3 es completado y las operaciones comienzan, con un costo de capital total de 360 MUS\$. Se produce concentrado de zinc (aumentará a 380.000 t.). MIPAC fue contratado para el proyecto por EPCM. Además, el proyecto incluyó una nueva central eléctrica, nuevos equipos para la trituración y nuevas celdas para la flotación, y un nuevo filtro de deshidratación de concentrado.

- Meadowbank – Agnico Eagle, año 2010: Sobrecosto 89%, muy alto.

Ubicada en la región de Kivalliq de Nunavut, a 300 km. al oeste de la Bahía de Hudson, Canadá. Mina de oro a rajo abierto, que utiliza métodos convencionales, palas y camiones. En 2005 se completó un estudio de factibilidad. La construcción del proyecto inicia en 2007, con un costo de capital estimado de 375 MUS\$. La planta de procesamiento de oro es de 8.500 tpd (luego pasó a ser de 11.000 tpd en junio de 2011). La primera forma de obtener oro es por un circuito de gravedad, el resto el lixiviado usando cianuro, con tecnología de carbono en pulpa y celdas de electro-filtración. Los cátodos y el concentrado de gravedad se funden en un horno de inducción y se vierten como barras doré. Completado en 2010 y alcanzó su producción comercial en marzo del mismo año, con un costo de capital total de 710 MUS\$. La construcción además consideró infraestructura para accesos de aire y agua, además de una camino de 102 km. Produjo 2 M de onzas de oro en 2015.

- Ministro Hales – Codelco, año 2013: Sobrecosto 34%, medio.

Ubicada a 10 km. al norte de Calama, Chile. Mina a rajo abierto de cobre, se extrae de manera convencional, con uso de palas y camiones. La construcción fue iniciada en abril de 2011, con un costo de capital estimado de 2.300 MUS\$. Se realizó un prestripping de 228 Mt. de mineral. La planta tiene capacidad de 50.000 tpd. y produce calcina de cobre, concentrado de cobre y plata. La construcción fue concluida en agosto de 2013, a finales del mismo año se realizó la PEM y fue inaugurada en enero de 2016, con un costo de capital total de 3.083 MUS\$. Debido al alto contenido de arsénico, debe pasar por el tostador más grande del mundo, para transformarse en calcina, un concentrado de alta pureza con altos porcentajes de cobre y plata. Se produce 183.000 t. anuales de cobre fino y 300 t. de plata por año, con un proceso de chancado primario, transporte por correas, molienda y flotación. Las instalaciones construidas consideraron un taller de camiones, naves de lubricación y de lavado de equipos, patio de neumáticos y bodegas, estación de combustible de vehículos menores y un barrio cívico urbanizado cerca del área. La ingeniería y construcción de las plantas serán ejecutadas por la VP.

- Mount Milligan – Thompson Creek Metals Company, año 2013: Sobrecosto 75%, alto.

Ubicada a unos 150 km. al noroeste de Prince George, en el centro de Columbia Británica, Canadá. Mina de cobre y oro, extraída mediante rajo abierto convencional. Un certificado de evaluación ambiental fue recibido en marzo de 2009 para el proyecto. Un estudio de factibilidad actualizado fue entregado en octubre de 2009, con una TIR de 17,2% y un VAN de C\$1.050 M. Los trabajos de construcción comenzaron en junio de 2010, con un costo de capital estimado de C\$915 M (868 MUS\$). Tiene una capacidad de procesamiento de 60.000 tpd., se espera que produzca 195.000 onzas de oro y 81 Mlb. de cobre al año. El alcance incluyó la construcción de la planta de flotación, almacenamiento de relaves, 92 km. de cableado eléctrico, un campamento para 600 trabajadores y plantas auxiliares. La PEM para el concentrador comenzó en agosto de 2013 y la producción de la mina comenzó en septiembre del mismo año, con un costo de capital total de C\$1.600 M (1.517 MUS\$). El contrato de EPCM para el proyecto fue otorgado a British Columbia Mining Joint Venture en agosto de 2011 (AMEC Americas y Fluor Canadá), ABB fue contratado para proveer los equipos de molienda y accionamientos, además de elementos para los equipos eléctricos.

- Ngezi Fase I – Zimbabwe Platinum Mines 70% e Impala Platinum 30%, año 2011: Sobrecosto 31%, medio.

Ubicada a unos 150 km. al suroeste de Harare, Zimbabwe. Mina a rajo abierto de hierro. A principios del 2001, Zimplats anunció el desarrollo del proyecto de 2,2 Mt. por año, produciendo 208.000 onzas por año de metales de grupo del platino, níquel, cobre y cobalto. En noviembre de 2008 fue cerrada por una caída en el precio de los metales. Por otro lado, se comenzó la minería subterránea durante 2003, pero fue a mediados del 2006 que la compañía llegó a un acuerdo con el gobierno de Zimbabwe sobre el desarrollo de la expansión futura de la operación a cambio de renunciar a algunos de sus derechos mineros fuera de su actual área de planificación a largo plazo. Así, en 2006 la expansión, denominada Fase I, comenzó con un costo de capital estimado de 258 MUS\$, que implicó el desarrollo de dos nuevas minas subterráneas y un nuevo concentrador de 1.5 Mt. por año, además de 715 casas para el personal cercano a la mina. Al final

del tercer trimestre del 2008, se completó la mina subterránea Portal 1 (junio de 2009, producción total de 1.2 Mt.), la segunda mina Portal 4 se completó en mayo del 2011 (aumentar producción anual a 2 Mt.). Mientras que el concentrador fue puesto en servicio en julio de 2009 y la rampa en septiembre del mismo año. Con un costo de capital total de 340 MUS\$, fue completada la expansión Fase 1. El procesamiento es por un molino, concentrador, fundición y convertidor. El producto final es un hierro mate (44% Ni, 33% Cu, 21% S y 1.500 g/t. de metales preciosos) y metal 4E (160.000 onzas de platino por año). DRA es contratada por EPCM para la Fase I y II de expansión.

- Onca Puma – Vale SA, año 2011: Sobrecosto 172%, muy alto.

Ubicada en el estado de Pará, centro-norte de Brasil. Mina a rajo abierto de laterita de níquel, de 53.000 t. de ferroníquel. Un estudio de factibilidad, realizado por Hatch, entregó sus resultados en agosto de 2005, con una TIR del 12,2%. El proyecto considera un proceso de fundición pirometalúrgica en un horno eléctrico rotativo, el costo de capital estimado es de 1.100 MUS\$ para una planta de dos líneas que se construirá en etapas. La línea inicial, con una producción total de 1,28 Mt. de mineral por año, posteriormente, una segunda línea, con ambas en pleno funcionamiento el complejo de fundición tendría una capacidad de 2,56 Mt. de mineral de laterita de ferroníquel por año (25% Ni y 75% Fe). En marzo de 2011, produjeron el primer metal (primera línea) y el segundo fue durante la segunda mitad del año. Su costo de capital total fue de 2.987 MUS\$. Hatch fue contratado por EPCM.

- Peñasquito Expansión – GoldCorp Inc., año 2010: Sobrecosto 7%, correctamente estimado.

Ubicada en el noreste del estado de Zacatecas, México. Mina polimetálica de rajo abierto, se compone de dos rajos, Peñasco y Chile Colorado. Este proyecto corresponde a una importante expansión, comenzó con el prestripping a partir de agosto de 2007. Esta incluyó la construcción de dos instalaciones de procesamiento separadas, un de mineral de óxido y una de mineral de sulfuro, con un costo de capital estimado de 1.494 MUS\$. La expansión se completó e inauguró oficialmente en marzo de 2010, mientras que la producción completa se logró a finales de 2011, con un costo de capital total de 1.600 MUS\$, se espera produzca 500.000 onzas de oro y 31 M onzas de plata. La línea de sulfuro consta de dos líneas de proceso con una capacidad combinada de 130.000 tpd. La planta de óxido comenzó su producción en febrero de 2008 y el primer oro se vertió en mayo de 2008, mientras que el primer concentrado de plomo y zinc se produjo en octubre de 2009 y el primer concentrado se envió en noviembre de 2009. El mineral de óxido va a una pila de lixiviación mediante camiones, se utiliza solución de cianuro, luego la solución es clarificada, filtrada y desairada, tratada con polvo de zinc para precipitar los metales, finalmente se funde en barras doré. El mineral de sulfuro pasa por chancado, molienda y flotación, luego se procesa para producir el concentrado. M3 Engineering and Technology, fue contratado por EPCM y MARC fue contratado para el mantenimiento del equipo de la mina. La TIR del proyecto fue de 17% y un VAN de 2.400 MUS\$.

- Pilanesberg – Boynton Investments Ltd. 72% y Moepi Group 28%, año 2010: Sobrecosto 104%, muy alto.

Ubicado en la parte occidental del Complejo Bushveld, en la provincia North West, Sudáfrica. Mina a rajo abierto de PGM y oro. SRK Consulting estuvo encargado del estudio de factibilidad presentado en julio de 2007. La construcción del proyecto inició en octubre del 2007, con un costo de capital estimado de ZAR1.670 M (232 MUS\$). El proyecto presentó una TIR de 21,7% y un VAN de ZAR1.820 M (260 MUS\$). La minería se basará en la extracción de 5 Mt. de mineral por año, que se procesará a través de una central de concentración propiedad de Tuschenkomst, lo que permitirá incrementar la producción a 250.000 onzas al año (3PGE+Au) en el primera año de producción y luego un máximo de 296.000 onzas al año (3PGE+Au) en 2010. Además, en mayo de 2008, se anunció que habían aceptado la oferta eléctrica sudafricana Eskom para 37 MVA. para la nueva fuente de alimentación del proyecto y en junio del mismo año, se cerró un acuerdo para utilizar la fundición y refinación de PGE (propiedad de Northam Platinum Ltd.). El proyecto fue concluido durante el último trimestre del 2010, con un costo de capital total de ZAR3.587 (472 MUS\$), que se intentaron de justificar en medida por el cambio de alcance del proyecto al incluir una central eléctrica de reserva de 10 MVA. En noviembre de 2007 se anunció un préstamo de 200 MUS\$ para financiar el proyecto, proporcionado por The Standard Bank de Sudáfrica.

- Pilar Norte – Codelco, año 2010: Sobrecosto 17%, bajo.

Ubicada en la ciudad de Rancagua, región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile. Proyecto de expansión de la mina subterránea de cobre El Teniente, explotada mediante block caving. A finales de agosto, se dio inicio al proceso de socavación, con un costo de capital estimado de 121 MUS\$. Presenta una de las leyes más altas de la División y de Codelco (1,32% en promedio), se utiliza el método de hundimiento avanzado de bloques y con preacondicionamiento hidráulico (control de actividad sísmica del macizo rocoso). Previo a la socavación era necesario tener construida, el nivel de hundimiento, producción y transporte intermedio, además del sistema de ventilación, como también los piques que comunican ambos niveles y, especialmente, la chimenea de extracción de aire viciado. Destacar que su operación consideró la automatización y control de sus principales operaciones, a más de 50 km. de distancia de la mina. A mediados de 2010 se concluyó la ejecución, se puso en marcha y entregó las operaciones del proyecto de expansión Pilar Norte (junio). Producirá en régimen 17.000 tpd., lo que se traduce en 55.000 t. de cobre fino al año. El costo de capital total fue de 140 MUS\$, que incluyó sistema de comunicaciones fijas y móviles, protección contra incendios, ventilación secundaria, circuito cerrado de televisión, telecomando de buzones y control de tráfico. Los indicadores del proyecto fueron una TIR de 48% y un VAN de 459 MUS\$.

- Piriquitas – Silver Standard Resources Inc., año 2009: Sobrecosto 52%, alto.

Ubicada en la provincia de Jujuy, Argentina. Mina a rajo abierto de plata. Tras la decisión del desarrollo del proyecto en octubre de 2006, Techint Compañía Técnica Internacional Saci, obtuvo el contrato de EPCM para su construcción. Así, en noviembre de 2007 SSR Mining informa una actualización del estudio de factibilidad, que entrega un costo de capital estimado de 220 MUS\$ (aumentado justificado por subida de costos de materiales de construcción mundiales y presiones inflacionarias en el país) y un VAN de 190 MUS\$. Este mismo año se comienzan con el

prestopping del rajo y la construcción de la planta e infraestructura asociada. El mineral es chancado y tratado en un preconcentrador de gravedad antes del procesamiento en una planta de flotación convencional, la planta tiene una capacidad de chancado de 6.000 tpd. y la planta de preconcentración puede alimentar hasta 3.200 tpd. al molino. El concentrado de plata producido es enviado a fundiciones de terceros. Para diciembre de 2009 se alcanzó su producción comercial, con un costo de capital de 255 MUS\$ para equipos de construcción y minería y 79 MUS\$ en desarrollos, es decir, un total de 334 MUS\$.

- Prominent Hill – OZ Minerals, año 2009: Sobrecosto 35%, medio.

Ubicada a 130 km. al sureste de la ciudad de Coober Pedy, en el Craton Gawler, Australia Sur. Mina de cobre y oro, extraída por rajo abierto. Descubierta en 2001, considerado el descubrimiento más significativo de Greenfield en el país durante una década. El estudio de factibilidad y la aprobación del proyecto se concedieron en 2006, se estimó una producción entre 85.000 t. a 100.000 t. de cobre contenido y entre 60.000 onzas a 70.000 onzas de oro (pero superó las expectativas). La construcción del proyecto comenzó en 2007, con un costo de capital estimado de A\$850 M (672 MUS\$). Se tiene una planta de procesamiento convencional de chancado, molienda y flotación, con una capacidad de 8 Mt. por año. La primera producción fue en febrero de 2009, con un costo de capital total del proyecto es de A\$1.150 M (909 MUS\$). La mina entrega el concentrado vía ferrocarril de Adelaide al puerto de Darwin, alrededor de 600 t. de concentrado al día (seis días a la semana). Se aprobó la extensión subterránea Ankata en 2010, el desarrollo comenzó en noviembre de ese año y el primer mineral fue producido en 2012 (25.000 t. de cobre y 12.000 onzas de oro por año), utiliza el método de sub-level open stoping.

- Pueblo Viejo – Barrick Gold 60% y Goldcorp 40%, año 2012: Sobrecosto 22%, bajo.

Ubicada a 100 km. de la capital de Santo Domingo, República Dominicana. Mina a rajo abierto de oro y plata. Estuvo en producción desde 1975, hasta el año 1991, se detuvo por los bajos precios de oro y plata, además de la falta de tecnología para procesar el mineral. En 2001 se realizaron licitaciones por el gobierno para continuar el trabajo con la mina abandonada, el proyecto solicitó la remediación del sitio y la construcción de nuevas infraestructuras, ya que los antiguos sistemas estaban dañados. Placer Dome se la adjudicó, posteriormente sería adquirida por Barrick Gold, que llevó a cabo el estudio de factibilidad y nombró a Ruscan Environmental Sciences para llevar a cabo el EIAS. El desarrollo de la mina comienza en 2009, mediante rajo abierto en etapas, con un costo de capital estimado de 3.700 MUS\$. Los espesadores están equipados con la tecnología sonar de Hawk (control de operaciones mineras) y también se utiliza la tecnología Maptek I-Site, para realizar encuestas sobre diversas actividades realizadas en la mina. El mineral extraído se procesa por métodos convencionales de chancado, molienda, oxidación a presión, cianuración y refinado. La primera producción de oro fue en agosto de 2012, alcanzando la producción comercial hacia el final del mismo año, con un costo de capital total de 4.500 MUS\$. Se espera que la producción sea más allá de 1 M de onzas de oro por año (por 5 años). Estaba programada para comenzar las operaciones el primer trimestre del 2012, pero se retrasó debido al daño causado a los relaves de la presa por las fuertes lluvias inesperadas que ocurrieron en la región en mayo de 2011 (aumentó de 2.700 MUS\$ a 3.700 MUS\$). El proyecto es financiado por un préstamo de 1.035 MUS\$ del sindicato de bancos liderado por International Finance Corporation. Fluor fue contratado por EPCM para el desarrollo del proyecto.

- Ramu – Highlands Gold Limited 8.56%, PNG Government and Landowners 6.44% y MCC Ramu Nico Limited 85%, año 2012: Sobrecosto 53%, alto.

Ubicada cerca de Madang, en la costa norte de Papúa Nueva Guinea. Mina a rajo abierto de níquel y cobalto, conectada por un gasoducto de 135 km. desde la meseta de Kurumbukari hasta la planta de procesamiento de Basamuk, que está a 75 km. al este de la capital provincial de Madang. En 2000, el proyecto recibió la Licencia Especial de Minería y en 2005 la Corporación Metalúrgica de China Ltd. (MCC) se unió a la empresa conjunta Highlands y fue responsable de la financiación y construcción del proyecto. En 2008 se completa un estudio de factibilidad, para iniciar su construcción, con un costo de capital estimado de 1.374 MUS\$. Se utiliza un método convencional de palas y camiones a la planta de beneficio, esta planta elimina la cromita y crea una pulpa con la correcta dimensión y consistencia para alimentar la planta de proceso en Basamuk por tuberías terrestres. La planta de procesamiento incorpora tres HPAL y está diseñada para producir 78.000 t. secas de hidróxido mixto (32.600 t. de níquel y 3.300 t. de cobalto al año). La construcción se completó en gran parte antes de 2012 y la planta ha sido progresivamente puesta en producción, con un costo de capital total de 2.100 MUS\$.

- Rapid Growth Project 4 – BHP Billiton, año 2010: Sobrecosto 19%, bajo.

Ubicada en la región de Pilbara, Australia Occidental. Proyecto de hierro extraído por rajo abierto. Se anunció en marzo de 2007 la aprobación del proyecto RGP4 que aumentará la capacidad de las operaciones, de la minería de hierro en Australia Occidental, de 129 Mt. a 155 Mt. al año, con un costo de capital estimado de 1.850 MUS\$. Este incluyó el desarrollo de una nueva planta de chancado y cribado, así como astilleros adicionales, aparcamiento de autos e instalaciones de carga de trenes en Mt. Whaleback. También se mejorarán las infraestructuras de la mina y de las operaciones ferroviarias y portuarias. En enero de 2010, se comienza la producción, con un costo de capital total de 2.200 MUS\$. Fluor y SKM fueron contratadas por EPCM para el desarrollo del proyecto.

- Rapid Growth Project 5 – BHP Billiton, año 2011: Sobrecosto 18%, bajo.

Ubicada en la región de Pilbara, Australia Occidental. Mina de hierro extraído por rajo abierto. Se anunció en noviembre de 2008 la aprobación del proyecto RGP5, con un costo de capital de 4.800 MUS\$, aumentará la capacidad de las operaciones, de la minería de hierro en Australia Occidental, de 155 Mt. a 205 Mt. al año (construcción nueva planta). También proporcionará mejoras en infraestructura, incluyendo el puerto interno en Port Hedland, el sistema ferroviario de la compañía e instalaciones adicionales de chancado, cribado y almacenamiento en la operación de Yandi. En octubre de 2011, se comienza la producción, con un costo de capital total de 5.650 MUS\$. Fluor y SKM fueron contratadas por EPCM para el desarrollo del proyecto.

- Salobo – Vale SA, año 2012: Sobrecosto 109%, muy alto.

