



**bhpbilliton**

## **Reporte de Avance del Convenio de Cooperación entre Ministerio de Energía y Consejo Minero**

**BHP Pampa Norte  
Minera Cerro Colorado**

**Febrero 2017**



# Contenido

---

<b>Abreviaturas, simbología y acrónimos</b>	<b>1</b>	
---	----------	--

---

<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>2</b>	
--------------------------	----------	--

---

<b>1. Antecedentes generales</b>	<b>4</b>	
Descripción de las instalaciones		4
Cerro Colorado		4

---

<b>2. Caracterización energética</b>	<b>7</b>	
Fuentes energéticas		7
Antecedentes de energía eléctrica		8
Antecedentes de consumo de Petróleo Diésel		10
Indicadores de desempeño energético propuestos al Ministerio de Energía		11
IDE 1 Energía total v/s Cu fino		12
IDE 2 Energía LIX-SX-EW v/s Cu fino		13
IDE 3 Energía total Mina v/s material extraído		13
IDE 4 Energía total Área Seca v/s material tratado		14
Otros IDEs analizados		14
IDE5 Electricidad total CMCC v/s Cu fino		15
IDE 6 Energía Total EW v/s Cu fino		15
IDE 7 Electricidad EW v/s Cu fino		16
IDE 8 Combustible EW v/s Cu fino		16
Equipos consumidores de energía		17
Equipos Mina		17
Equipos Área Seca		17
Equipos Área Húmeda		18
Equipos Área Campamento y casino		18

---

<b>3. Iniciativas de Eficiencia energética</b>	<b>19</b>	
--	-----------	--

---

<b>4. Seguimiento de medidas de EE</b>	<b>20</b>	
Medidas comprometidas al Ministerio de Energía - 2015		20

---

<b>5. Gestión de Energía</b>	<b>23</b>	
Alcance y límites del SGE		24
Política Energética		24
Revisión Energética		26
Línea Base de Energía		27

---

<b>6. Plan de eficiencia energética</b>	<b>28</b>	
---	-----------	--

## BHP Billiton

Corto Plazo	28
Mediano Plazo	29
Largo Plazo	29

Este informe es extendido en el Marco del Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, firmado por ambas partes con fecha 15 de julio de 2014. El tratamiento de la información aquí presentada se enmarca dentro de las disposiciones establecidas en dicho Convenio. Si existiesen posteriores requerimientos de información que pudiesen derivar de la recepción de este informe, éstos deberán ser tratados en forma directa entre las partes y de acuerdo a procedimientos vigentes al respecto.

## Abreviaturas, simbología y acrónimos

ACS	Agua Caliente Sanitaria
CMCC	Compañía Minera Cerro Colorado
EW	Electro-winning
FY	Año Fiscal (Fiscal Year)
GHG	Greenhouse Gases
GLP:	Gas Licuado de Petróleo
IDE:	Indicador de Desempeño Energético
IDEs	Indicadores de desempeño energético
ISO:	Organización Internacional de Normalización
kWh:	Kilo Watt Hora
LIX	Lixiviación
mnsn	Metros sobre nivel del mar
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
SGE:	Sistema de Gestión de la Energía
SX	Extracción por solvente

## Resumen Ejecutivo

En 2014, el Ministerio de Energía y el Consejo Minero firmaron un Convenio de Cooperación, con el objetivo de “impulsar el uso eficiente de los recursos energéticos en las Empresas Socias, a través de la promoción de la gestión energética y de la utilización de sistemas y equipos energéticamente eficientes, así como fomentar iniciativas que contribuyan a la innovación y la cultura en el buen uso de la energía”.

Como primera actividad en el marco del mencionado Convenio, se realizó una Auditoría Energética en 2015 en Compañía Minera Cerro Colorado, en adelante CMCC, cuyos resultados fueron reportados al Ministerio de Energía en octubre 2015.