Ubicada a unos 600 km. de Belém, capital del estado de Pará, Brasil. Mina a rajo abierto de cobre y oro. Salobo I recibió la licencia de implementación en 2006, se concluyó un costo de factibilidad en enero de 2007 y luego su construcción comenzó en el mismo año, con un costo de capital estimado de 1.200 MUS\$. La capacidad total de procesamiento es de 12 Mt. de mineral por año. En mayo de 2012 se dio comienzo a la operación, con un costo de capital total de 2.510

MUS\$. El flowsheet tiene la alimentación por parte de camiones al chancado primario (chancador giratorio), luego chancado secundario y primer cribado, luego se pasa por un HPGR y segundo cribado, para ir a molienda y ciclón. Se tiene una fase de flotación y remolienda, luego ir a un espesador y filtrado, donde se obtiene una pulpa concentrada en cobre y oro que es el producto final (los desechos de la filtración van a la represa de relaves. Se incluyó campañas para colaborar con las comunidades y empleos para la población. También infraestructura de carreteras (90 km. entre Parauapebas y Salobo), además de proyectos de educación y salud.

- Salobo Expansión – Vale SA, año 2014: Sobrecosto 86%, muy alto.

Ubicado a unos 600 km. de Belém, capital del estado de Pará, Brasil. Mina a rajo abierto de cobre y oro. La construcción del proyecto de expansión Salobo II comenzó en 2010, con un costo de capital estimado de 855 MUS\$. Pretende elevar la capacidad de la mina Salobo al expandir las instalaciones industriales y de soporte, se duplicará la capacidad productiva de la mina a 24 Mt. de mineral por año (200.000 t. por año de cobre contenido en concentrado y 130.000 onzas de oro por año como subproducto). En 2014 se dio comienzo a la operación, con un costo de capital total de 1.590 MUS\$. Están realizando estudios para una nueva expansión, Salobo III, para aumentar la capacidad a 36 Mt. de mineral por año.

- Samarco Expansión – BHP Billiton 50% y Vale 50%, año 2008: Sobrecosto 25%, bajo.

Ubicada en sureste del estado de Minas Gerais, Brasil. Es una mina a cielo abierto de hierro. En octubre de 2005 se aprobó el proyecto de la tercera planta de pellets, este aumentará la capacidad anual de producción de pellets de mineral de hierro de 7.6 Mt. a 21.6 Mt. con un costo de capital estimado de 1.183 MUS\$. Su construcción inició inmediatamente luego de la aprobación e incluyó capacidad adicional de minería y nuevo concentrador en la mina Germano, segunda tunería de lodo (400 km. de largo) y la tercera planta de pellets. La producción comienza en marzo del 2008, con un costo de capital total de 1.480 MUS\$.

- Saucito – Fresnillo plc, año 2012: Sobrecosto 16%, bajo.

Ubicada en el estado de Zacatecas, México. Mina subterránea de plata y oro. El costo de capital estimado fue de 309 MUS\$, su desarrollo comenzó en 2009 (vía de acceso y rampas), también se incluye la construcción de una planta de flotación. Las operaciones comenzaron en abril de 2011 y fue inaugurada en julio del mismo año, con un costo de capital total de 303 MUS\$, la producción anual promedio se espera sea de 10 M onzas de plata y 50.000 onzas de oro, con una capacidad de planta de 3.000 tpd. A pesar de que se iniciaron las operaciones en el 2011, durante el 2012 se continuaron gastos en el proyecto, para realizar el ramp up de la producción de onzas de plata (a 6,5 M onzas, con un costo de capital de 55 MUS\$).

- Saucito II – Fresnillo plc, año 2014: Sobrecosto 2%, correctamente estimado.

Ubicada en el estado de Zacatecas, México. Mina subterránea de plata y oro. En 2012 se realizan programas de exploración para convertir los recursos en reservas y apoyar el desarrollo del proyecto de expansión. En marzo de 2013 entrega el estudio de factibilidad y se obtiene la aprobación para iniciar la construcción, se realizan pedidos de equipos a largo plazo, permisos ambientales, construcción de estación de bombeo. El proyecto busca aumentar el desarrollo y la

mina, ampliar la capacidad de la planta de beneficio de 3.000 a 6.000 tpd, el costo de capital estimado fue de 233 MUS\$ (se comienza el segundo semestre del 2013). La PEM fue realizada en diciembre del 2014, dentro del tiempo y presupuesto esperado. Las operaciones comenzaron durante el mismo mes, con un costo de capital total de 235 MUS\$, para producir 8,4 M onzas de plata y 35.000 onzas de oro anualmente a plena capacidad.

- Sierra Gorda – KGHM International Limited 55%, Sumitomo Metal Mining Co. 31,5% y Sumitomo Co. 13,5%, año 2014: Sobrecosto 35%, medio.

Ubicada a 4.5 km. de la Comuna Sierra Gorda, a 60 km. de la ciudad de Calama, Región de Antofagasta, Chile. Mina a rajo abierto de cobre, molibdeno y oro. Se aprobó el estudio de factibilidad en mayo del 2011, con un VAN de 780 MUS\$. La construcción comenzó durante el mismo año, la extracción es de manera convencional con palas y camiones, la planta procesará inicialmente 110.000 tpd. que se espera aumente a 190.000 tpd. desde el cuarto año. Las instalaciones incluyen chancado, molienda, flotación, filtración de concentrados y desecación de residuos y eliminación para el reciclaje. El costo de capital estimado fue de 2.877 MUS\$. Su producción comenzó en julio de 2014 y la inauguración oficial fue en octubre del mismo año, con un costo de capital estimado de 3.900 MUS\$. Se espera que produzca 220.000 t. de cobre, 11.000 t. de molibdeno y 2 t. de oro anualmente durante la vida útil de la mina. Produce concentrados de cobre y molibdeno por separado, recuperando oro del concentrado de cobre. El suministro de energía proviene de la energía del carbón cercana al puerto de Mejillones, el agua del mar proviene de una planta generadora de energía térmica ubicada en la costa de Mejillones a través de un ducto de 142,6 km. El contrato EPCM para la planta de procesamiento fue otorgado a Fluor en 2011. Metso se adjudicó el contrato para proveer válvulas de control y de encendido/apagado. ABB se adjudicó el contrato de suministro de equipo eléctrico, Salfa Montajes obtuvo el contrato de construcción e instalación de zonas húmedas y secas de la planta de procesamiento y FCAB fue responsable de la manipulación y transporte de concentrados de cobre desde la mina hasta el puerto.

- Snap Lake – De Beers, año 2008: Sobrecosto 54%, alto.

Ubicada a 220 km. al noreste de Yellowknife, en los Territorios del Noroeste, Canadá. Mina subterránea de diamantes, que utiliza un método de room and pillar modificado para su extracción. De Beers es un JV entre Anglo American plc (85%) y el gobierno de la Republica de Botswana (15%). El desarrollo del proyecto comenzó en mayo de 2005, con un costo de capital estimado de 625 MUS\$. Golder Associates (EIA) y AMEC (EPCM) fueron contratados para el proyecto, que incluyó un edificio para 350 personas, un complejo de servicios (talleres y almacenamiento), central eléctrica, un tanque de combustible y una pista de aterrizaje de 1.650 m. de largo. La construcción y PEM del sistema subterráneo de chancado y transporte se completó en 2008, la producción comercial comenzó en enero del mismo año a una tasa de 3.000 tpd, con un costo de capital total de 965 MUS\$ (C\$975). La planta de procesamiento completó la etapa de comisionamiento en agosto de 2007, con las primeras recuperaciones el mismo mes. En 2008, la empresa decidió reestructurar la operación de la mina y facilitar la producción debido a la desaceleración económica, en febrero de 2009 se anunció un cierre temporal de la mina por reestructuración organizacional. El ramp up de la mina comenzó nuevamente en diciembre de 2009, se ha gastado mayor cantidad en construcción y operación con el paso de los años (1.670

MUS\$ en total hasta el 2015). La producción alcanzada fue de 1,5 M quilates al año. Se colocó en cuidado y mantenimiento en diciembre de 2015.

- Spence – BHP Billiton, año 2006: Sobrecosto 1%, correctamente estimado.

Ubicada a 50 km. al suroeste de Calama, región de Antofagasta, Chile. Mina a rajo abierto de cobre. El estudio de factibilidad definitivo se completó en 2004, la aprobación del proyecto fue concedida en octubre 2004, con un costo de capital estimado de 990 MUS\$. La planta de concentración tiene una capacidad de 50.000 tpd., además comprende procesos de lixiviación de sulfuros y óxidos, y un proceso de SX-EW. La construcción del proyecto comenzó en mayo de 2005 y se concluyó en noviembre de 2006, con su primera producción en diciembre de este mismo año, con un costo de capital total de 1.000 MUS\$. La mina alcanzó la capacidad de diseño en junio de 2008. Produce cátodos de cobre, con una tasa nominal anual de 200.000 t. Aker Kvaerner fue contratada por EPCM para el desarrollo del proyecto.

- Tagaung Taung – Chine Nonferrous Metal Mining Group y Taiyuan Iron and Steel Co., año 2011: Sobrecosto 6%, correctamente estimado.

Ubicada a 200 km. de la frontera de China, Myanmar. Mina a rajo abierto de níquel. Es de los mayores proyectos en que ha invertido China en países vecinos. CNMC realizó el estudio geológico y presentó el estudio de factibilidad en 2009, con un costo de capital estimado de 800 MUS\$. Se espera una producción anual de 85.000 t. de ferroníquel. La construcción se concluyó el primer semestre de 2011, con un costo de capital total de 850 MUS\$. Luego de la extracción del mineral del rajo, hay separación por tamaño, chancado, el mineral calificado va a la planta de fundición por tuberías y esta produce el ferroníquel para producir pellets que deberán ser secados. La infraestructura particular del proyecto incluye el desarrollo de un horno eléctrico de fundición de mineral de laterita, un horno rotatorio de laterita y tecnología de inyección al refinado de ferroníquel. En marzo de 2013 ENFI concluyó una intervención al sistema de producción de pellets, para mejorar la operación.

- Tenke Fungurume – Freeport-McMoRan 56%, Lundin Mining Co. 24% y Gécamines 20%, año 2009: Sobrecosto 100%, muy alto.

Ubicada en la provincia de Katanga, República Democrática del Congo. Mina a rajo abierto de cobre y cobalto. La aprobación y comienzo de su construcción se realizó en diciembre de 2006, con una capacidad de producción diseñada de 115.000 t. de cobre y más de 8.000 t. de cobalto por año, el costo de capital estimado fue de 605 MUS\$, posteriormente actualizado a 900 MUS\$. La PEM de las instalaciones de cobre se produjo a finales del primer trimestre de 2009 y las de cobalto al final del segundo trimestre del mismo año, con un costo de capital total de 1.800 MUS\$. Posteriores mejoras de la planta permitió aumentar hasta 132.000 t. por año de cátodos de cobre y 11.000 t. por año de hidróxido de cobalto. Se transporta el mineral por camiones hacia el chancado, luego pasa a molienda, lixiviación de ácido sulfúrico, SX-EW para producir el cátodo de cobre. El hierro, el manganeso y el aluminio se eliminan de una corriente de residuo de baja ley y se recupera una solución rica en cobalto que se purifica antes de precipitar el producto de hidróxido de cobalto.

- Tonkolili Fase I – African Minerals 75% y Shandong Iron and Steel Group 25%, año 2011: Sobrecosto 25%, bajo.

Ubicada a 190 km. de la costa Atlántica, en Sula Mountain, Sierra Leona. Mina a rajo abierto de hierro. El proyecto, incluye la infraestructura minera, ferroviaria y portuaria, está previsto que se desarrolle en tres fases. El contrato de explotación fue aprobado en agosto de 2010, con un costo de capital estimado de 1.200 MUS\$. El desarrollo de la Fase I comenzó la producción directa de mineral de hierro en noviembre de 2011, con un costo de capital total de 1.500 MUS\$. La Fase I incluyó el establecimiento de la mina, la reconstrucción del Puerto Pepel y 74 km. de un ferrocarril existente, y la construcción de un nuevo ferrocarril de 126 km. El mineral es transportado mediante camiones hacia una planta de procesamiento húmeda, con una planta móvil de chancado, lavado y cribado, y una planta de chancado semi-móvil, se producen pellets de hierro. La producción de mineral de hierro aumentó hasta 20 Mt. al año en 2013. SRK Consulting fue contratado en diciembre de 2008 para la estimación de recursos minerales, Worley Parson realizó el DFS y el estudio FEED de la Fase I, BCM Group se adjudicó el contrato minero y Hawk fue contratado para las obras civiles.

- Toromocho – Chinalco, año 2013: Sobrecosto 59%, alto.

Ubicada en el distrito de Morcocha, región de Junin, Perú. Mina de cobre a rajo abierto. En diciembre de 2010, se aprueba el EIA por parte del Ministerio de Energía y Minas, con una planta concentradora que procesará de 117.200 tpd. de mineral, con un costo de capital estimado de 2.200 MUS\$. La planta contará con chancado primario, correa transportadora, pila de almacenamiento de mineral, molinos SAG y de bolas, área de flotación y planta hidrometalúrgica de molibdeno. Tanto el concentrado de cobre como el óxido de molibdeno serán transportados en ferrocarril al puerto de Callao. Inició sus operaciones en diciembre de 2013, con un costo de capital total de 3.500 MUS\$, en junio de 2015 se alcanza la producción comercial. Se producirá anualmente 1 Mt. de concentrado de cobre, 10.000 t. de óxido de molibdeno y 4 M onzas de plata.

- Tropicana – AngloGold Ashanti 70% e Independence Group NL 30%, año : Sobrecosto 11%, correctamente estimado.

Ubicada a unos 330 km. al noreste de Kalgoorlie, en el borde del Gran Desierto de Victoria, Australia. Mina a rajo abierto de oro. Se espera produzca 470.000 a 490.000 onzas de oro anualmente durante los primeros tres años y de 330.000 a 350.000 onzas al año en promedio durante el resto de su vida. El proyecto fue aprobado por la Autoridad de Protección Ambiental (EPA) en julio de 2010 y el estudio de factibilidad se inició en julio de 2009 y se concluyó en 2011, con un costo de capital estimado de A\$725 M a A\$775 M (757 MUS\$ promedio). El procesamiento de mineral se realiza a una tasa de 5,5 Mt. por año y se compone de un circuito de conminución con chancadores de dos fases, molienda con HPGR y de bolas, junto con un circuito estándar de lixiviación de carbono (CIL). El proyecto comenzó la producción y el primer oro fue vertido en septiembre de 2013, con un costo de capital total de A\$820 M a A\$845 M (842 MUS\$ promedio).

- Victor – De Beers, año 2008: Sobrecosto 2%, correctamente estimado.

Ubicada a 90 km. al oeste de la comunidad de la Primera Nación de Attawapiskat, noreste de Ontario, Canadá. Mina a rajo abierto de diamantes. En agosto de 2005 AMEC fue contratada por EPCM para la ejecución del proyecto (en 2002 participó en el desarrollo del estudio de prefactibilidad y factibilidad), con un costo de capital estimado de C\$982 M. Las instalaciones incluyeron una planta de procesamiento capaz de tratar 2,65 Mt. por año, talleres, un almacén, oficinas, una instalación de almacenamiento de combustible, un complejo de alojamiento y una pista de aterrizaje. La construcción comenzó en febrero de 2006, luego de recibir todas las aprobaciones necesarias de los gobiernos provincial y federal. Alcanzó su producción comercial en 2008 y la inauguración oficial tuvo lugar en julio de 2008, con un costo de capital total de C\$1.000 M.

- Westwood – IAMGOLD, año 2013: Sobrecosto 30%, medio.

Ubicada a unos 40 km. al este de Rouyn-Noranda, Quebec, Canadá. Mina subterránea de oro, explotada por el método minero de cut and fill. El estudio de factibilidad fue completado en diciembre de 2009, con un costo de capital de 401 MUS\$ y una TIR de 11,3%. Su construcción comenzó en el 2010, se utiliza la molienda y las instalaciones de gestión de agua de la mina Doyon. El mineral es transportado por camión al complejo de molienda y lixiviación con carbón (molino SAG y de bolas). Las actividades principales del proyecto incluyeron la renovación de la planta existente de Doyon y la construcción de piques de producción y ventilación, un edificio de administración y servicios, una planta de relleno y una planta de tratamiento de aguas residuales. El complejo de procesamiento también tiene un circuito de flotación de cobre y se instalará con un circuito de desulfuración para la recuperación de relaves, y un circuito de flotación de zinc en la segunda fase. La producción anual promedio de oro esperada es de 190.000 onzas La planta de procesamiento terminó la etapa de comisionamiento en marzo de 2013 y la producción comercial comenzó en julio de 2014, con un costo de capital total de 518 MUS\$. GB Structures se adjudicó un contrato de construcción y Dumas Contracting llevó a cabo los trabajos de hundimiento en el pique principal revestido de concreto.

4.2. Proyectos infraestructura

Otra parte importante del estudio, considera el comparar distintos tipos de proyectos con los proyectos mineros anteriores. Respecto a los proyectos de infraestructura, se tiene una gama variada entre distinto tipo de construcción, además de países, en una primera parte a modo de resumen se proporcionará información respecto a estos en la tabla 6.

Tabla 6: Proyectos de infraestructura terminados entre los años 2006-2016

Proyecto	Dueño/País	Tipo de Proyecto	Inversión Estimación	Inversión Final
Aeropuerto El Loa	Gobierno de Chile/Chile	Expansión	40	70
Aeropuerto Juscelino Kubitschek	Gobierno de Brasil/Brasil	Expansión	500	600
Aeropuerto Regional Araucanía	Sociedad Concesionaria Aeropueto Araucanía S.A./Chile	Construcción	120	120

Autobuses de Tránsito Rápido Ecovía (BRT)	Gobierno de Distrito Federal de México/México	Construcción	140	155
Autopista Antofagasta	Sociedad Concesionaria Autopista de Antofagasta S.A./Chile	Construcción	315	320
Autopista Concepción-Cabrero	Sociedad Concesionaria Valles del Bío Bío S.A./Chile	Construcción	370	370
Autopista Elevada Puebla	Gobierno de Distrito Federal de México/México	Construcción	490	565
Autopista La Serena-Vallenar	Gobierno de Chile/Chile	Construcción	315	350
Central Hidroeléctrica La Higuera	Tinguiririca Energía/Chile	Construcción	300	300
Central Termoeléctrica Angamos	AES Gener/Chile	Construcción	1	1.3
Complejo de Coker Refinería Aconcagua	Sociedad Energía Concón y ENERCON/Chile	Construcción	430	430
Embalse Ancoa de Linares	Gobierno de Chile/Chile	Construcción	100	135
Hospital de Maipú	Gobierno de Chile/Chile	Construcción	110	155
Interpuerto Monterrey	Mondelez International/México	Construcción	2	2
Línea 5 (Maipú, Pudahuel, Lo Prado)	Gobierno de Chile/Chile	Expansión	670	900
Línea 5 Metrobús-Ciudad de México	Gobierno de Distrito Federal de México/México	Construcción	65	65
Metrotranvía de Mendoza	Gobierno de Argentina/Argentina	Expansión	65	130
Parque Eólico Punta Colorada	Barrick Gold Corp./Chile	Construcción	70	70
Puerto Yurimaguas-Nueva Reforma	Consocio Puerto Amazonas (Copam)/Perú	Construcción	45	55
Terminal Portuaria de Tuxpan	Gobierno de Distrito Federal de México/México	Construcción	370	500
Torre Titanium La Portada	Inmobiliaria Titanium S.A./Chile	Construcción	120	170
Tren Coronel	Ferrocarriles del Estado/Chile	Expansión	75	80

Como segunda entrega de información respecto a estos proyectos se detallarán los resultados más relevantes como el período de construcción y la razón de sobrecosto de capital en la tabla 7.