En el presente informe, se da cuenta de los avances logrados por CMCC durante 2016 en cuanto a los compromisos y oportunidades levantados en el proceso antes descrito.

Respecto del consumo energético, esta nueva revisión muestra que:

- El consumo de combustible, petróleo diésel, corresponde al 70% del total de consumo energético y el de electricidad al 30%.
- En el caso de combustible, los principales consumos corresponden a camiones de mina (67%), equipos de apoyo en mina (28%), calentadores en área de Electro-winning (EW 13%) y otros consumos menores.
- En el caso de electricidad, los principales consumos corresponden al área de EW (67%), área seca (17%), área húmeda (13%) y otros consumos menores.

Se revisaron los indicadores de desempeño energético (IDE) propuestos a la autoridad en el informe de 2015, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Debido a que los indicadores propuestos en el informe anterior no resultaron ser representativos una vez trabajados con la data real de 2016, Minera CMCC analizará nuevamente aquellos asociados a:
  - Consumo total de Electricidad Total de CMCC versus Cu fino, Electricidad,
  - Consumo específico de Combustible en EW versus Cu fino y,
  - Consumo específico de Electricidad en EW versus Cu fino.
- Adicionalmente, se revisarán otros IDE que potencialmente puedan ser adoptados en el futuro.

En cuanto al análisis de las medidas de eficiencia energéticas se puede informar que,

- Existe una brecha en cuanto a la implementación de metodologías de medición y verificación de las medidas de eficiencia energética implementadas antes de 2015.
- Respecto de las iniciativas presentadas al Ministerio de Energía el año 2015, el status es el siguiente:
  - 5 de éstas se encuentran implementadas, de un total de 12.
  - Existe una brecha en la implementación de metodologías efectivas de medición y verificación de los ahorros obtenidos.
  - Se presentan nuevas iniciativas de eficiencia energética, adicionales a las mencionadas en el reporte de 2015, que dan cuenta de los esfuerzos desplegados por CMCC en este ámbito.

Del análisis en el avance en la implementación de un Sistema de Gestión Energética (SGE), la situación actual de CMCC refleja que:

- Existe una brecha en la implementación de un SGE, aun cuando se han ejecutado numerosas acciones en este ámbito, en distintas áreas y procesos de la compañía.
- Existen actualmente dos sistemas de gestión bajo las normas ISO 9.001 e ISO 14.001.
- Se considera factible implementar un SGE basado en la norma ISO 50.001, si bien su materialización debe ser evaluada en mayor grado de detalle.

Considerando el resumen anterior, CMCC, considera las siguientes actividades a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de continuar avanzando en el logro de los objetivos planteados en el marco del Convenio de Cooperación:

- Actividades de Corto Plazo (a diciembre 2017)
  - Ejecutar un análisis de brechas en profundidad, con el objetivo de mejorar la evaluación de la implementación futura de un SGE.
  - Analizar y estudiar la factibilidad de desarrollar un SGE en un área piloto.
  - Mejorar el establecimiento de IDEs, mediante el análisis y definición de aquellos IDEs que se ajusten de mejor forma a la realidad de los procesos mineros de CMCC.
  - Mejorar el seguimiento de las medidas de eficiencia energética ya implementadas, realizando primeramente una revisión y análisis de los protocolos más adecuados de medición y verificación de ahorros. Ejecutar un análisis de brechas en profundidad, con el objetivo de mejorar la evaluación de la implementación futura de un SGE Definir tipo de capacitaciones para el personal que se consideren relevantes para el desarrollo de un SGE.
  - Definir capacitaciones al personal.
  - Aumentar puntos de medición de energía.
  - Actualizar las curvas de costo marginal de abatimiento de iniciativas de reducción de emisión de gases de efecto invernadero, para evaluar su aporte a la eficiencia energética de la compañía.
- Actividades de Mediano Plazo (a diciembre 2018)
  - Implementación de un SGE en un área piloto.
  - Realizar seguimiento de medición y verificación de resultados para las medidas implementadas y nuevas iniciativas futuras.
  - Definir un plan de inversión, a 5 años, para nuevos sistemas de medición, que esté en línea con el plan de desarrollo de la compañía.
- Actividades de Largo Plazo (a diciembre 2020)
  - Analizar la factibilidad de extender el SGE a otras áreas de la compañía

# 1. Antecedentes generales

## Descripción de las instalaciones

BHP Billiton es una compañía global de recursos naturales. Su objetivo corporativo es crear valor a largo plazo para sus accionistas a través del descubrimiento, adquisición, desarrollo y comercialización de recursos naturales.

BHP Billiton se instaló en Chile en 1984, a través de la adquisición de Utah, que era el principal socio de Minera Escondida. En 2000, Billiton adquirió Rio Algom, que tenía entre sus activos Spence y Cerro Colorado. El año 2001 se produjo la fusión de BHP y Billiton; y en 2004, dada la gran concentración de operaciones de cobre en Chile, la compañía decidió instalar en Santiago las oficinas de su entonces División Metales Base, hoy Minerals Americas.

La unidad de negocios BHP Billiton Pampa norte, 100% propiedad de BHP Billiton, está integrada por dos operaciones a rajo abierto: Compañía Minera Cerro Colorado y Minera Spence. Ambas faenas producen cátodos de alta calidad mediante el procesamiento de óxidos y sulfuros de cobre a través de lixiviación, extracción por solventes y electro obtención.

## Cerro Colorado

Cerro Colorado, CMCC, se ubica en la Provincia del Tamarugal, comuna de Pozo Almonte, a 2.600 metros sobre el nivel del mar y a 120 kilómetros de Iquique. Esta faena inició su fase de producción en el año 1994.

A objeto de facilitar la descripción de las obras y partes físicas de CMCC que forman parte de la operación actual, las instalaciones de CMCC se han dividido en Sector Mina y Sector Lagunillas.

### Sector Mina

A una altitud de 2.600 msnm, en el Sector Mina se localizan las instalaciones asociadas a la extracción de mineral y su procesamiento, las que corresponden a las Áreas Mina y Área Planta respectivamente.

En el Área Mina se desarrollan las actividades de extracción de mineral desde las frentes activas, el transporte del material estéril hacia los botaderos y del mineral hacia los stocks y hacia el chancado. La extracción de material (lastre y mineral) es de aproximadamente 217 ktpd, como promedio diario, con un máximo de alrededor 261 ktpd al año.

En el Área Planta se concentran todas las actividades relacionadas con el proceso productivo el cual se inicia con el chancado de mineral seguido de su lixiviación en pilas dinámicas y la disposición del material agotado en botaderos de ripios; la separación del cobre, para obtener una solución rica en el proceso de extracción por solventes, y finalmente la recuperación del cobre desde la solución rica mediante electro-obtención, para obtener cátodos de cobre. CMCC tiene una producción de alrededor de 79.500 toneladas métricas de cobre fino (referencia año 2014).

Los procesos del Sector Mina, Área Mina y Área Planta, se muestran a continuación. El proceso se inicia con la extracción del mineral, en un proceso de extracción a rajo abierto. El mineral es extraído mediante campañas de tronaduras, y luego transportado por camiones hacia el área de Chancado Primario.

CMCC cuenta con dos plantas independientes, Planta 1 y Planta 2, asociadas al manejo de material seco, las cuales incluyen desde el chancado primario hasta la lixiviación en pilas. Aguas abajo de las pilas de lixiviación se muestran las áreas húmedas asociadas al manejo de soluciones acuosas generadas en el sector de piscinas; concentración de soluciones acuosas realizada en el área de Extracción por Solventes y la obtención de cátodos realizada en el área de Electro-obtención. Estas dos últimas áreas son parte de las instalaciones originales (Planta 1), y actualmente procesan el flujo resultado de las pilas de lixiviación de la Planta 1 y Planta 2.