Tabla 7: Información relevante respecto a los proyectos de infraestructura

Proyecto	Sobrecosto	Inicio Construcción	Finalización Construcción	Licitación/Concesión
Aeropuerto Regional Araucanía	1,00	2010	2014	Belfi
Ampliación Metrotranvía de Mendoza	2,00	2009	2012	Ceosa – Sogestic
Autobuses de Tránsito Rápido Ecovía (BRT)	1,11	2011	2014	Cemex Concretos
Autopista Antofagasta	1,02	2010	2013	Skanska Inversora e Infraestructura S.A
Autopista Concepción-Cabrero	1,00	2012	2016	Sacyr Concesiones Chile S.A.
Autopista Elevada Puebla	1,15	2014	2016	Obrascon-Huarte-Lain (OHL)
Autopista La Serena-Vallenar	1,11	2012	2016	Concesionaria Ruta de Algarrobo
Central Hidroeléctrica La Higuera	1,00	2008	2010	Queiroz Galvao
Central Termoeléctrica Angamos	1,30	2008	2011	Abengoa
Complejo de Coker Refinería Aconcagua	1,00	2006	2008	Consorcio integrado por Foster Wheeler Iberia, Técnicas Reunidas y Ferrostaal
Embalse Ancoa de Linares	1,35	2008	2012	Dirección de Obras Hidráulicas de la cartera
Expansión Aeropuerto El Loa	1,75	2012	2014	Consorcio Aeroportuario de Calama S.A. Sociedad Concesionaria
Extensión Línea 5 (Maipú, Pudahuel, Lo Prado)	1,34	2007	2011	Metro S.A.
Extensión Tren Coronel	1,04	2014	2016	FESUR
Hospital de Maipú	1,41	2011	2013	San José Constructora
Interpuerto Monterrey	1,00	2010	2012	Tubacero
Línea 5 Metrobús-Ciudad de México	1,00	2013	2013	Gami Ingeniería e Instalaciones S.A.
Modernización Aeropuerto Juscelino Kubitschek	1,20	2012	2014	Corporación América
Parque Eólico Punta Colorada	1,00	2008	2011	Seawind
Puerto Yurimaguas-Nueva Reforma	1,22	2014	2016	Consorcio Puerto Amazonas (Copam)
Terminal Portuaria de Tuxpan	1,35	2013	2016	SSA México
Torre Titanium La Portada	1,42	2007	2010	Senarco S.A.

4.3. Proyectos de petróleo y gas

Por otro lado, la segunda referencia que se quiere tener para una comparación con los proyectos mineros, son los proyectos de petróleo y gas, donde al igual que en el caso anterior, se tienen en diversos países, de distinto tipo y con inversiones variadas. También se observa en la tabla 8 los principales datos respecto a los proyectos. Luego se mencionarán los aspectos más relevantes, con los que se podría hacer una comparación, como el período de construcción y la razón de sobrecosto de capital.

Tabla 8: Proyectos de petróleo y gas terminados entre los años 2006-2016

Proyecto	Dueño/País	Tipo de Proyecto	Inversión Estimación	Inversión Final
Atlantis	BP 56% - BHP Billiton 44%/Estados Unidos	Plataforma de Petróleo y Gas en Aguas Profundas	2.000	3.700
Chinguetti	Hardman 19% - WEL Mauritania 16.6% - Gov. Of Mauritania 12% - BG Group 12.2%/Mauritania	Campo de Petróleo	625	720
East Area NGL II	ExxonMobil 51% - NNPC 49%/Nigeria	Campo NGL	1.200	1.300
Enfield	Woodside 60% - MEPAU 40%/Australia	Campo de Petróleo	975	965
Frade	Chevron 52% - NOC Petrobras 30% - Frade Japao Ltd. 18%/Brasil	Campo de Petróleo y Gas	2.400	3.000
Horizon Fase 1	CNRL/Canadá	Arenas Bituminosas	7.500	7.700
Jack/St. Malo Fase 1	Chevron 51% - Petrobras 25% - Statoil 21.5% - ExxonMobil 1.25% - Eni 1.25%/Estados Unidos	Petróleo en Aguas Profundas	7.500	8.000
Jackfish Fase 1	Devon Energy/Canadá	Arenas Bituminosas	550	620
Jackfish Fase 2	Devon Energy/Canadá	Arenas Bituminosas	1.000	1.000
Jubilee Fase 1	Tullow 22.9% - Kosmos 30.88% - Andarko 30.88% - GNPC 10% - Grupo EO 3.5% - Sabre Oil & Gas 1.85%/Ghana	Campo de Petróleo y Gas en Aguas Profundas	3.150	3.350
Nikaichuq	Eni/Estados Unidos	Campo de Petróleo	1.450	1.500
Oooguruk	Pionner Natural Ressources 70% - Eni 30%/Estados Unidos	Campo de Petróleo y Gas en Aguas Profundas	490	550

Perla	Repsol YPF 32.5% -Eni 32.5% - PDVSA 35%/Venezuela	Campo NGL	1.400	1.500
Polvo	Devon Energy 60% - South Korea's SK Corp. 40%/Brasil	Campo de Petróleo	250	300
Stybarrow	BHP Billiton 50% - Woodside Energy Ltd. 50%/Australia	Campo de Petróleo	760	760
Tubular Bells	Hess 57% - Chevron 53%/Estados Unidos	Campo de Petróleo y Gas en Aguas Profundas	2.300	3.000

Al igual que para los proyectos de infraestructura, se mencionarán en la tabla 9 los aspectos más relevantes, con los que se podría hacer una comparación, como el período de construcción y la razón de sobrecosto de capital.

Tabla 9: Información relevante respecto a los proyectos de petróleo y gas

Proyecto	Sobrecosto	Inicio Construcción	Finalización Construcción
Atlantis	1,85	2006	2007
Chinguetti	1,15	2001	2006
East Area NGL II	1,08	2006	2008
Enfield	0,99	2004	2006
Frade	1,25	2006	2009
Horizon Fase 1	1,03	2005	2008
Jack/St. Malo Fase 1	1,07	2010	2014
Jackfish Fase 1	1,13	2004	2007
Jackfish Fase 2	1,00	2009	2011
Jubilee Fase 1	1,06	2009	2010
Nikaitchuq	1,03	2008	2011
Ooguruk	1,12	2006	2008
Perla	1,07	2009	2015
Polvo	1,20	2006	2007
Stybarrow	1,00	2005	2007
Tubular Bells	1,30	2012	2014

5. Resultados

En esta sección se presentarán los principales resultados obtenidos del estudio de los sobrecostos en los proyectos y sus respectivas variables a considerar. Además, se tendrá también la comparación entre los distintos tipos de proyectos, para observar si hay alguna característica relevante al respecto y que lleve a resolver si es algo que ocurre solamente en este tipo de proyectos o puede ser algo general en las industrias, independiente el área que se trabaje.

5.1. Sobrecostos proyectos mineros

La primera sección estará enfocada en todas las posibles variables a considerar para los proyectos mineros, es decir, asociar a las variables los sobrecostos correspondientes y observar si hay alguna inclinación respecto a causantes de los sobrecostos.

En el gráfico de la ilustración 22, se observa la distribución global de todos los proyectos mineros considerados en el estudio, respecto a su razón de sobrecosto de capital. Además, en la tabla 10 se entrega la estadística más relevante al respecto y el número de proyectos en el rango respectivo que se mencionó en la metodología con el cual se asignaría el grado de sobrecosto.

Es posible observar que la tendencia de los sobrecostos están en su mayoría hacia la izquierda y va disminuyendo hacia la derecha de manera progresiva, aunque en la razón de sobrecostos igual a 1,6 hay un aumento en cantidad, pero luego se sigue la tendencia. Destacar que hay un par de valores que están por sobre el 100% en cuanto a su sobrecosto posicionados al final del gráfico hacia la derecha.

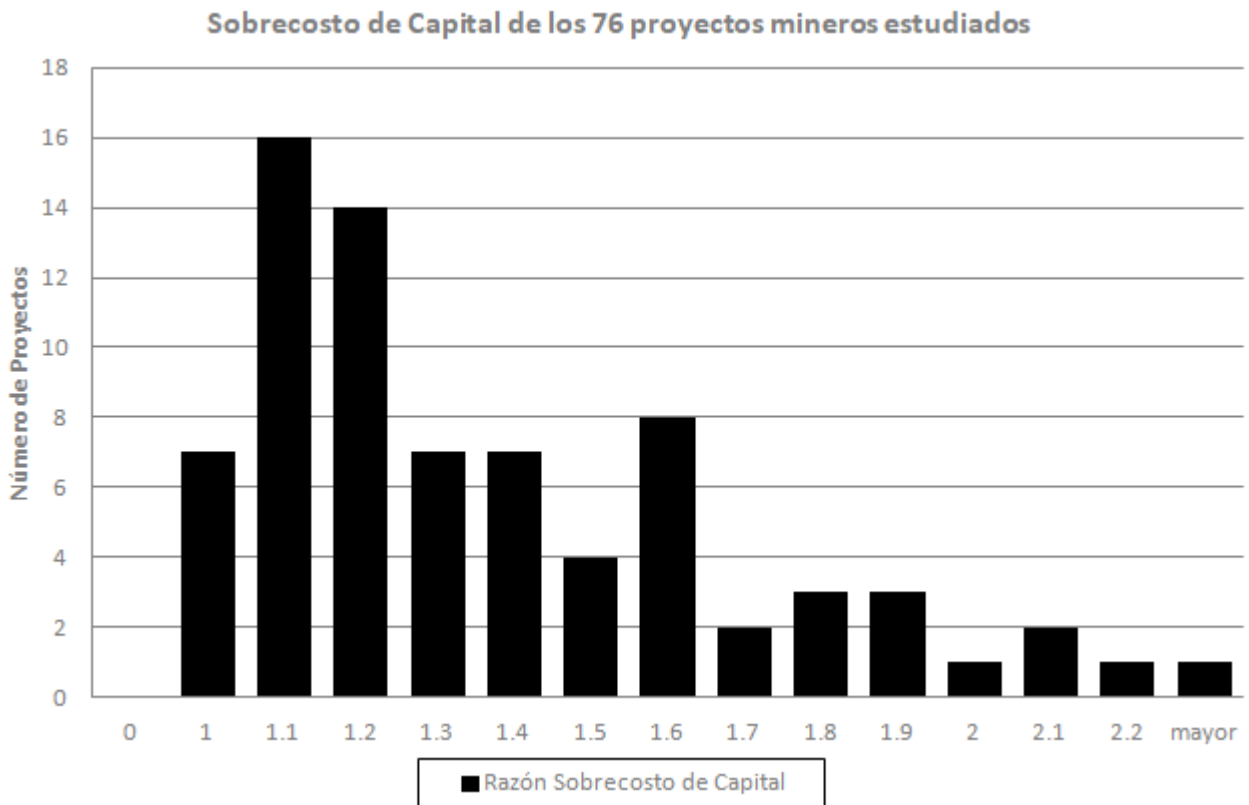


Ilustración 22: Sobrecosto de capital de los proyectos mineros estudiados

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla resumen de la estadística descriptiva cabe destacar la media de los 76 proyectos mineros considerados, que tiene un valor de 34%. No se presentan proyectos con subcosto de capital, ya que el mínimo valor de sobrecosto es de un 0% para siete proyectos y por otro lado el máximo sobrecosto tiene un valor de 172%. Hay un número relevante de datos que están dentro de la categoría de correcta estimación del CAPEX (+/- 15% error), sin embargo más de la mitad está con un sobrecosto general.

Tabla 10: Estadística descriptiva proyectos mineros

Resumen Estadística Descriptiva	
Media	1,34
Mediana	1,22
Moda	1,00
Desviación estándar	0,34
Mínimo	1,00
Máximo	2,72
Número de Proyectos	76
- CAPEX correctamente estimado	30
- Sobrecosto bajo	11
- Sobrecosto medio	10
- Sobrecosto alto	17
- Sobrecosto muy alto	8

En la ilustración 23 es posible observar la distribución por categorías asignadas de los sobrecostos de capital, respecto a los valores entregados en la tabla anterior.

Proyectos por Sobrecosto de Capital

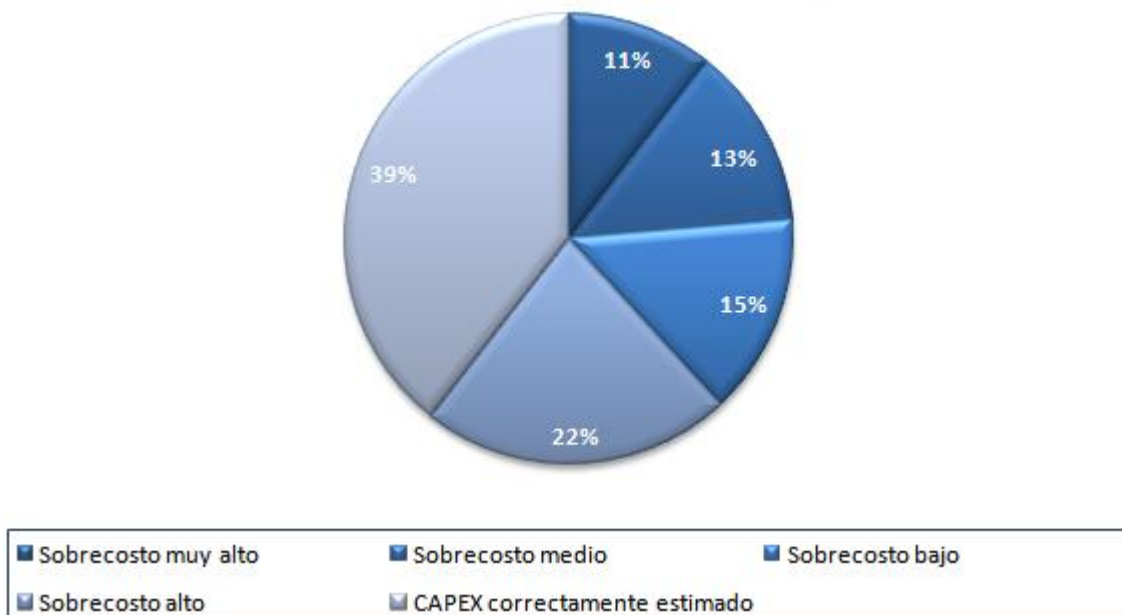


Ilustración 23: Distribución de proyectos según el rango de sobrecosto de capital

Fuente: Elaboración propia

La siguiente información a presentar en las ilustraciones corresponderá a la distribución de la cantidad de proyectos según las características principales, es decir, por el método minero del proyecto, según el commodity primario de extracción, el tipo de proyecto, el rango de inversión estimada en el estudio de factibilidad y el continente donde se desarrolló este mismo.

En la ilustración 24 se observa la distribución según el método minero desarrollado en el proyecto, si bien en alguno de estos puede que a futuro haya una transición o se extraiga de manera mixta el mineral, lo que se tomó como referencia para su categorización corresponde a lo presentado en el estudio de factibilidad considerado para cada proyecto y la ejecución del mismo.



Ilustración 24: Distribución de proyectos según el método minero

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los proyectos mineros estudiados corresponden al método minero de rajo abierto. Los proyectos que están en menor medida son los que se realizan ambos métodos, con un total de seis. La cantidad que está entre estas dos categorías, es decir, los proyectos que utilizan algún método subterráneo para la extracción del mineral, corresponden a un total de 15 proyectos.

En la ilustración 25 se observa la distribución según el commodity primario que es extraído del proyecto minero, varios de estos presentan subproductos que son relevantes, estos fueron detallados para cada uno de los proyectos en la sección anterior. Por lo tanto la categorización se basó en el commodity que estaba en mayor proporción en el depósito de mineral correspondiente a cada proyecto. Además debido a que los proyectos de níquel, zinc y PGM están en menor cantidad se agrupan en una categoría, mientras que los de plata también al ser menor en cantidad se agrupan con los de oro para su distribución.

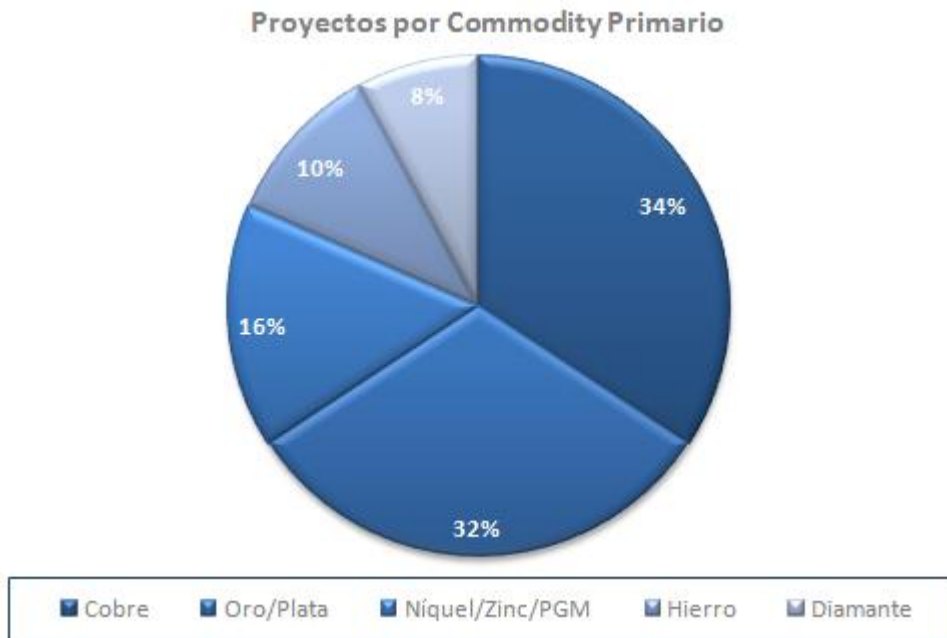


Ilustración 25: Distribución de proyectos según el commodity primario

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los proyectos corresponde a los que el commodity primario es el cobre, con un total de 26. Por otro lado, los que se presentan en menor medida corresponden a los que su commodity primario es el diamante, con un total de seis proyectos. Destacar la presencia importante también de proyectos que están en la categoría de oro y plata como commodity primario, con un total de 24 (19 y cinco respectivamente).

En la ilustración 26 se observa la distribución de proyectos según el tipo de estos, como se mencionó en las primeras secciones, lo clasificamos en greenfield o brownfield, que se refiere a los que se realizan desde cero o los que presentan algún tipo de infraestructura preexistente. Por lo general un proyecto brownfield estará relacionado a un tipo de proyecto de expansión, mientras que los greenfield estarán relacionados a un tipo de proyecto de explotación que se realiza por completo.

La mayoría de los proyectos considerados en este estudio, entran en la clasificación de greenfield, con un total de 52.

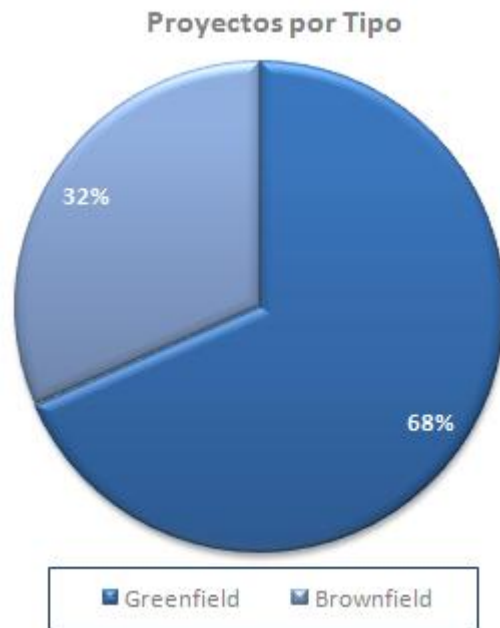


Ilustración 26: Distribución de proyectos según el tipo de proyecto

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 27 se observa la distribución de proyectos según el CAPEX o inversión estimada en el estudio de factibilidad completado o la aprobación que puede sufrir modificaciones, previo a su construcción. Este tipo de modificaciones no se refiere a las actualizaciones de CAPEX durante el desarrollo del proyecto, ya que como se mencionó en las secciones anteriores, se estaría perdiendo el sentido del estudio, sino que más bien se refiere a las modificaciones que se deban realizar debido a por ejemplo los resultados del EIA, EIAs, modificaciones en alcance del proyecto, entre otros.