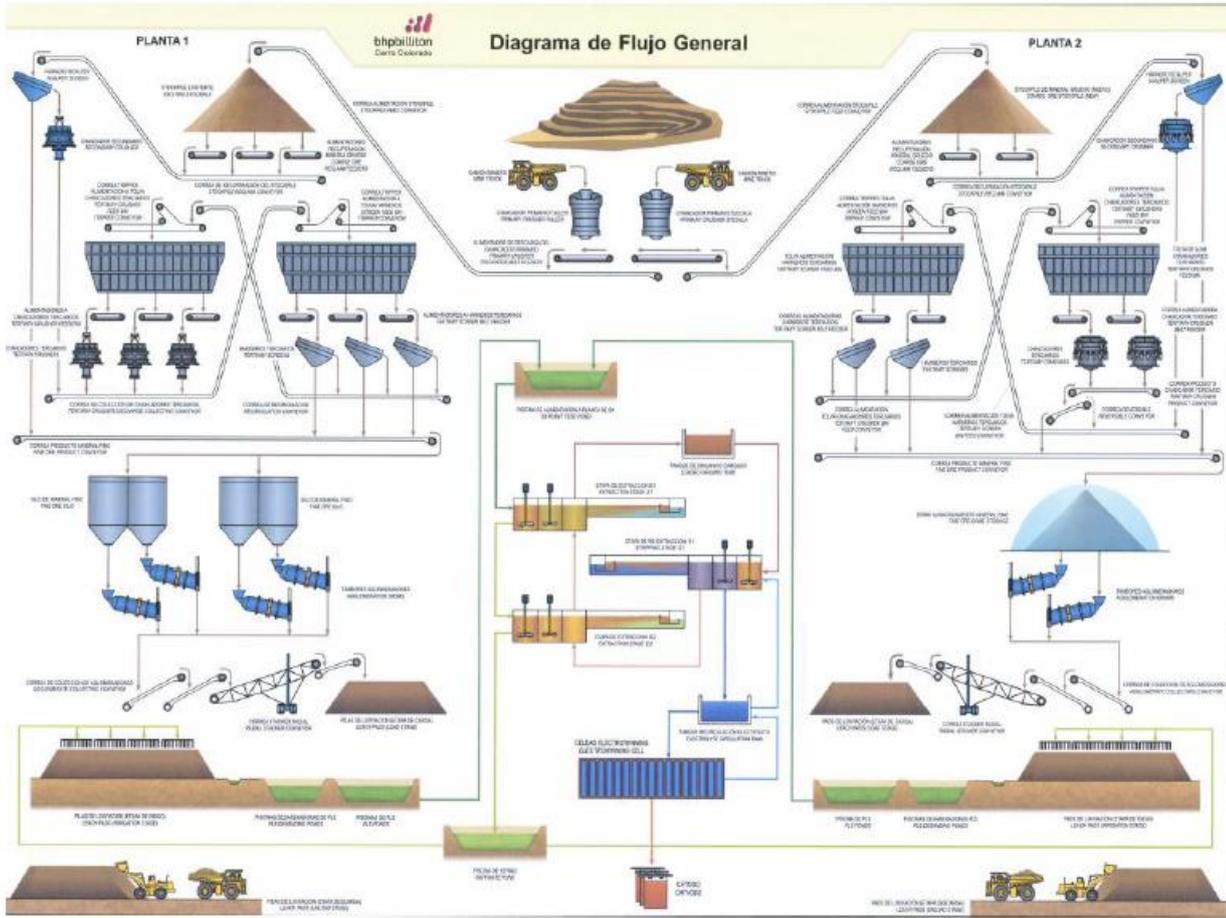


Figura 1: Esquema de los procesos productivos CMCC.

Sector Lagunillas

En el Sector Lagunillas se encuentran localizados los pozos de extracción de agua subterránea desde donde CMCC obtienen los recursos hídricos necesarios para el beneficio de los minerales en el Sector Mina y para la operación del sistema de recarga artificial del bofedal de Lagunillas, en el Sector Lagunillas.

Pampa Lagunillas está localizada a aprox. a 70 km al Noreste del Sector Mina en la comuna de Pica, a una altura promedio de 4.050 msnm. El agua es conducida desde este Sector hacia las operaciones de CMCC a través de un acueducto de 76 km de longitud. Actualmente el caudal máximo de extracción de aguas autorizado ambientalmente corresponde a 150 l/s, de los cuales 25 l/s son destinados a riego del Bofedal de Lagunillas y 125 l/s son utilizados para abastecer los procesos productivos y otros requerimientos de CMCC.

El producto de CMCC corresponde a cobre fino contenido en cátodos de cobre. En el Gráfico 1 se muestran las cifras de producción de cobre fino desde julio del 2013 a junio 2016 (años fiscales 2014, 2015 y 2016)

Además, en esta gráfica se muestra la cantidad de mineral extraído, material procesado y material movido.

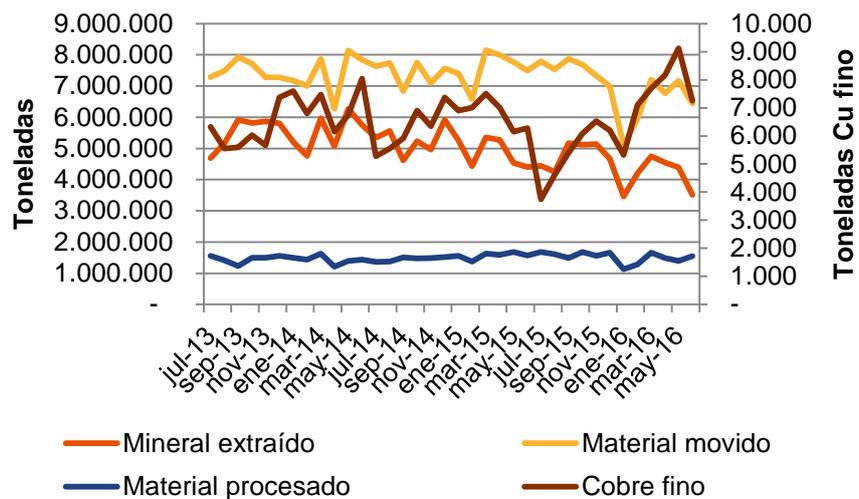


Figura 2: Distribución de producción años fiscales 2014, 2015 y 2016

La siguiente tabla muestra un resumen de las toneladas de cobre fino, material extraído, material movido y mineral procesado para los años fiscales 2014, 2015 y 2016, respectivamente.

Tabla 1: Resumen producción años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Ítem	Toneladas FY14 (t/año)	Toneladas FY15 (t/año)	Toneladas FY16 (t/año)
Material extraído	66.283.578	60.880.913	53.668.826
Material movido	89.264.098	89.990.264	83.825.290
Mineral procesado	17.376.831	18.131.355	18.168.267
Cobre Fino	79.363	78.220	77.235

## 2. Caracterización energética

A continuación, se presenta el uso de energía de las instalaciones y los balances de energía de las áreas principales de Cerro Colorado.

### Fuentes energéticas

Los principales energéticos utilizados por Cerro Colorado son electricidad y combustibles fósiles. En la siguiente figura muestra la evolución de estos para los Años Fiscales<sup>1</sup> FY14, FY15 y FY16.