Proyectos por CAPEX Estimado en Factibilidad

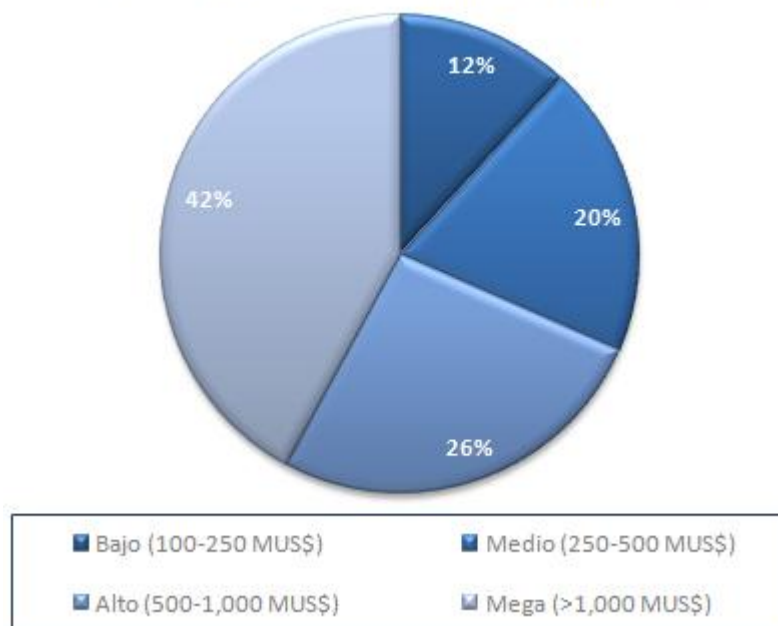


Ilustración 27: Distribución de proyectos según la inversión estimada en la factibilidad

Fuente: Elaboración propia

Se utilizan cuatro rangos para distribuir los proyectos según la inversión estimada. La mayoría de los proyectos mineros estudiados, están dentro del rango mega (más de 1 billón de dólares), con un total de 32. Seguidos por los de inversión alta, con un total de 20, luego los de inversión media, con un total de 15 y por último los de inversión baja, que corresponden a los nueve restantes. Mencionar que no se hizo restricción ni mínima ni máxima de inversión, debido a que es relevante poder tener una amplia gama para el análisis posterior de los resultados del sobrecosto de capital.

Por último en la ilustración 28 se observa la distribución de los proyectos mineros según el continente donde fueron desarrollados.

La mayoría de los proyectos considerados para el estudio se encuentran en Sudamérica, con un total de 27. Luego el segundo continente con mayor cantidad de proyectos es el de Norteamérica, con un total de 17. Hay igual cantidad de proyectos considerados en los continentes de África y Oceanía, con un total de 13. Mientras que los que se desarrollaron en menor medida corresponden a los continentes de Europa y Asia, con un total de cuatro y dos respectivamente.

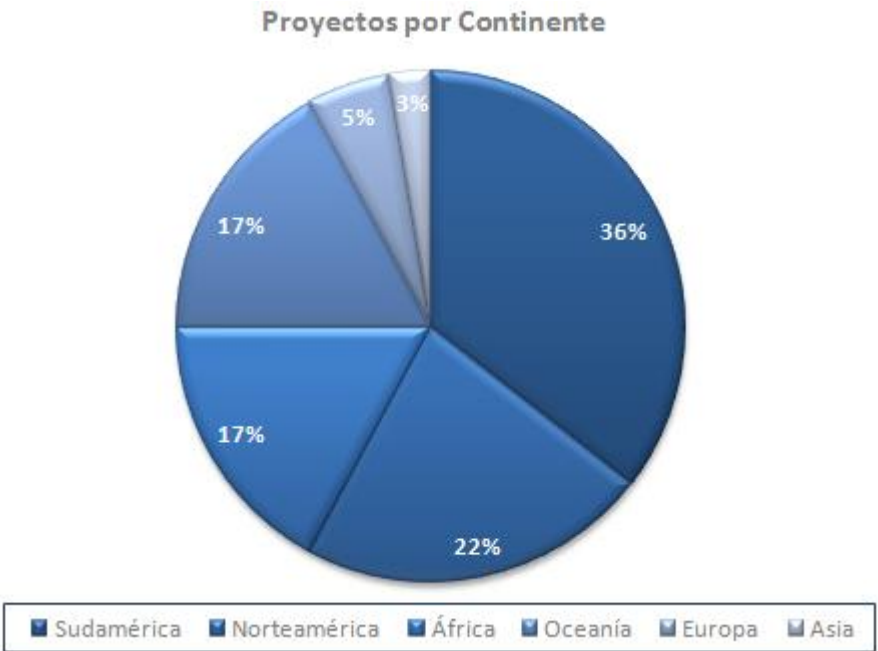


Ilustración 28: Distribución de proyectos según el continente

Fuente: Elaboración propia

Así, luego de mencionar la distribución de los proyectos según sus características más relevantes, se presentan las distribuciones de los sobrecostos de capital para distintas variables a considerar para los análisis y conclusiones posteriores.

En la ilustración 29 se observa la evolución de los sobrecostos agrupados por años, estos valores son el promedio del total de proyectos mineros que finalizaron dentro de los tres períodos presentados en el gráfico. Si bien la tendencia que presenta es a la baja desde el año 2006 hacia el 2016, el valor promedio está por sobre lo esperado en cada uno de los períodos. Además se observa en la gráfica el valor promedio total de los 76 proyectos mineros, de 34%, para tener una referencia respecto a los otros. Cabe destacar que la mayor cantidad de proyectos considerados

para el estudio se finalizaron durante el período de 2010-2013, el sobrecosto promedio para cada uno de los períodos es de 43%, 34% y 27% respectivamente para los tres rangos considerados desde el 2006 hasta el 2016.

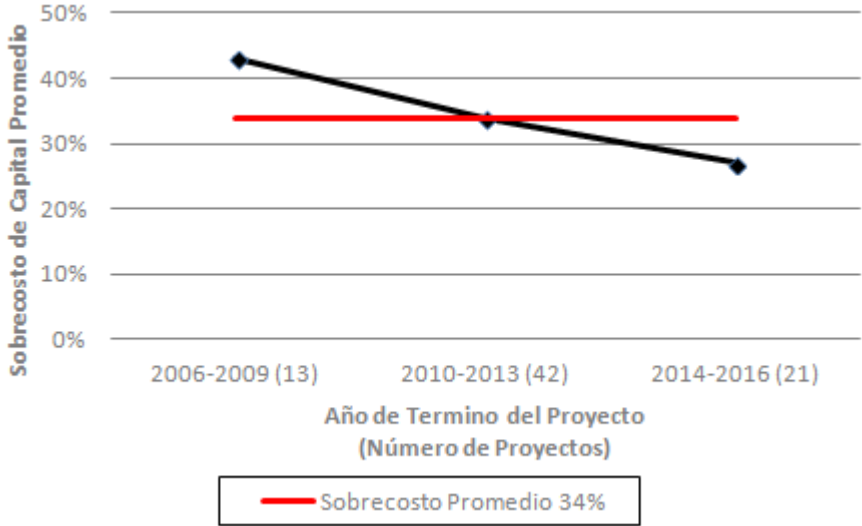


Ilustración 29: Sobrecostos de capital agrupados por el año en que se terminó su construcción
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 30 se observa la primera categorización de los sobrecostos según las variables más relevantes a considerar para el estudio, específicamente el sobrecosto de capital versus el tamaño del proyecto, recordar que el tamaño del proyecto se define por la inversión total realizada para la construcción de este.

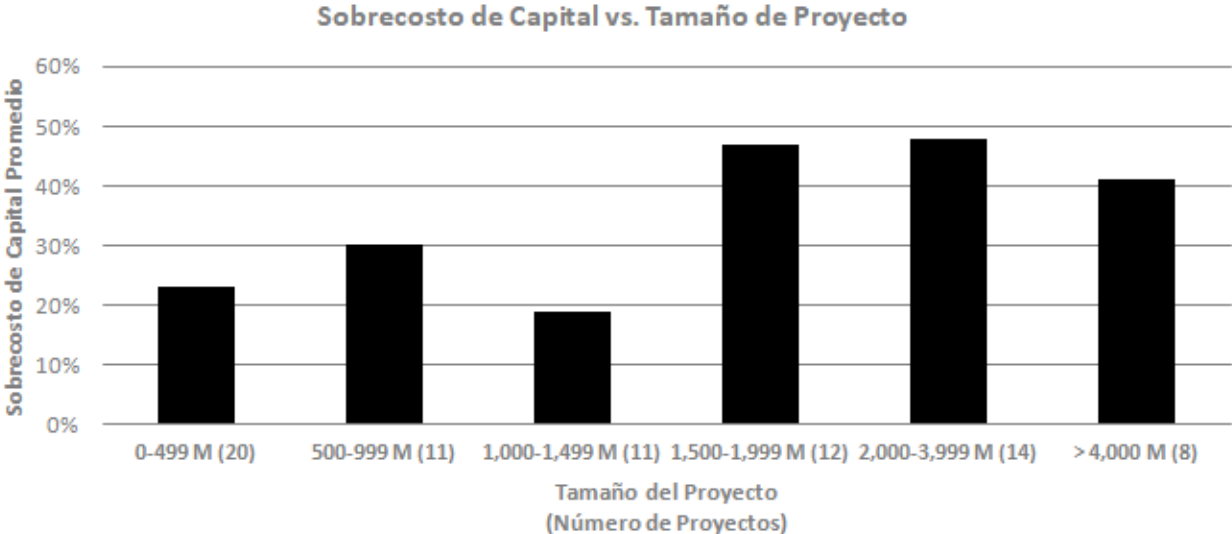


Ilustración 30: Sobrecostos de capital según la inversión final realizada
Fuente: Elaboración propia

Hay una división respecto a los valores del sobrecosto de capital, para las categorías con una inversión sobre 1.500 MUS\$ y para las categorías con una inversión bajo este valor. Las primeras tres categorías presentan valores de sobrecostos menores a un 30% mientras que las últimas tres presentan valores de sobrecostos mayores a un 40%. Sin embargo de manera global todos

superan el valor de mínimo esperado entre la diferencia del CAPEX estimado y el final. El menor de los valores está en el rango de 1.000-1.499 MUS\$ con un sobrecosto promedio de 19% mientras que el mayor de los valores está en el rango de 2.000-3.999 MUS\$ con un sobrecosto promedio de 47%.

En la ilustración 31 se observa la relación entre el sobrecosto de capital y el tipo de commodity primario de extracción del proyecto. Mencionar que los proyectos de zinc no están en la gráfica debido a que para los tres proyectos considerados en el estudio, presentaban un sobrecosto de 0%.

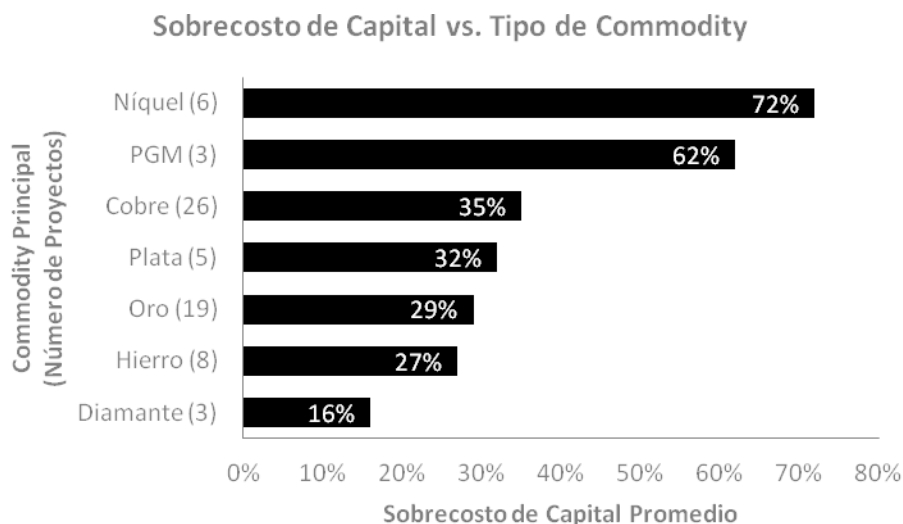


Ilustración 31: Sobrecostos de capital según el tipo de commodity primario
Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los distintos commodities el sobrecosto promedio es mayor de lo esperado respecto a un estudio de factibilidad. Sin embargo hay dos tipos de commodity que presentan un sobrecosto promedio mucho mayor a los demás, que corresponden a los de PGM y níquel. Los proyectos de diamantes como commodity principal son los más cercanos a lo que se esperaría respecto al sobrecosto de capital y los otros cuatro restantes están dentro del rango de 25%-40% respecto al sobrecosto, lo que en el estudio es considerado como un sobrecosto medio.

En la ilustración 32 se observa la relación entre el sobrecosto de capital y el tipo de proyecto. Se dividen en dos períodos principales, los que fueron finalizados antes del 2012 y los que fueron terminados después. Además, para ambos gráficos se presenta también el valor promedio del tamaño de inversión final en cada uno de los casos para los proyectos mineros.

Para la primera división de proyectos, en ambos casos se supera el valor mínimo esperado para el sobrecosto de capital, sin embargo para los proyectos del tipo greenfield el sobrecosto es mucho mayor que en los del tipo brownfield, con un valor de 44% y 19% respectivamente. Además, el valor promedio de la inversión final es mayor en el caso de los proyectos del tipo brownfield. Por otro lado, para la segunda división de proyectos, se da una situación distinta. Para los proyectos del tipo brownfield se obtiene un valor promedio de sobrecostos esperado y para los proyectos del tipo greenfield se obtiene un valor promedio de sobrecostos altos, específicamente con un valor de 11% y 40% respectivamente. Además, el valor promedio de la inversión final es mayor en el caso de los proyectos del tipo greenfield.

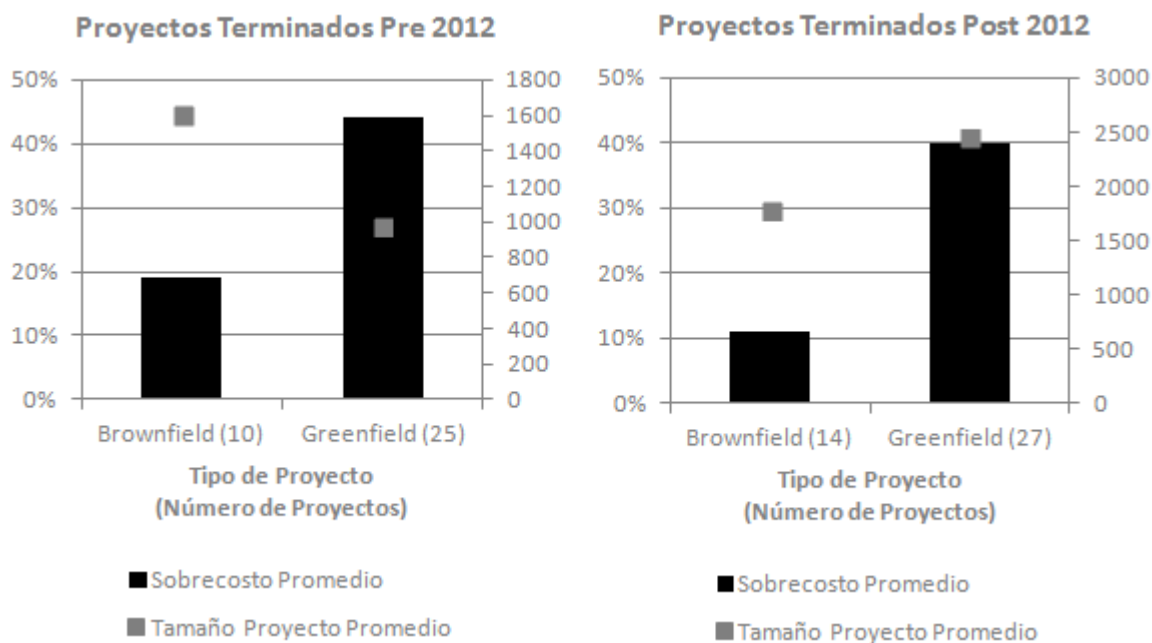


Ilustración 32: Sobrecostos de capital según el tipo de proyecto, agrupados antes y después del año 2012

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 33 se observa la relación entre el sobrecosto de capital y la ubicación del proyecto, estas fueron divididas por continente para facilitar la agrupación de proyectos. Mencionar que América se subdivide en Norteamérica y Sudamérica por la gran cantidad de proyectos mineros considerados en este continente.

De manera general para cinco de los seis divisiones, se presenta un sobrecosto promedio por sobre lo esperado, sin embargo se pueden considerar dos agrupaciones, la primera para los proyectos ubicados en Europa, Norteamérica y Oceanía con un sobrecosto similar, específicamente de 25%. La segunda para los proyectos ubicados en África y Sudamérica con un sobrecosto más alto, específicamente sobre 35% para ambos. Mencionar que la única división que presenta sobrecostos dentro de lo esperado es en Asia, sin embargo se consideraron dos proyectos para el estudio.

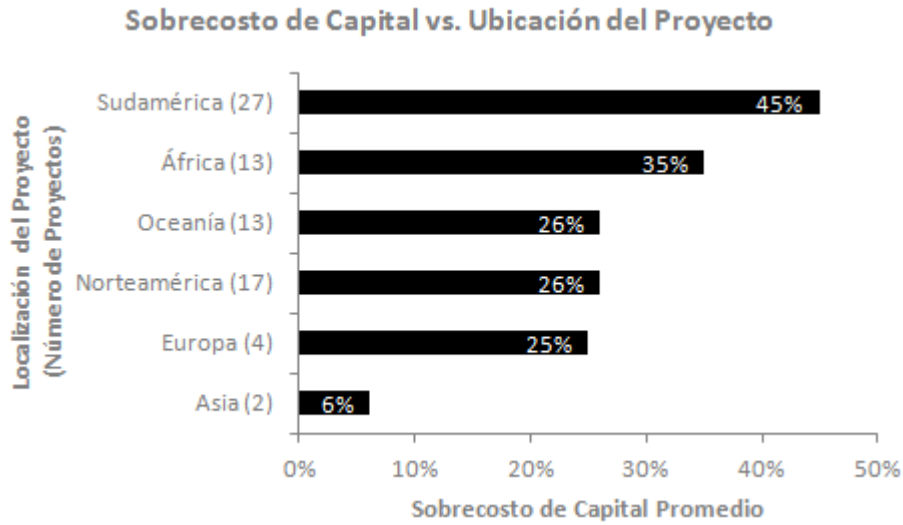


Ilustración 33: Sobrecostos de capital según la ubicación del proyecto
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 34 se observa la relación del sobrecosto de capital y el método minero para la extracción del mineral. Dentro de los agrupados en subterráneos se consideran los distintos tipos de métodos mineros.

Para los tres tipos de métodos mineros el valor de sobrecosto promedio supera lo esperado, sin embargo los que son del tipo subterráneo o consideran un desarrollo de este tipo son mayores a los de rajo abierto. Mencionar los proyectos que tenían ambos desarrollos, presentan en promedio un sobrecosto alto, con un valor de 63%, sin embargo se consideraron dos proyectos para este estudio.

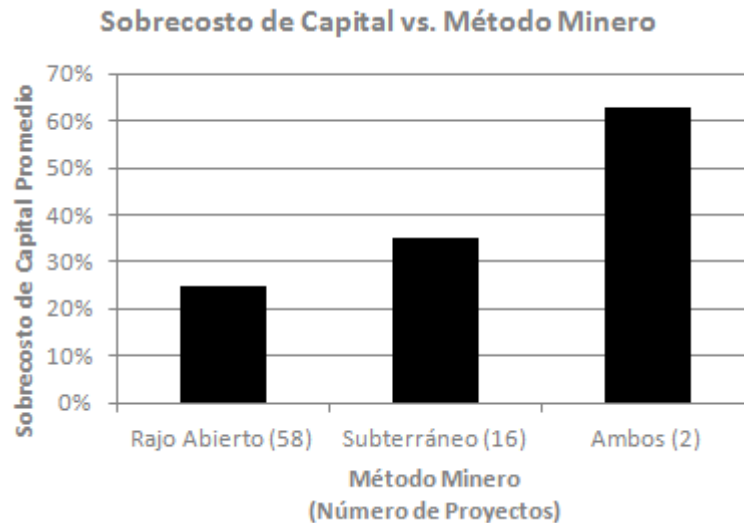


Ilustración 34: Sobrecostos de capital según el método minero
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 35 se observa la relación del sobrecosto de capital y el producto obtenido del proyecto minero, se consideran tres agrupaciones, metal doré con ferróníquel, cátodo con pellet y quilates con PGM. Además la división de combinación, se refiere a que puede ser más de un tipo

de productos, por ejemplo cátodos y concentrado de algún elemento. Este gráfico está asociado con el tipo de infraestructura particular que considera cada uno de los proyectos mineros, ya que todos los productos tienen un tratamiento distinto.

De manera general todos los productos en promedio presentan un sobrecosto por sobre lo esperado. Aunque los proyectos que obtienen como producto principal ya sea metal doré o ferroníquel presentan un sobrecosto promedio alto y se alejan respecto a los demás productos. Por otro lado los que tienen más de un producto principal están cercanos al valor promedio esperado de sobrecosto. Por último las otras tres divisiones tienen con un promedio de sobrecosto entre bajo y medio.

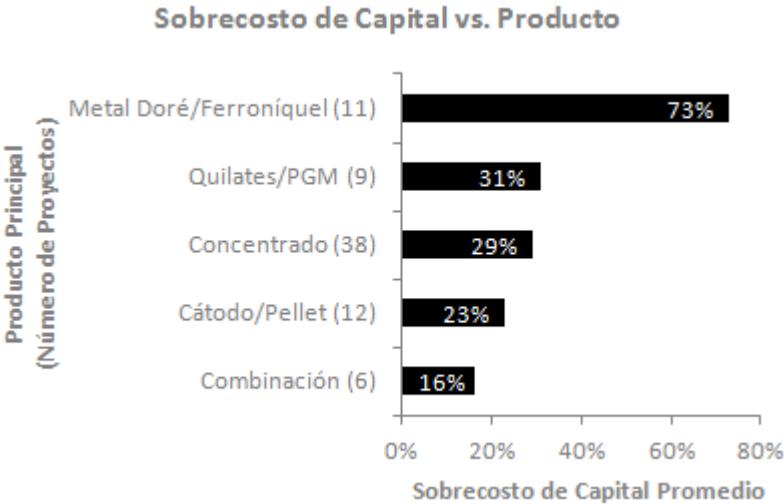


Ilustración 35: Sobrecostos de capital según el producto principal
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 36 se observa la relación del sobrecosto de capital y el tipo de contrato general para la construcción del proyecto minero, se consideran tres agrupaciones principales, las que contratan el servicio completo o EPCM (ingeniería, adquisición y administración de construcción), las que se encargan de una de estos cuatro servicios o contratan para tres de estas a una empresa y delegan la última a otra empresa y por último las que se encargan de dos o tres de estos cuatro servicios o contratan para dos o una de estas a una empresa y delegan las restantes a otra empresa. Además la división otro se refiere a que la empresa dueña del proyecto se encarga de la mayoría de estos servicios, por medio de la formación de equipos especializados para su desarrollo, como también puede contratar otro tipo de servicios que no estén relacionados con el tipo EPCM.

Tres de las cuatro divisiones presentan sobrecostos promedios por sobre lo esperado. Solamente una división tiene sobrecostos promedios bajo el 15%, que corresponde a las que contratan empresas para dos tipos de servicios o una y se encargan de las demás. Mencionar que las otras tres tienen en promedio un valor de sobrecosto muy similar, cercano a 35%.

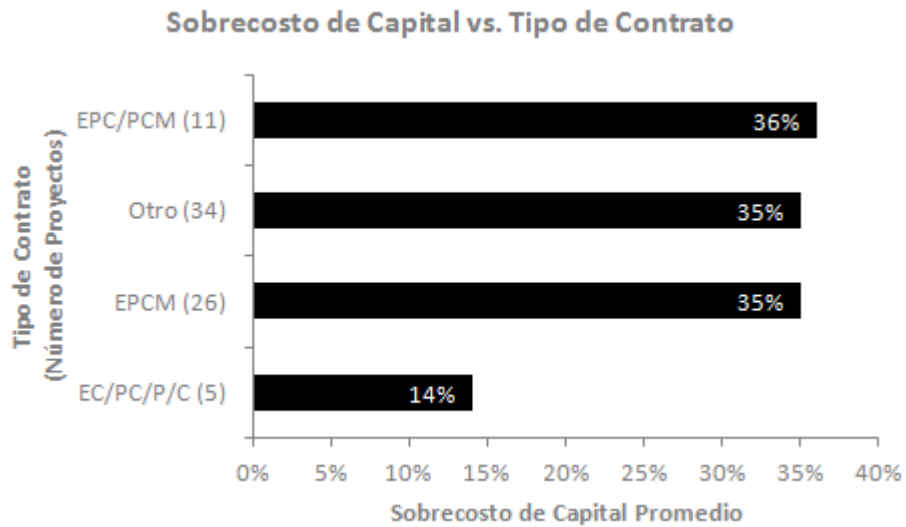


Ilustración 36: Sobrecostos de capital según el tipo de contrato
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 37 se observa la relación del sobrecosto de capital y el año de inicio de construcción del proyecto. Este se divide por año, debido a que es más conveniente para la agrupación y posterior análisis, respecto a la temperatura del mercado de minerales al momento de comenzar la ejecución del proyecto. Además se pone como referencia el sobrecosto promedio del total de los proyectos considerados en el estudio, con un valor de 34%.

Para ocho de los diez años considerados, se presenta de manera general un sobrecosto promedio por sobre lo esperado, solamente los dos últimos años, 2013-2014, presentan valores promedio de sobrecosto dentro del 15%. Sin embargo dentro de los demás años hay algunos donde los sobrecostos son mayores, específicamente los años 2006 y 2007, con valores promedio de 58% y 53% respectivamente. Por otro lado los proyectos que se comenzaron en los años 2008 y 2009 presentan un sobrecosto promedio bajo el 20% y por último para los años 2005, 2010, 2011 y 2012 se tiene un sobrecosto promedio entre 25% y 35%.

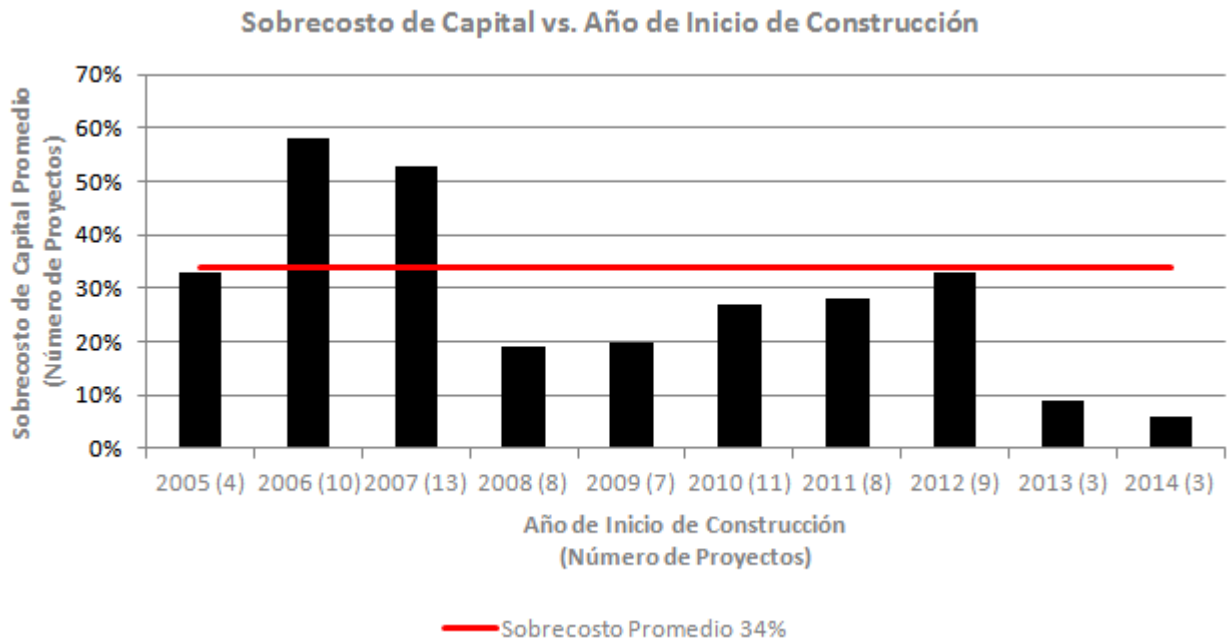


Ilustración 37: Sobrecostos de capital según el año de inicio de su construcción
Fuente: Elaboración propia

5.2. Comparación tipo de proyectos

La última parte del estudio, como se ha mencionado, consiste en realizar una comparación entre los proyectos mineros y los de infraestructura, así como con los de petróleo y gas. La manera en que se realizará esto será considerando el período de construcción y el tamaño de inversión del proyecto. Importante destacar que estos períodos y montos deben ser comparables, ya que si son de años muy distintos, se debe corregir por inflación.

Al igual que para los proyectos mineros, se realizó una distribución global de todos los proyectos de infraestructura considerados en el estudio, respecto a su razón de sobrecosto de capital. Así se obtiene el gráfico de la ilustración 38. Además, en la tabla 11 se entrega la estadística más relevante al respecto y el número de proyectos en el rango respectivo de sobrecosto.

Es posible observar que la tendencia de los sobrecostos están en su mayoría hacia la izquierda y va siguiendo una tendencia de disminución y aumento hacia la derecha. Destacar que hay un par de valores que están por sobre el 80% en cuanto a su sobrecosto posicionados al final del gráfico hacia la derecha, después de un vacío respecto a los demás valores

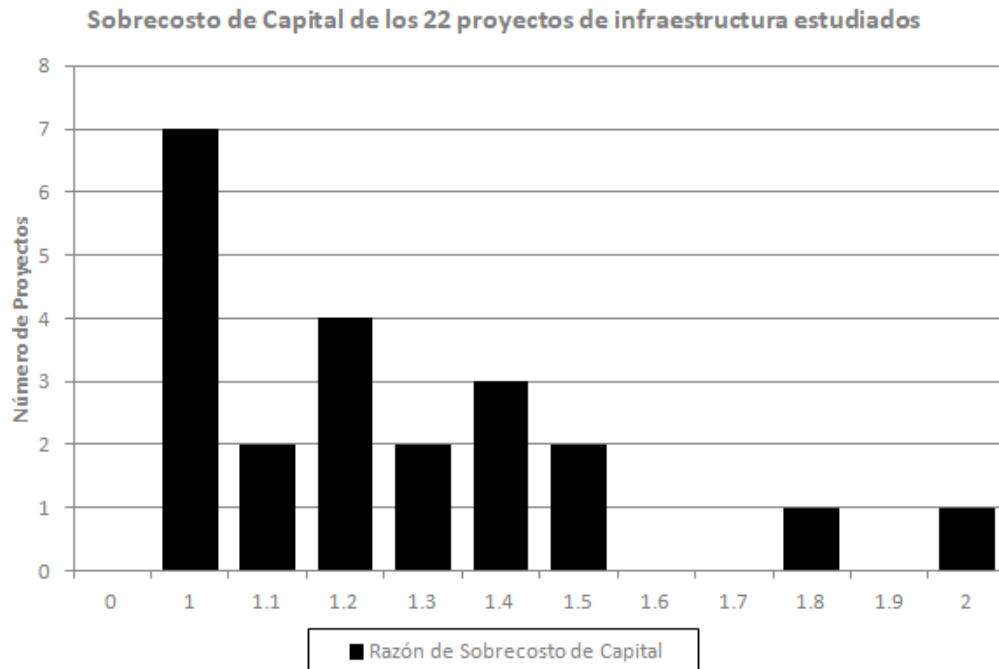


Ilustración 38: Sobrecosto de capital de los proyectos de infraestructura estudiados

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla resumen de la estadística descriptiva cabe destacar la media de los 22 proyectos de infraestructura considerados, que tiene un valor de 22%. No se presentan proyectos con subcosto de capital, ya que el mínimo valor de sobrecosto es de un 0% para siete proyectos y por otro lado el máximo sobrecosto tiene un valor de 100%. Hay un número relevante de datos que están dentro de la categoría de correcta estimación del CAPEX (+/- 15% error). A diferencia de los proyectos mineros, menos de la mitad está con un sobrecosto general.

Tabla 11: Estadística descriptiva proyectos de infraestructura

Resumen Estadística Descriptiva	
Media	1,22
Mediana	1,13
Moda	1,00
Desviación estándar	0,26
Mínimo	1,00
Máximo	2,00
Número de Proyectos	22
- CAPEX correctamente estimado	12
- Sobrecosto bajo	2
- Sobrecosto medio	4
- Sobrecosto alto	3
- Sobrecosto muy alto	1

Al igual que para los proyectos de infraestructura, se realizó una distribución global de todos los proyectos de petróleo y gas considerados en el estudio, respecto a su razón de sobrecosto de capital. Así se obtiene el gráfico de la ilustración 39. Además, en la tabla 12 se entrega la estadística más relevante al respecto y el número de proyectos en el rango respectivo de sobrecosto.

Es posible observar que la tendencia de los sobrecostos están en su mayoría hacia la izquierda y hace una especie de parábola en torno al valor 1,1. Destacar que hay un valor que está por sobre el 90% en cuanto a su sobrecosto posicionados al final del gráfico hacia la derecha.

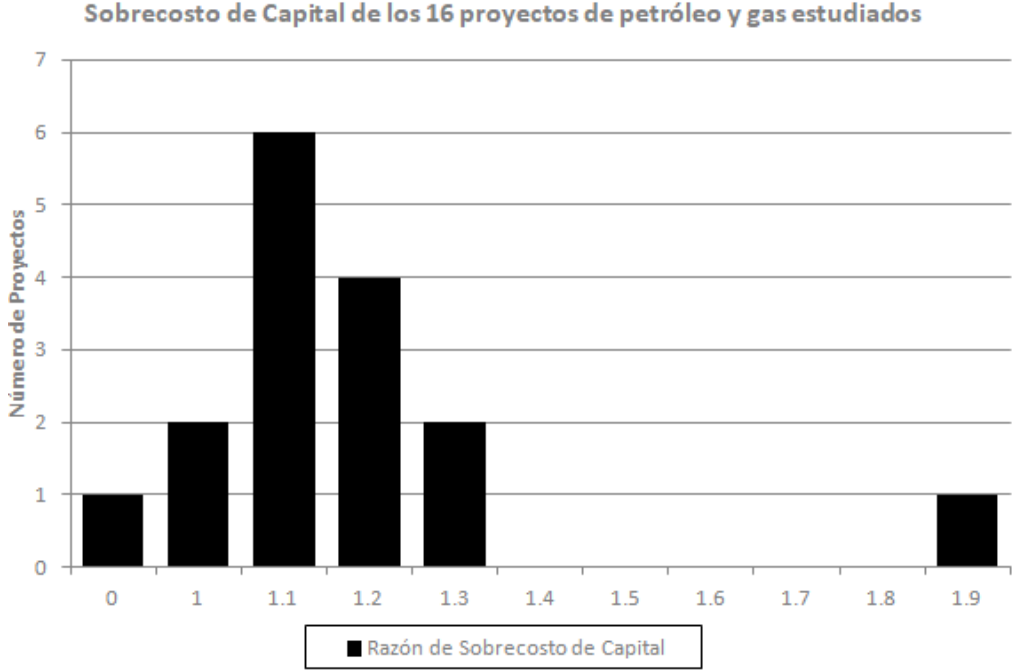


Ilustración 39: Sobrecosto de capital de los proyectos de petróleo y gas estudiados
 Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla resumen de la estadística descriptiva cabe destacar la media de los 16 proyectos mineros considerados, que tiene un valor de 15%. Hay presencia de un proyecto con subcosto de capital, además para el valor de sobrecosto de un 0% hay dos proyectos y por otro lado el máximo sobrecosto tiene un valor de 85%. Al igual que los proyectos de infraestructura, hay un número relevante de datos que están dentro de la categoría de correcta estimación del CAPEX (+/- 15% error). A diferencia de los proyectos mineros, menos de la mitad está con un sobrecosto general.

Tabla 12: Estadística descriptiva proyectos de petróleo y gas

Resumen Estadística Descriptiva	
Media	1,15
Mediana	1,08
Moda	1,00
Desviación estándar	0,21
Mínimo	0,99
Máximo	1,85
Número de Proyectos	16
- CAPEX correctamente estimado	12
- Sobrecosto bajo	2
- Sobrecosto medio	1
- Sobrecosto alto	0
- Sobrecosto muy alto	1

Ya con la estadística general presentada, en la tabla 13 se observan los proyectos que se construyen durante el mismo período, además de la razón entre su CAPEX estimado y su CAPEX real invertido. Estos son la base que se utilizará para realizar una comparación entre estos, donde lo que se debe considerar después es el tamaño de esta inversión para los análisis posteriores. Destacar que no en todos los períodos para los proyectos se presentan comparaciones para infraestructura y petroleros/gas.

Tabla 13: Comparación de proyectos por períodos y su razón de costo estimado e inversión final

Proyectos por Períodos				Razón Estimación e Inversión		
Mineros	Infraestructura	Petróleo y Gas	Años	Mineros	Infraestructura	Petróleo y Gas
Kupol				1,50		
Samarco	-	Horizon Fase 1	2005 - 2008	1,25	-	1,03
Snap Lake				1,54		
Hope Downs	-	Atlantis Polvo	2006 - 2007	1,37	-	1,85
						1,20
Cerro Corona		East Area NGL II		1,61		1,08
Lumwana	Complejo de			1,63		
Manantial	Coker Refinería		2006 - 2008		1,00	
Espejo	Aconcagua	Oooguruk		1,77		1,12
Victor				1,02		
Tenke	-	Frade	2006 - 2009	2,00	-	1,25
Fungurume						
Andacollo				1,14		
Hipógeno						
Meadowbank	Torre Titanium			1,89		
Peñasquito	La Portada	-	2007 - 2010	1,07	1,42	-
Pilanesberg				2,04		
RGP4				1,19		

Barro Alto	Extensión Línea 5 (Maipú, Pudahuel, Lo Prado)	-	2007 - 2011	1,58	1,34	-
Los Bronces				1,60		
Blagodatnoye				1,15		
Cortez Hills	Central			1,00		
Diavik	Hidroeléctrica La Higuera	-	2008 - 2010	1,01	1,00	-
Esperanza				1,37		
Essakane				1,08		
Gaby Fase II	Central Termoeléctrica Angamos	Nikaitchuq	2008 - 2011	1,20	1,30	1,03
RGP5	Parque Eólico Punta Colorada			1,18	1,00	
Ramu	Embalse Ancoa de Linares	-	2008 - 2012	1,53	1,35	-
Pilar Norte	-	Jubilee Fase 1	2009 - 2010	1,17	-	1,06
Malartic				1,27		
Saucito	-	Jackfish Fase 2	2009 - 2011	1,16	-	1,00
Tagaung Taung				1,06		
Pueblo Viejo	Ampliación Metrotranvía de Mendoza	-	2009 - 2012	1,22	2,00	-
Antamina				1,01		
Antapaccay	Interpuerto			1,02	1,00	-
Lomas Bayas II	Monterrey	-	2010 - 2012	1,03		
Lubambe				1,20		
Ernest Henry				1,00		
George Fisher	Aeropuerto Regional Araucanía	Jack/St, Malo Fase 1	2010 - 2014	1,00	1,00	1,07
North				1,86		
Salobo II				1,05		
Akyem				1,52		
Detour Lake				1,06	1,41	-
Jimblebar	Hospital de Maipú	-	2011 - 2013	1,23		
Kibali Fase 1				1,34		
Ministro Hales				1,11		
Tropicana						
Sierra Gorda	Autobuses de Tránsito Rápido Ecovía (BRT)	-	2011 - 2014	1,35	1,11	-
Cerro Negro	Expansión			2,13		
Cerro Negro Norte	Aeropuerto El Loa			1,44	1,75	
Eleonore	Modernización	Tubular Bells	2012 - 2014	1,29		1,30
Garpenberg	Aeropuerto			1,00	1,20	
McArthur River	Juscelino			1,00		

	Kubitschek					
	Autopista					
	Concepción-				1,00	
Antucoya	Cabrero	-	2012 - 2016	1,12		-
	Autopista La					
	Serena-Vallenar				1,11	
	Autopista					
Cerro Verde	Elevada Puebla			1,15	1,15	
	Extensión Tren					
Gahcho Kué	Coronel	-	2014 - 2016	1,04	1,04	-
	Puerto					
Liqhobong	Yurimaguas-			1,00	1,22	
	Nueva Reforma					

De la tabla anterior se seleccionaron casos específicos respecto al período de construcción y montos de inversión, se mencionan los resultados principales por comparación a continuación.

- Samarco Expansión vs. Horizon Fase 1

Dentro de los tres proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período del proyecto petrolero, Samarco es el que tiene un costo de capital superior al billón de dólares estimado para su construcción. Aunque el costo de capital de Horizon es superior a los 7 billones de dólares se observa que el sobrecosto es superior en el proyecto minero de expansión y más aún este está sobre lo esperado, mientras que el petrolero tuvo una estimación dentro de lo esperado.

- Hope Downs vs. Atlantis

Dentro de los dos proyectos petroleros que habían sido construidos dentro del mismo período del proyecto minero, Atlantis es el que tiene un costo de capital de 2 billones de dólares estimado para su construcción. Mientras que el costo de capital de Hope Downs está cercano al billón de dólares, se observa que el sobrecosto es superior en el proyecto de aguas profundas de petróleo y gas, aunque ambos están por sobre lo esperado Atlantis tiene un sobrecosto mayor al doble de Hope Downs.

- Lumwana vs. Complejo de Coker Refinería Aconcagua

Dentro de los cuatro proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período del proyecto de infraestructura, Lumwana es el que tiene un costo de capital estimado de medio billón de dólares. Mientras que el costo de capital del Complejo de Coker es un poco menor al medio billón de dólares, se observa que el sobrecosto es alto en el proyecto minero y en el proyecto de infraestructura se estimó correctamente y no hay sobrecosto de capital.

- Victor vs. East Area NGL II

Dentro de los cuatro proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período de los dos proyectos petroleros, Victor es el que tiene un costo de capital cercano al billón de dólares estimado para su construcción. Por otro lado de entre los dos proyectos petroleros East Area se estimó un costo de capital superior al billón de dólares, se observa que el sobrecosto es superior

en el proyecto petrolero, sin embargo en ambos proyectos la estimación de capital está dentro de lo esperado.

- Lumwana vs. Oooguruk

Dentro de los dos proyectos petroleros que habían sido construidos dentro del mismo período que los cuatro proyectos mineros, Oooguruk tiene un costo de capital estimado cercano al medio billón de dólares al igual que Lumwana dentro de los proyectos mineros, se observa que el sobrecosto de capital es superior y alto en el proyecto minero, mientras que el proyecto petrolero presenta un sobrecosto pero que está dentro de lo esperado.

- Pilanesberg vs. Torre Titanium

Dentro de los cinco proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que el proyecto de infraestructura, Pilanesberg tiene un costo de capital cercano a los 200 millones de dólares estimados para su construcción. Mientras que el costo de capital estimado de la Torre Titanium está cercano a los 150 millones de dólares, se observa que el sobrecosto es superior y muy alto en el proyecto minero, sin embargo el proyecto de infraestructura también presenta un sobrecosto de capital alto.

- Blagodatnoye vs. Central Hidroeléctrica La Higuera

Dentro de los cinco proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que el proyecto de infraestructura, Blagodatnoye tiene un costo de capital cercano a los 400 millones de dólares estimados para su construcción. El costo de capital estimado para la central hidroeléctrica La Higuera fue de 300 millones de dólares, se observa que el sobrecosto de capital es superior en el proyecto minero, pero está dentro de lo esperado. El proyecto de infraestructura se estimó correctamente por lo que no hay sobrecosto de capital.

- RGP5 vs. Central Termoeléctrica Angamos

Dentro de los dos proyectos mineros y los dos proyectos de infraestructura que habían sido construidos dentro del mismo período, RGP5 y la Termoeléctrica Angamos tienen un costo de capital sobre el billón de dólares, cinco y uno respectivamente, se observa que el sobrecosto es superior en el proyecto de infraestructura, sin embargo el proyecto minero también presenta un sobrecosto de capital sobre lo esperado.

- RGP5 vs. Nikaitchuq

Dentro de los dos proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que el proyecto petrolero, RGP5 tiene un costo de capital estimado cercano a los 5 billones de dólares. Mientras que el costo de capital estimado del campo Nikaitchuq fue cercano al billón y medio de dólares, se observa que el sobrecosto de capital es superior en el proyecto minero, mientras que el proyecto petrolero presenta un sobrecosto de capital dentro de lo esperado.

- Malartic vs. Jackfish Fase 2

Dentro de los tres proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que el proyecto petrolero, Malartic tiene un costo de capital cercano a los 800 millones de dólares. Mientras que el costo de capital estimado de la segunda fase de Jackfish fue un billón de dólares, se observa que el sobre costo de capital es superior en el proyecto minero y el proyecto petrolero se estimó correctamente por lo que no hay sobre costo de capital.

- Antapaccay Expansión vs. Interpuerto Monterrey

Dentro de los cuatro proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que el proyecto de infraestructura, la expansión de Antapaccay tiene un costo de capital cercano al billón y medio de dólares estimado para su construcción. Mientras que el costo de capital estimado del interpuerto Monterrey fue de dos billones de dólares, se observa que ambos sobre costos de capital están dentro de lo esperado y el proyecto de infraestructura fue correctamente estimado.

- McArthur River Expansión vs. Modernización Aeropuerto Juscelino

Dentro de los cinco proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que los dos proyectos de infraestructura, la expansión de McArthur River tiene un costo de capital estimado cercano a los 400 millones de dólares. El costo de capital estimado para la modernización del aeropuerto Juscelino fue de 500 millones de dólares, se observa que el proyecto de infraestructura tiene un sobre costo bajo y por otro lado el proyecto minero fue correctamente estimado.

- Eleonore vs. Tubullar Bells

Dentro de los cinco proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que el proyecto petrolero, Eleonore tiene un costo de capital un poco menor al billón y medio de dólares estimado para su construcción. Mientras que el campo en aguas profundas Tubullar Bells tuvo un costo de capital estimado superior a los dos billones de dólares, se observa que ambos proyectos tienen un sobre costo similar, de 29% y 30% respectivamente.

- Gahcho Kué vs. Autopista Elevada Puebla

Dentro de los tres proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que los tres proyectos de infraestructura, Gahcho Kué tiene un costo de capital estimado de 1 billón de dólares. Mientras que la Autopista Elevada Puebla tuvo un costo de capital estimado aproximado de 500 millones de dólares, se observa que el sobre costo de ambos proyectos está dentro de lo esperado, sin embargo es superior en el proyecto de infraestructura, con un valor de 15% y para el proyecto minero es de 4%.

- Liqhobong vs. Extensión Tren Coronel

Dentro de los tres proyectos mineros que habían sido construidos dentro del mismo período que los tres proyectos de infraestructura, Liquobong tiene un costo de capital estimado cercano a los

200 millones de dólares. Mientras que la extensión del tren Coronel tuvo un costo de capital estimado cercano a los 100 millones de dólares, se observa que el sobrecosto de ambos proyectos está dentro de lo esperado, sin embargo el costo del proyecto minero fue correctamente estimado y el sobrecosto del proyecto de infraestructura es levemente superior, específicamente de un 4%.

6. Análisis de resultados

Los análisis serán divididos en dos partes, tal cual se presentaron los resultados, primero se mencionarán los obtenidos entre los proyectos mineros y las distintas variables, para luego analizar los obtenidos entre las comparaciones de los proyectos de distintas industrias respecto a las variables del período y tamaño de inversión.

Del total de proyectos mineros estudiados el sobrecosto promedio está por sobre lo esperado, específicamente para los 76 proyectos mineros el promedio es de un 34%, el cual es bastante alto. Si bien un total de 30 de estos presenta un CAPEX estimado de manera correcta, es decir, menor al 15% de error, la cantidad de proyectos con sobrecosto fuera de lo esperado es de 46 y un número importante de estos presenta un sobrecosto alto o muy alto. La distribución de la razón de sobrecosto y el número de proyectos se asemeja a lo obtenido en estudios previos.

Para los distintos proyectos estudiados, tanto para los estudios como las operaciones, no hubo correlación entre presentar sobrecostos dentro de lo esperado o superiores respecto a quién los realizó. Específicamente, consultores o las empresas en el primer caso y operadores juniors o major en el segundo caso.

El sobrecosto de capital de los proyectos mineros respecto al año de término de sus construcciones, muestran que tiene relevancia debido a que están relacionados con el período de desarrollo de estos. Así, para los períodos comprendidos entre el 2006 – 2013 se tienen sobrecostos mayores que los proyectos terminados entre el 2014 – 2016, que está relacionado con el comportamiento del mercado en esos periodos, que pudo ocasionar una variación del costo de mano de obra y/o materiales.

Respecto al tamaño del proyecto, medido según la inversión de capital realizada, el sobrecosto de capital se muestra que es mayor para los proyectos que tienen una inversión de 1.500 MUS\$, a pesar de que los que están bajo este valor también presentan sobrecostos mayores de lo esperado, son menos significativos. Así el tamaño de proyecto tendría influencia en el sobrecosto de capital.

Respecto al tipo de commodity primario del proyecto, se muestra que no hay correlación entre el tipo de commodity y el sobrecosto de capital, ya que solo uno presenta sobrecosto de capital promedio dentro de lo esperado. Sin embargo, los proyectos de níquel y PGM tienen tendencia a ser mucho mayores que los demás.

Respecto al tipo de proyecto, luego de dividirse en dos tramos, se observó que independiente del período en que se hayan realizado, hay correlación con el sobrecosto de capital. Así los proyectos del tipo greenfield tienen sobrecostos mayores a los brownfield.

Respecto a la ubicación del proyecto, se muestra que no hay correlación entre el continente en que se desarrolle y el sobrecosto de capital, a pesar de que en Asia no presentan un promedio de

sobrecosto mayor a 15%, al tener solo dos proyectos dentro de este continente no se generaliza respecto a su relación con el sobrecosto y ubicación.

Respecto al método minero de extracción del mineral, se muestra que no hay correlación entre si se extrae por rajo abierto o por algún método subterráneo y el sobrecosto de capital, sin embargo para proyectos con ambos métodos se tiene un aumento considerable de sobrecosto, pero al igual que antes, al tener solo dos proyectos dentro de esta categoría no se generaliza respecto a su correlación con el sobrecosto.

Respecto al producto principal producido, se muestra que no hay correlación entre el tipo y el sobrecosto de capital, sin embargo los proyectos con productos de metal doré o ferroníquel tienen tendencia a ser mucho mayores que los demás.

Respecto al tipo de contrato, se muestra que no hay correlación entre la cantidad de actividades que se le designen a una empresa externa y el sobrecosto de capital. Ya sea del tipo EPCM, EPC u otro combinado, tienden a ser más altos que los demás por separado. Por lo que se podría decir hay una correlación entre la administración y forma de aplicar los distintos contratos.

Por último se vuelve a mencionar el sobrecosto de capital respecto al período de construcción, específicamente respecto al año de inicio de sus construcciones. Se muestra que si hay correlación entre estos, los que iniciaron en los primeros años de estudio presentan probabilidad de sobrecostos más altos, luego hay períodos de disminución en el promedio, aunque en un par de años vuelve a subir y finalmente de nuevo hay baja en el sobrecosto promedio. Esto se relaciona con la temperatura del mercado de los commodities, ya que en esos períodos que hay promedios más altos, la temperatura del mercado estuvo caliente y así una estimación de capital realizado en el estudio de factibilidad fuera de este período se vuelve más complicado de lograr porque todo aumenta su precio. Esto debido a que de la mano de los aumentos repentinos de precio viene un aumento de la demanda de ingeniería, permisos e infraestructura para el desarrollo de nuevos proyectos, lo que se conoce como oferta y demanda, estresando al país, y por lo tanto, como los megaproyectos tienen que considerar la ocurrencia de este fenómeno a lo largo de los distintos años de construcción, hay mayor probabilidad de presentar sobrecostos de capital.

Por otro lado, del total de proyectos de infraestructura estudiados el sobrecosto promedio también está por sobre lo esperado, específicamente para los 22 proyectos de infraestructura el promedio es de un 22%, aunque es bajo en comparación a los proyectos mineros. Un total de 12 de estos presenta un CAPEX estimado de manera correcta, es decir, menor al 15% de error, mientras que la cantidad de proyectos con sobrecosto fuera de lo esperado en este caso es de 10 y un número importante de estos presenta un sobrecosto bajo o medio. A pesar de ser una muestra inferior a la de los proyectos mineros, destacar que en general se obtienen resultados más cercanos a lo esperado.

Además, del total de proyectos de petróleo y gas estudiados el sobrecosto promedio está correctamente estimado, específicamente para los 16 proyectos de petróleo y gas el promedio es de un 15%. Un total de 12 de estos presenta un CAPEX estimado de manera correcta, mientras que la cantidad de proyectos con sobrecosto fuera de lo esperado en este caso es de cuatro y hay presencia de un sobrecosto menor a 0%. A pesar de ser una muestra inferior a la de los proyectos mineros, destacar que en general se obtienen los resultados esperados.

Del total de proyectos mineros, de infraestructura y de petróleo y gas que fueron construidos dentro del mismo período, quince fueron los casos en que se observó una similitud en cuanto al tamaño de la inversión realizada. Con estas dos variables se realizó la comparación general de los proyectos, donde ocho fueron entre proyectos mineros y de infraestructura y los restantes siete fueron entre proyectos mineros y de petróleo y/o gas.

Dentro de las ocho comparaciones, en cuatro casos el proyecto minero fue superior en sobrecosto al de infraestructura. Por otro lado dentro de las restantes siete comparaciones, en cuatro casos el proyecto minero fue superior en sobrecosto al de petróleo y/o gas. Los proyectos mineros tuvieron un sobrecosto mayor respecto a los de infraestructura y petroleros cuando el período de construcción fue de más años. Por otro lado el tamaño del proyecto no tuvo que ver en que fuera más alto el sobrecosto en un tipo de proyecto en particular al compararlos.

Puede que los casos en que los sobrecostos de capital en proyectos de infraestructura y de petróleo y/o gas fueron más altos que los mineros hayan tenido alguna variable en particular que afectó el cambio en la inversión, el cual no se profundizará debido a que está fuera de los alcances del estudio. Sin embargo se puede desprender de estos resultados y de los estudios previos realizados que los proyectos en general pueden presentar aumento en los costos de capital estimados y además en el tiempo, además de que tienen factores parecidos en algunos casos y distintos en otros que lleven a la ocurrencia de estos.

7. Conclusiones

Para los proyectos mineros comprendidos entre los años 2006 – 2016 se continúa con la presencia de sobrecostos altos. Específicamente para los 76 proyectos mineros considerados en este estudio se obtuvo un sobrecosto de capital promedio de 34%, que está por sobre lo esperado del 15% al pasar de un estudio de factibilidad a su construcción.

Las variables que se obtienen como de mayor influencia para el sobrecosto de capital son el período de construcción, que se refiere tanto al año en que se inicia la construcción, como a su duración para el término del proyecto, el tamaño del proyecto, el tipo de proyecto y la administración de los contratos.

Las variables que no se consideran como de gran influencia para el sobrecosto de capital son el tipo de commodity, la ubicación del proyecto, el método minero, el producto principal y el tamaño de la empresa, tanto para los estudios como la operación. Sin embargo hay que mencionar que dentro de estas variables hay algunos proyectos que tienen mayor probabilidad de sobrecostos altos, específicamente los con el tipo de commodity a extraer que sea de níquel o PGM, los que el producto principal sea metal doré o ferroníquel y los ubicados en Sudamérica. Mencionar que la limitada cantidad de datos no permite realizar análisis estadísticos exhaustivos (se debería correr regresiones y utilizar estadísticos como la T-student).

Dentro del período de construcción, respecto al inicio de la construcción del proyecto, efectivamente se ve influenciado por la temperatura del commodity. Es algo que hay que tener en cuenta cuando se va a desarrollar un proyecto, ya que al estar en un mercado caliente la probabilidad de sobrecostos fuera de lo esperado es mayor. Esto porque la subida repentina de los

precios, genera que se aumente la demanda de profesionales, permisos e infraestructura para el desarrollo de proyectos, que generen al país un aumento de precios en general. Así, lo que se calculó en un estudio de factibilidad fuera de este período de mercado caliente, es más complicado de sobrellevar durante la cantidad de años que puede durar. Esto se ve relacionado de igual manera respecto al término de la construcción del proyecto, que se ve influenciado, por ejemplo, por la variación en el precio de los materiales de construcción, ya que mientras mayor es el tiempo que se tome en su construcción, más alta es la probabilidad de variación en el precio de los materiales y aumento del sobre costo de capital con el aumento de costos de estos, además mientras mayor sea el desfase de los tiempos estimados, los precios irán aumentando también.

El tamaño del proyecto, puede estar expuesto a mayores sobre costos debido a que al ser mayor la cantidad a invertir hay un estudio de factibilidad con sesgo optimista, para lograr su aprobación y/o conseguir financiamiento. Además de al ser un proyecto de mayor envergadura, mayores son las variables a estar considerando y diversos los frentes donde se tenga que observar para que todo se desarrolle correctamente.

El tipo de proyecto, se puede relacionar con el conocimiento de donde se va a realizar una expansión, ya que cuando se parte un proyecto de cero se pueden tener mayores sorpresas mientras se lleva a cabo, en cambio un proyecto donde ya se tienen desarrollos previos permite tener mayor manejo de distintas variables. Como lo es el período de construcción, que por lo general en las expansiones es menor, el comportamiento de la roca al aplicar un sistema u otro, las personas necesarias para realizar las distintas labores, entre otras.

El tipo de contrato, que se debe a la delegación de responsabilidad a empresas externas para el desarrollo de proyectos. Distintos gerentes de empresas mineras han mencionado que un aspecto clave para el manejo de costos al tener por ejemplo contratos del tipo EPCM, es no quedar ajenos a todo proceso de este y tener gente de la propia empresa que esté inserto en su desarrollo para ver de mejor manera el cumplimiento de las etapas. Por otro lado, las empresas que conforman equipos propios para el desarrollo de proyectos que van desde los estudios previos y después continúan en la ejecución del mismo, tienen mayor probabilidad de tener sobre costos dentro de lo esperado. Pero aún así, esto no asegura erradicar los sobre costos, lo que si colabora en mayor medida es la administración de los contratos, ya que se puede delegar responsabilidades más específicas a distintas empresas y además tener gente propia colaborando y observando que se desarrolle de la mejor manera.

Respecto a la comparación con los proyectos de infraestructura y de petróleo y/o gas, una de las variables principales que afecta la diferencia de sobre costos es el período de construcción. Además, como se mencionó las etapas de estos proyectos son distintas y poseen tiempos y exigencias distintas. Así, como un proyecto minero va a estar expuesto a mayores presiones para el desarrollo rápido de estudios de factibilidad y posteriores aprobaciones de estos, es que se pueden inducir a errores que en los otros tipos de proyectos sean evitables. Sin embargo, se observó que los proyectos encontrados comparables de infraestructura y de petróleo y/o gas no siempre van a ser de menor sobre costo que los mineros, es decir también están expuestos a distintas variables que pueden aumentar el costo de capital estimado. Pero dentro de las dos variables consideradas para la comparación el tamaño de inversión no generaba influencia en la probabilidad de sobre costos de capital y por lo tanto el hecho de existencias de factores internos y externos dentro del período de ejecución de los proyectos de infraestructura y petroleros si pueden afectar en mayor medida los costos de capital.

8. **Glosario**

- MUS\$: Millones de dólares americanos
- oz: Onza troy, 1 oz = 31.1035 gramos.
- Moz: Millones de onzas troy.
- lb: libras, 2,204.62 lb = 1 tonelada métrica.
- CAPEX: Capital Expenditures
- EIA: Evaluación de Impacto Ambiental
- EIAS: Evaluación de Impacto Ambiental y Social
- A\$: Dólar australiano
- C\$: Dólar canadiense
- SEK: Coronas suecas
- ZAR: Rand sudafricano

9. Bibliografía

- [1]. Bertisen, J. y A. Davis, G., Bias and Error in Mine Project Capital Cost Estimation, The Engineering Economist, 2008.
- [2]. Elkington, J., The Feasibility Study Process and Selecting the Best Option, <<http://www.global-mining-finance.com/gmf-autumn/pdfs/Snowden.pdf>>.
- [3]. Haubrich, Ch., Why Building a Mine on Budget is Rare, CIM MES Toronto, 2014.
- [4]. Lwin, T. y Lazo, J., Capital Cost Overrun and Operational Performance in Mining Industry, Management and Economics Society, CIM Toronto, 2016.
- [5]. Gypton, Ch., How Have We Done, Engineering and Mining Journal, 2002.
- [6]. Carmona, S., Diapositivas del curso MI5082 Gestión y Evaluación de Proyectos Mineros, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2017.
- [7]. Codelco, El ABC de un proyecto, <https://www.codelco.com/el-abc-de-un-proyecto/prontus_codelco/2013-10-24/114451.html>.
- [8]. Galp Energía, Ciclo de vida de un proyecto, <<http://www.galpennergia.com/ES/agalpennergia/Os-nossos-negocios/Exploracao-Producao/fundamentos-engenharia-petroleo/Paginas/Ciclo-de-vida-de-un-proyecto.aspx>>.
- [9]. OBS Business School, ¿Cuáles son las etapas de ejecución de un proyecto de obra civil?, <<https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/noticias/cuales-son-las-etapas-de-ejecucion-de-un-proyecto-de-obra-civil>>.
- [10]. Siemiatycki, M., Cost Overruns on Infrastructure Projects: Patterns, Causes, and Cures, IMFG perspectives, 2015.
- [11]. Singh, R., Cost and Time Overruns in Infrastructure Projects: Extent, Causes and Remedies, Economic & Political WEEKLY, 2010.
- [12]. Brunes, F. y Lind, H., Explaining cost overruns in infrastructural projects: A new framework with applications to Sweden, KTH – Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suecia, 2014.
- [13]. EY's Global Oil & Gas Center, Spotlight on oil and gas megaprojects, 2014.
- [14]. Olaniran, J., E. D. Love, P., Edwards, D., Olatunji, A. y Matthews, J., Cost Overruns in Hydrocarbon Megaprojects: A Critical Review and Implications for Research, Project Management Journal, 2015.
- [15]. Oglend, A., Osmundsen, P. y Lorentzen, S., Cost Overruns in Norwegian Oil and Gas Projects: A Long-tailed Tale, IAEE Energy Forum, Bergen Special, 2016.

ANEXO A

Referencias CAPEX proyectos mineros

Tabla A-1: Referencias del CAPEX en estimación de factibilidad para proyectos mineros

Proyecto		Estimación
Aitik 36	Presentación	https://library.e.abb.com/public/e8a591197af7caacc1257c1b002fb353/Reprint_Aitik%20-%20A%20mine%20of%20efficiency_3BHS%20506%20909%20ZAB%20E01%201013_low%20.pdf
Aktogay	Presentación	https://www2.trustnet.com/Investments/ArticlePrint.aspx?id=201212061230019172S
Akyem	Presentación	http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9ODc3NDB8Q2hpbGRJRDOtMXxUeXBIPtM=&t=1
Ambatovy	Noticia	http://www.northernminer.com/news/sherritt-s-ambatovy-nears-completion/1000329077/
Andacollo Hipógeno	Noticia	http://www.mch.cl/2007/04/10/autoridades-ambientales-aprueban-con-condiciones-el-desarrollo-del-proyecto-hipogeno-de-andacollo/#
Antamina Expansión	Noticia empresa	http://www.antamina.com/noticias/compa_ia_minera_antamina_nuncia_expansion_sus_operaciones_2/
Antapaccay Expansión	Noticia	http://www.miningweekly.com/article/xstrata-approves-147bn-copper-mine-in-peru-2010-07-07
Antucoya	Noticia	http://www.bnamericas.com/en/news/mining/antofagasta-minerals-ups-antucoyas-capex-to-us17bn
Argyle Expansión	Página empresa	https://www.rsv.co.za/index.php/capabilities/mining-infrastructure
Barro Alto	Noticia	http://www.resourceinvestor.com/2006/12/06/anglo-approves-12b-barro-alto-nickel-project
Blagodatnoye	Presentación	http://www.rustocks.com/put.phtml/plzt_100109.pdf
Booyse dal	Noticia empresa	http://www.northam.co.za/investors-and-media/publications/announcements/2009/849-northam-concludes-booyse dal-feasibility-study-2009-10-08
Buzwagi	Presentación	http://barrick.q4cdn.com/808035602/files/doc_presentations/2007/BarrickInvestorDay2007-3.8M.pdf
Cerro Corona	Noticia	http://www.mch.cl/2008/07/29/minera-cerro-corona-iniciara-produccion-de-oro-y-cobre-en-proximas-dos-semanas/
Cerro Negro	Noticia	https://www.bnamericas.com/en/news/mining/goldcorp-ups-cerro-negro-capex-to-us135bn
Cerro Negro Norte	Noticia	http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=10911827
Cerro Verde Expansión	Noticia	http://www.miningpress.com/nota/115146/freeport-expansin-demolino-de-cerro-verde-iniciar-en-2013
Constancia	Noticia empresa	http://www.hudbayminerals.com/English/Media-Centre/News-Releases/News-Release-Details/2012/Hudbay-Begins-Construction-of-Constancia-Copper-Mine-in-Peru-and-Announces-Precious-Metals-Stream-Transaction1130519/default.aspx
Cortez Hills	Noticia	http://www.womp-int.com/story/2007vol2/story001.htm
Detour Lake	Noticia empresa	http://www.detourgold.com/investors/news/press-release-details/2010/Detour-Gold-Receives-Positive-Feasibility-Study-for-

		Its-Detour-Lake-Gold-Project-in-Ontario-Mineral-Reserves-Increased-to-114-Million-Ounces/default.aspx
Diavik Expansión	Noticia	https://www.investigate.co.uk/Article.aspx?id=200802130701028710N&tab=article
El Limón-Guajes	Presentación	https://www.torexgold.com/assets/docs/reports/01-morelos-ni-43-101-feasibility_final.pdf
Eleonore	Noticia	http://www.northernminer.com/news/goldcorp-remains-on-target-at-eleonore-2/1001575499/
Ernest Henry Expansión	Noticia empresa	http://www.ernesthenrymining.com.au/en/media/News/091203_Xstrata%20approves%20development%20of%20Ernest%20Henry%20Underground%20mine%20and%20magnetite%20processing%20operation.pdf
Escondida (OGP1)	Presentación	https://www.bhp.com/-/media/bhp/documents/investors/reports/2012/121001_escondida-site-visit-presentation.pdf?la=en
Esperanza	Presentación	https://boletin.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/inversion/inversion en la Minería Chilena del Cobre y del Oro 2008-2012.pdf
Essakane	Presentación	https://secure.kaiserresearch.com/ij/tr16/TRIMG20090303.pdf
Gaby Fase II	Noticia empresa	https://www.codelco.com/fin-de-puesta-en-marcha-gaby-alcanza-regimen-y-comienzo-expansion/prontus_codelco/2011-02-22/110730.html
Gahcho Kué	Presentación	https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1004530/000127956914000858/ex992.pdf
Garpenberg Expansión	Noticia empresa	https://www.sweco.se/en/news/press/2011/sweco-wins-consulting-contract-for-bolidens-expansion-in-garpenberg/
George Fisher North Expansión	Noticia	http://australianminingreview.com.au/expansion-strategy-inks-the-zinc/
Hope Downs	Noticia	https://www2.trustnet.com/Investments/ArticlePrint.aspx?id=200604270824020828C
Jimblebar Expansión	Noticia	https://www.perthnow.com.au/news/wa/bhps-jimblebar-mine-under-construction-ng-20f0245b143bae8b5451793d6bc67ccb
Karara	Presentación	https://www.gindalbie.com.au/wp-content/uploads/2017/11/gind-ohfiecosha-1.pdf
Kibali Fase 1	Página empresa	http://3boyzonbikes.com/randgold/content/en/annual-report-2011-kibali-mine-development
Koniambo	Presentación	http://www.glencore.com/assets/media/doc/speeches_and_presentations/glencore/2014/GLEN-Investor-Day-2014-Nickel-final.pdf
Kupol	Noticia	https://www.businesswire.com/news/home/20051206005633/en/Bema-Signs-Loan-Agreements-US425-Million-Kupol
Las Bambas	Noticia	http://www.miningpress.com/nota/104924/xstrata-aprobo-inversiones-para-las-bambas-y-antapaccay-el-anuncio
Liqhobong	Noticia	http://www.proactiveinvestors.com.au/companies/rns/357/LSE20131105070009_011763530
Lomas Bayas II	Presentación	http://www.commodityintelligence.co.uk/images/2010/apr/8apr/XSTRATA-COPPER-SANTIAGO.pdf
Los Bronces Expansión	Noticia	http://www.womp-int.com/story/2007vol9/story011.htm

Lubambe	Página empresa	http://www.arm.co.za/im/files/annual/2010/copper.htm
Lucky Friday Expansión	Noticia	http://www.infomine.com/library/publications/docs/InternationalMining/Chadwick2011ff.pdf
Lumwana	Presentación	https://www.yumpu.com/en/document/view/40615493/ord-minnett-mining-services-conference-23-november-ausenco/2 https://rockstone-research.com/images/PDF/CanadianMalarticPresentation_Osisko.pdf
Malartic	Presentación	https://www.panamericansilver.com/wp-content/uploads/2016/04/Manantial-Espejo-Technical-Report.pdf
Manantial Espejo	Presentación	http://www.glencore.com/assets/media/doc/news/xstrata/2012/Xstrata-Approves-US360m-Phase-3-Expansion-for-McArthur-River-Mine-Australia2.pdf
McArthur River Expansión	Noticia empresa	http://www.nunatsiaqonline.ca/stories/article/meadowbank_mine_to_get_new_owner/
Meadowbank	Noticia	http://www.mch.cl/2011/03/04/codelco-arma-primeros-equipos-gigantes-de-nueva-mina-ministro-hales-2/
Ministro Hales	Noticia	http://www.marketwired.com/press-release/terrane-announces-results-of-feasibility-study-on-mt-milligan-copper-gold-project-tsx-venture-trx-837988.htm
Mount Milligan	Noticia empresa	https://doc.morningstar.com/Document/0936066f18738397.msdoc/original?clientid=globaldocuments&key=52dbc583e1012395
Ngezi Fase I	Presentación	http://www.northernminer.com/news/canico-gets-on-a-puma-feasibility/1000042596/
Onca Puma	Noticia	https://www.goldcorp.com/investors/news-releases/news-release-details/2007/Goldcorp-Approves-Peasquito-Mine-Expansion/default.aspx
Peñasquito Expansión	Página empresa	https://www.newswire.ca/news-releases/platmin-posts-positive-feasibility-study-results-and-development-go-ahead-of-pilanesberg-project-533995141.html
Pilanesberg	Noticia	https://www.codelco.com/explotacion-pilar-norte-el-teniente-comenzo-proceso-de-socavacion/prontus_codelco/2011-02-18/195620.html
Pilar Norte	Noticia empresa	http://www.marketwired.com/press-release/silver-standard-increases-pirquitas-reserves-by-27-and-updates-capex-tsx-sso-795974.htm
Pirquitas	Noticia empresa	http://www.ausimm.com.au/Content/docs/RampUp_theProminentHillMine_JohnNitschke_219.pdf
Prominent Hill	Presentación	https://bgcengineering.ca/mining_pueblo_viejo.html
Pueblo Viejo	Página empresa	http://www.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2009/0911/01618_632658/E134.pdf
Ramu	Presentación	https://www.bhp.com/media-and-insights/news-releases/2007/03/bhp-billiton-approves-major-capacity-expansion-at-western-australian-iron-ore
Rapid Growth Project 4	Página empresa	http://www.texreport.co.jp/english/eng-genryou/201001/201001251058Mon-2.html
Rapid Growth Project 5	Noticia	https://books.google.cl/books?id=uMZhR8tAk_cC&pg=SA4-
Salobo	Anuario	

		PA4&dq=salobo+feasibility+study+2008&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKewjj-oOQ7t_YAhXDGpAKHYXCB3sQ6AEIJAA#v=onepage&q=salobo%20feasibility%20study%202008&f=false
Salobo Expansión	Noticia	http://uno.latinomineria.cl/revistas/index_neo_en.php?id=878
Samarco Expansión	Noticia empresa	http://www.vale.com/oman/EN/investors/information-market/press-releases/Pages/a-vale-aprova-a-expansao-da-samarco.aspx
Saucito	Presentación	https://www.unglobalcompact.org/system/attachments/5242/original/Fresnillo_Plc_2009_Annual_Report.pdf?1275066817
Saucito II	Presentación	http://www.zonebourse.com/FRESNILLO-26704602/pdf/407051/FRESNILLO_Rapport-annuel.pdf
Sierra Gorda	Noticia empresa	http://www.marketwired.com/press-release/quadra-fnx-partners-with-sumitomo-announces-feasibility-study-results-sierra-gorda-project-1514482.htm
Snap Lake	Noticia	http://www.canadianminingjournal.com/features/de-beers-nwt-diamond-cannery-takes-shape/
Spence	Noticia	http://www.smh.com.au/articles/2004/10/13/1097607300351.html?from=storylhs#
Tagaung Taung	Página empresa	http://www.cnmc.com.cn/detailen2.jsp?article_millseconds=1318946119755&column_no=011501
Tenke Fungurume	Noticia	https://www.reuters.com/article/congo-democratic-mining/factbox-mining-in-the-democratic-republic-of-congo-idUSL1464465520080514
Tonkolili Fase I	Presentación	https://www.sundanceresources.com.au/irm/PDF/2260_0/OceanEquitiesAfricanIronOreSectorResearch07072011
Toromocho	Noticia	http://rpp.pe/economia/economia/mem-aprobo-eia-de-proyecto-toromocho-de-minera-chinalco-noticia-319939
Tropicana	Presentación	http://www.igo.com.au/irm/PDF/3356_0/TropicanaProjectGoAhead
Victor	Noticia empresa	http://archive.amecfw.com/news/2005/amec-selected-to-deliver-ontarios-first-diamond-mine
Westwood	Página empresa	http://www.iamgold.com/English/investors/news-releases/news-releases-details/2009/IAMGOLD-Releases-Updated-Preliminary-Assessment-Study-on-Westwood-Project/default.aspx

Tabla A-2: Referencias del CAPEX en construcción para proyectos mineros

Proyecto		Construcción
Aitik 36	Presentación	https://www.business-sweden.se/contentassets/0ac8238c81ee4a94957de1825e042184/boliden.pdf
Aktogay	Página empresa	http://www.kazminerals.com/our-business/aktogay/
Akyem	Noticia empresa	http://www.newmont.com/newsroom/newsroom-details/2013/Newmont-Ghana-begins-commercial-production-at-Akyem/default.aspx
Ambatovy	Noticia	http://www.mining.com/web/snc-lavalin-honoured-at-2014-canadian-consulting-engineering-awards/
Andacollo Hipógeno	Presentación	https://www.teck.com/media/Investors-2010 Annual Report T5.1.1.pdf
Antamina Expansión	Noticia	https://gestion.pe/economia/empresas/antamina-peru-espera-producir-450-000-toneladas-cobre-ano-similar-2012-48431
Antapaccay Expansión	Manual contabilidad	https://books.google.cl/books?id=ZVNMAQAAQBAJ&pg=PA3056&dq=antapaccay+capex+construction+2012&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZhvql6tvYAhVBgZAKHZr8D2QQ6AEIjAA#v=onepage&q=antapaccay%20capex%20construction%202012&f=false
Antucoya	Noticia	http://www.portalminero.com/display/NOT/2017/07/31/Inauguran+oficialmente+mina+de+cobre+Antucoya
Argyle Expansión	Presentación	https://www.slideshare.net/Lorna_Doone/rio-tinto-diamonds-2013
Barro Alto	Presentación	http://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-PLC-V2/investors/a-reports/2010rep/nickel_10.pdf
Blagodatnoye	Presentación	http://www.rustocks.com/put.phtml/plzt_022811.pdf
Booyseendal	Página empresa	http://www.northam.co.za/about-northam/booyseendal
Buzwagi	Presentación	http://www.acaciamining.com/~media/Files/A/Acacia/presentations/2014/site-visit-buzwagi-mar2014.pdf
Cerro Corona	Noticia	http://www.mch.cl/2008/07/29/minera-cerro-corona-iniciara-produccion-de-oro-y-cobre-en-proximas-dos-semanas/
Cerro Negro	Noticia	http://www.e-mj.com/features/4956-gold-new-fundamentals.html#.Wl90UqjibIU
Cerro Negro Norte	Noticia	http://www.nuevamineria.com/revista/cerro-negro-norte-el-fichaje-estrella-de-cap-mineria/
Cerro Verde Expansión	Noticia	http://minutes.machine.market/index.php/2016/05/24/nice-timelapse-of-peru-based-cosapi-sa-engineering-and-construction/
Constancia	Noticia	https://www.bnamericas.com/en/news/hudbay-starts-copper-concentrates-production-at-constancia-mine
Cortez Hills	Presentación	http://s1.q4cdn.com/808035602/files/annual-report/Barrick-Annual-Report-2010.pdf
Detour Lake	Presentación	http://miningmarketwatch.net/images/DGCfactsheet.pdf
Diavik Expansión	Presentación	http://www.riotinto.com/documents/Diamonds%20and%20Minerals/Diavik_Diamond_Mine_2003-2013_milestones.pdf
El Limón-Guajes	Noticia	http://www.mining.com/new-mexican-gold-mine/

Eleonore	Noticia	http://www.mining.com/goldcorps-eleonore-mine-quebec-reaches-commercial-production/
Ernest Henry Expansión	Noticia empresa	http://www.glencore.com/assets/media/doc/news/2014/201406250800-Shaft-hoisting-commences-in-AUD589m-underground-project.pdf
Escondida (OGP1)	Noticia	http://www.equipo-minero.com/noticias/2042-escondida-inaugura-tercera-planta-concentradora.html#.WI9_bKjibIU
Esperanza	Noticia	http://www.equipo-minero.com/contenidos/1141-esperanza-en-el-desierto.html#.WI-BA6jibIU
Essakane	Noticia empresa	http://www.iamgold.com/English/investors/news-releases/news-releases-details/2010/IAMGOLD-Achieves-Commercial-Production-at-Essakane-Effective-July-16-20101122589/default.aspx
Gaby Fase II	Noticia empresa	https://www.codelco.com/proyecto-gaby-fase-ii/prontus_codelco/2011-06-03/203849.html
Gahcho Kué	Noticia empresa	https://www.hatch.com/Projects/Metals-And-Minerals/GahchoKue
Garpenberg Expansión	Noticia	https://im-mining.com/2014/08/28/boliden-garpenberg-high-technology-mine-expansion-inaugurated/
George Fisher North Expansión	Noticia	http://www.miningreview.com.au/news/mount-isa-hub-north-west/
Hope Downs	Noticia empresa	https://www.hancockprospecting.com.au/current-projects/
Jimblebar Expansión	Noticia	http://www.mining.com/bhp-cuts-ribbon-at-its-3-6bn-jimblebar-iron-ore-mine-expansion-12699/
Karara	Noticia empresa	https://www.gindalbie.com.au/wp-content/uploads/2017/11/110629-Karara-Cost-Review-Completion-1.pdf
Kibali Fase 1	Presentación	http://www.randgoldresources.com/sites/randgoldresources/files/Kibali%20Site%20Visit%20-%20January%202015.pdf
Koniambo	Presentación	http://www.glencore.com/assets/media/doc/speeches_and_presentations/glencore/2014/GLEN-Investor-Day-2014-Nickel-final.pdf
Kupol	Noticia	http://www.mining-technology.com/projects/kupalgoldandsilver/
Las Bambas	Noticia	http://www.nuevamineria.com/revista/peru-las-bambas-impulsara-fuerte-crecimiento-de-produccion-de-cobre-en-2016/
Liqhobong	Página empresa	http://www.firestonediamonds.com/operations/mining-operations/liqhobong/key-economic-price-assumptions
Lomas Bayas II	Noticia	http://www.equipo-minero.com/contenidos/1168-lomas-bayas-crece.html#.WI-aVqjibIU
Los Bronces Expansión	Noticia empresa	http://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Plc/media/AngloAmerican_FS_Los%20Bronces.pdf
Lubambe	Página empresa	http://www.zccm-ih.com.zm/copper-cobalt-gold/lubambe-copper-mines/
Lucky Friday Expansión	Noticia empresa	http://www.eproxymaterials.com/interactive/hl2015/pf/page_041.pdf?print_pages=true
Lumwana	Noticia	https://www.newswire.ca/news-releases/equinox-provides-lumwana-mine-update-536979841.html
Malartic	Página empresa	http://www.canadianmalartic.com/Apropos-histoire-en.html

Manantial Espejo	Presentación	https://www.last10k.com/sec-filings/paas/0001341004-09-000680.htm
McArthur River Expansión	Noticia empresa	http://www.mipac.com.au/enews-article/mipac-commissioning-the-mcarthur-river-mining-phase-3-development-project
Meadowbank	Presentación	https://s21.q4cdn.com/374334112/files/doc_presentations/2013/The-Meadowbank-Experience-Lessons-Learned-About-Gold.pdf
Ministro Hales	Página empresa	https://www.codelco.com/ministro-hales/prontus_codelco/2011-07-06/113544.html
Mount Milligan	Presentación	http://www.pdac.ca/docs/default-source/priorities/flow-through-shares/thompson-creek-metal--mt-milligan-open-pit-copper-and-gold-mine.pdf?sfvrsn=eb90b398_2
Ngezi Fase I	Revista	https://issuu.com/glen.t/docs/inside_mining_march_2012_low_res
Onca Puma	Noticia empresa	http://www.vale.com/en/investors/information-market/press-releases/pages/vale-inicia-a-producao-de-niquel-em-onca-puma.aspx
Peñasquito Expansión	Noticia	http://www.nuevamineria.com/numero9/vision_latina.php
Pilanesberg	Presentación	http://www.sedibeloplatinum.com/component/jdownloads/send/18-2010/93-platmin-annual-report-2010
Pilar Norte	Noticia empresa	https://www.codelco.com/explotacion-pilar-norte/prontus_codelco/2011-06-03/213657.html
Piriquitas	Noticia empresa	http://www.marketwired.com/press-release/silver-standard-reports-fourth-quarter-and-year-end-2009-results-tsx-sso-1127092.htm
Prominent Hill	Noticia	http://www.miningweekly.com/print-version/oz-minerals-starts-coppergold-output-at-new-mine-2009-02-27
Pueblo Viejo	Página empresa	https://barricklatam.com/barrick/presencia/republica-dominicana/informacion-general/quienes-somos/2014-07-04/123001.html
Ramu	Página empresa	http://www.highlandspacific.com/current-projects/ramu-nickel
Rapid Growth Project 4	Presentación	http://ncc.gov.au/images/uploads/DERaFoTD-001.pdf
Rapid Growth Project 5	Presentación	https://industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/Documents/mimp/bree_memp_nov2011.pdf
Salobo	Presentación	http://www.vale.com/EN/investors/information-market/presentations-webcast/PresentationsWebcastsDocs/Investor_Tour_2013.pdf
Salobo Expansión	Presentación	https://s21.q4cdn.com/266470217/files/doc_downloads/maps/salobo/160513-Salobo-Tour-with-Silver-Wheaton-vFinal.pdf
Samarco Expansión	Presentación	http://www.samarco.com/wp-content/uploads/2016/08/2014-Anual-Sustainability-Report.pdf
Saucito	Noticia	http://www.bnamericas.com/en/news/mining/fresnillo-inaugurates-saucito-mine
Saucito II	Presentación	http://www.fresnilloplc.com/media/168918/fresnillo-fy14-results.pdf
Sierra Gorda	Noticia empresa	http://kghm.com/en/sierra-gorda-capex-definitive-cost-estimate

Snap Lake	Noticia	https://www.thestar.com/business/2008/02/09/de_beers_pricey_snap_lake_mine_to_take_billiondollar_writedown.html
Spence	Noticia	https://www.reuters.com/article/us-chile-billiton-spence/chile-spence-mine-to-produce-180000t-copper-in-07-idUSN2531071720070326
Tagaung Taung	Presentación	http://exon.episerverhosting.com/Attachments/21264/Commodity%20Strategy%20Comment%2026%20june%202014.pdf
Tenke Fungurume	Presentación	http://www.miningdataonline.com/reports/TenkeFungurume_TR_2014-07-21.pdf
Tonkolili Fase I	Presentación	http://www.african-minerals.com/system/files/uploads/financialdocs/AM_CorporatePresentation_February2012.pdf
Toromocho	Revista	https://issuu.com/revistamch/docs/latinomineria_100
Tropicana	Página empresa	http://www.tropicanaqv.com.au/irm/content/history.aspx?RID=410
Victor	Página empresa	http://www.debeersgroup.com/canada/en/operations/mining/victor-mine.html
Westwood	Página empresa	http://www.iamgold.com/English/investors/news-releases/news-releases-details/2012/IAMGOLD-Files-Mineral-Resource-Report-for-Westwood-Project-Confirms-Resources-and-Start-up-in-Early-20131128943/default.aspx

ANEXO B

Referencias CAPEX proyectos de infraestructura y proyectos de petróleo y gas

Tabla B-1: Referencias del CAPEX en estimación de factibilidad para proyectos de infraestructura

Proyecto		Estimación
Aeropuerto El Loa Expansión	Noticia	http://www.emol.com/noticias/nacional/2012/07/05/549179/mini-stro-de-obras-publicas-inicia-obras-del-nuevo-aeropuerto-de-calama.html
Aeropuerto Juscelino Kubitschek Actualización	Noticia	http://rm-forwarding.com/2012/02/07/aa-2000-se-adjudico-el-aeropuerto-de-brasilia/
Aeropuerto Regional Araucanía	Presentación	http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/detalleConstruccion.aspx?item=13
Autobuses de Tránsito Rápido Ecovía (BRT)	Noticia	https://www.bnamericas.com/es/noticias/infraestructura/nuevo-leon-inicia-trabajos-en-sistema-de-brt-de-us139mn
Autopista Antofagasta	Presentación	http://www.concesiones.cl/proyectos/Documents/Autopista%20de%20Antofagasta/Bases%20Licitacion.pdf
Autopista Concepción-Cabrero	Noticia	http://diarioelsur.cl/base_elsur/site/artic/20110328/pags/20110328114642.html
Autopista Elevada Puebla	Noticia	http://mexiconewsdaily.com/news/construction-starts-week-second-level-mexico-puebla-freeway/
Autopista La Serena-Vallenar	Noticia	https://www.bnamericas.com/es/noticias/infraestructura/ministerio-adjudica-a-sacyr-concesion-para-via-la-serena-vallenar
Central Hidroeléctrica La Higuera	Página empresa	http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=40882
Central Termoeléctrica Angamos	Noticia	http://www.mercurioantofagasta.cl/prontus4_noticias/site/artic/20080828/pags/20080828000542.html
Complejo de Coker Refinería Aconcagua	Página empresa	https://www.enap.cl/descarga/forzada/756
Embalse Ancoa de Linares	Noticia	http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2008/02/12/maule-comienza-contrato-para-ejecutar-el-embalse-ancoa-de-linares/
Hospital de Maipú	Noticia	http://www.ssmc.cl/comenzo-construccion-del-hospital-de-maipu/
Interpuerto Monterrey	Noticia	http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/invertiran-dos-mil-mdd-en-interpuerto-monterrey
Línea 5 (Maipú, Pudahuel, Lo Prado) Extensión	Noticia	http://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticialD=6691
Línea 5 Metrobús-Ciudad de México	Noticia	http://www.metroscubicos.com/articulo/consejos/2013/03/21/inicia-obra-del-quinto-metrobus-en-el-df

Metrotranvía de Mendoza Ampliación	Noticia	https://www.taringa.net/posts/noticias/6294475/El-Metrotranvia-Urbano-de-Mendoza.html
Parque Eólico Punta Colorada	Noticia empresa	http://www.mch.cl/2008/09/09/corema-de-region-de-coquimbo-da-luz-verde-a-parque-eolico-de-barrick-en-punta-colorada/
Puerto Yurimaguas-Nueva Reforma	Noticia	http://www.mundomaritimo.cl/noticias/inauguran-en-peru-fase-i-del-terminal-portuario-de-yurimaguas-nueva-reforma
Terminal Portuaria de Tuxpan	Página	https://nz.pinterest.com/pin/414964553145630558/
Torre Titanium La Portada	Página empresa	https://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticialD=9826
Tren Coronel Extensión	Página empresa	http://www.fesur.cl/es/extension-coronel/

Tabla B-2: Referencias del CAPEX en construcción para proyectos de infraestructura

Proyecto		Construcción
Aeropuerto El Loa Expansión	Noticia empresa	http://www.cacsa.cl/es/?cat=68&scat=804&cont=1459&template=2
Aeropuerto Juscelino Kubitschek Actualización	Noticia	http://www.lanacion.com.ar/1682878-eurnekian-inauguro-en-brasil-el-primer-aeropuerto-antes-del-mundial
Aeropuerto Regional Araucanía	Presentación	https://www.bnamericas.com/project-profile/es/nuevo-aeropuerto-de-la-region-de-la-araucania-nuevo-aeropuerto-araucania
Autobuses de Tránsito Rápido Ecovía (BRT)	Noticia	https://obrasparanuevoleon.wordpress.com/2014/01/28/entra-en-operaciones-el-nuevo-sistema-de-transporte-ecovia-en-la-zona-metropolitana-de-monterrey/
Autopista Antofagasta	Página empresa	http://www.autopistasdeantofagasta.cl/inicio/?page_id=166
Autopista Concepción-Cabrero	Presentación	http://www.mop.cl/participacion_ciudadana/Documents/2017/Cuenta Publica 2017 Biobio Informe.pdf
Autopista Elevada Puebla	Noticia	https://www.bnamericas.com/en/news/puebla-elevated-highway-opens-in-mexico1
Autopista La Serena-Vallenar	Noticia	http://www.laserenaonline.cl/2016/05/10/comienza-operacion-de-doble-via-la-serena-vallenar/
Central Hidroeléctrica La Higuera	Página empresa	http://www.tinguiricaenergia.cl/nuestros-proyectos/en-operacion/
Central Termoeléctrica Angamos	Noticia	http://www.emol.com/noticias/economia/2011/10/14/508009/aes-gener-concreta-entrada-en-operacion-comercial-de-unidad-ii-de-termoelectrica-angamos.html
Complejo de Coker Refinería Aconcagua	Noticia	http://www.latercera.com/noticia/enap-y-socios-internacionales-inauguran-refineria-de-petroleo-en-concon/

Embalse Ancoa de Linares	Noticia	http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/07/18/en-septiembre-comenzara-el-llenado-del-embalse-ancoa/
Hospital de Maipú	Noticia	http://www.24horas.cl/nacional/presidente-pinera-inaugura-el-nuevo-hospital-de-maipu-972222
Interpuerto Monterrey	Página	https://www.bnamericas.com/es/project-profile/infraestructura/interpuerto-monterrey-interpuerto-monterrey
Línea 5 (Maipú, Pudahuel, Lo Prado) Extensión	Noticia	http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=20110203633683
Línea 5 Metrobús-Ciudad de México	Presentación	http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Linea-5-F.pdf
Metrotranvía de Mendoza Ampliación	Presentación	http://www.epremendoza.gov.ar/_a_estaticas/informe.pdf
Parque Eólico Punta Colorada	Página empresa	https://barricklatam.com/parque-eolico-punta-colorada/barrick/2012-11-28/101849.html
Puerto Yurimaguas-Nueva Reforma	Noticia	http://elcomercio.pe/economia/peru/ositran-obras-puerto-yurimaguas-concluidas-221174
Terminal Portuaria de Tuxpan	Noticia	http://t21.com.mx/maritimo/2017/03/03/epn-inaugura-tuxpan-port-terminal-ssa-mexico-va-hidrocarburos
Torre Titanium La Portada	Noticia	http://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticialD=12494
Tren Coronel Extensión	Noticia	http://www.biobiochile.cl/noticias/2015/10/03/extension-de-biotren-a-coronel-presenta-un-62-de-avance.shtml

Tabla B-3: Referencias del CAPEX en estimación de factibilidad para proyectos de petróleo y gas

Proyecto		Estimación
Atlantis	Noticia	http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=3250
Chinguetti	Página	https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_megaprojects_(2006)
East Area NGL II	Página	https://wikileaks.org/plusd/cables/05LAGOS1951_a.html
Enfield	Noticia	http://www.ogj.com/articles/2003/07/woodside-awards-enfield-fpso-hull-contract.html
Frade	Noticia empresa	http://www.inpex.co.jp/english/news/inpex/2006/0622.pdf
Horizon Fase 1	Noticia empresa	https://www.cnrl.com/upload/media_element/187/01/0210_horizonapprovalpr.pdf
Jack/St. Malo Fase 1	Página	http://www.offshore-technology.com/projects/jackstmalodeepwaterp/
Jackfish Fase 1	Revista	https://open.alberta.ca/dataset/ea4094cf-1607-40a5-8b36-490408eedf07/resource/e17b3b6b-c1e0-4399-8212-4b0613f370fa/download/2682926-2004-economic-outlook-Fiscal-Plan.pdf
Jackfish Fase 2	Presentación	http://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/d/NYSE_DVN_2008.pdf
Jubilee Fase 1	Noticia	https://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/95576/First_Jubilee_Phase_Set_for_First_Oil_by_YearEnd/
Nikaitchuq	Noticia	http://killajoules.wikidot.com/archive:eni-starts-development-of-its-first-operated-project
Oooguruk	Presentación	http://www.akrepublicans.org/senres/24/pdfs/senres_sb305_64.pdf
Perla	Noticia	https://oilprice.com/Energy/Natural-Gas/Venezuela-To-Open-Up-Massive-Natural-Gas-Field-With-European-Investment.html
Polvo	Noticia	https://www.energy-pedia.com/news/brazil/devon-energy-to-drill-polvo-field-wells--hopes-for-new-reserves
Stybarrow	Noticia	http://www.resilience.org/stories/2005-04-10/bhp-australian-explorers-shift-gas-oil-finds-dwindle/
Tubular Bells	Página	http://abarrellfull.wikidot.com/tubular-bells-oil-and-gas-field

Tabla B-4: Referencias del CAPEX en construcción para proyectos de petróleo y gas

Proyecto		Construcción
Atlantis	Noticia	http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=54166
Chinguetti	Página	http://www.subseaiq.com/data/PrintProject.aspx?project_id=258
East Area NGL II	Noticia	https://www.thefreelibrary.com/NIGERIA+-+ExxonMobil+Operations-a0263669054
Enfield	Página	http://www.offshore-technology.com/projects/enfield-oil-field-western-australia/
Frade	Noticia empresa	http://www.jogmec.go.jp/english/news/release/release0024.html
Horizon Fase 1	Noticia	https://archive.is/20071130090446/http://www.nationalpost.com/todays_paper/story.html?id=127797

Jack/St. Malo Fase 1	Noticia	http://www.offshorepost.com/new-chevron-st-malo-rig-begins-operation/
Jackfish Fase 1	Presentación	http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9OTkwMTd8Q2hpbGRJRD0tMXxUeXBIPtM=&t=1
Jackfish Fase 2	Presentación	http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9OTkwMTd8Q2hpbGRJRD0tMXxUeXBIPtM=&t=1
Jubilee Fase 1	Noticia	http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=95576
Nikaitchuq	Página	http://www.offshore-technology.com/projects/nikaitchuqoilfieldal/
Oooguruk	Presentación	http://dor.alaska.gov/Portals/5/Docs/ACESDocuments/Pioneer/ACES%20final%20Oct23%20(S)RES.pdf
Perla	Noticia	https://www.repsol.energy/en/press-room/press-releases/2011/12/23/repsol-begins-development-of-super-giant-perla-field.cshtml
Polvo	Noticia	http://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/48586/devon_investing_us300mn_in_polvo_eyes_rounds_8_9
Stybarrow	Noticia	http://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/52251/BHP_Expect_Quick_Oil_Ramp_Up_in_New_Australia_Province
Tubular Bells	Noticia	http://www.aogr.com/magazine/editors-choice/hess-scores-major-success-with-tubular-bells-project-in-deepwater-miocene-p