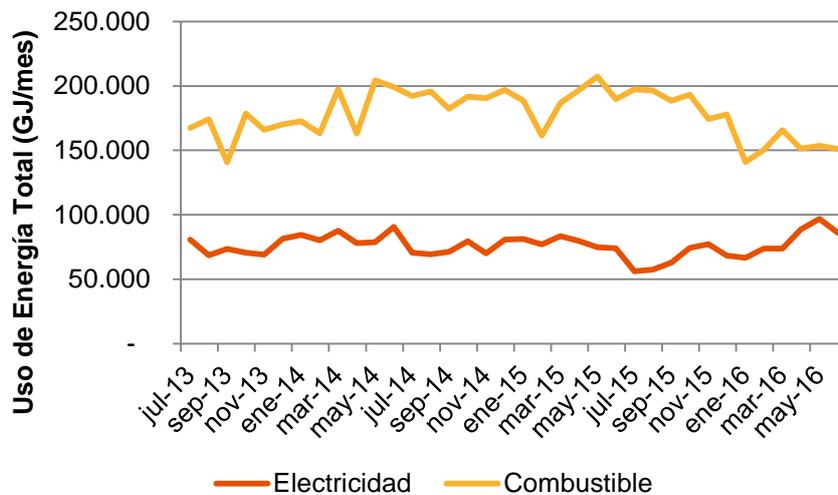


Figura 3: Distribución de consumos energéticos mensuales para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

La siguiente tabla da cuenta del detalle de consumo de los energéticos anteriores, para el mismo período de tiempo:

Tabla 2: Resumen de uso de energía para FY14, FY15 y FY16.

Energético	Energía FY14 (GJ/año)	Energía FY15 (GJ/año)	Energía FY16 (GJ/año)
Electricidad	944.147	911.991	882.382
Petróleo Diésel	2.096.713	2.279.420	2.040.813
<b>Total</b>	<b>3.040.860</b>	<b>3.191.411</b>	<b>2.923.194</b>

En el siguiente gráfico se presenta el consumo de electricidad y combustible (petróleo diésel en unidades equivalentes) para los años fiscales FY14, 15 y 16

<sup>1</sup> Año fiscal (Fiscal Year, FY): corresponde a un año fiscal o año financiero es un periodo de 12 meses, comenzando en julio de un año y finalizando en junio del próximo. Por ejemplo, el FY16 comienza en julio 2015 y finaliza en junio 2016.

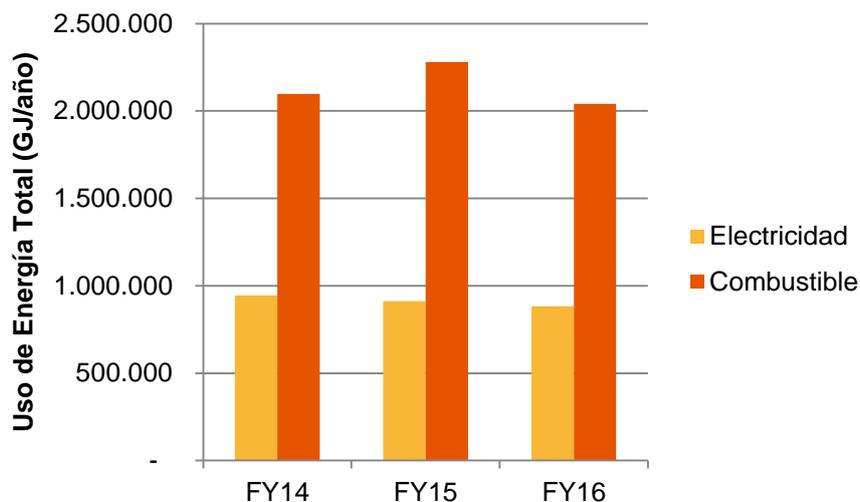


Figura 4: Consumos de energéticos para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

En particular para el FY16, se puede apreciar que los consumos de electricidad y combustibles no son similares, en unidades equivalentes de GJ y claramente es mayor el consumo de combustibles con respecto a la electricidad. Para el FY16 el consumo de combustible equivale al 70% y electricidad un 30% con respecto al consumo total de energía como se puede observa en proxima figura.



Figure 5: Consumos de energéticos para el año fiscal 2016 en GJ

### Antecedentes de energía eléctrica

A continuación, se presentan los balances de energía eléctrica para las áreas principales de Cerro Colorado.

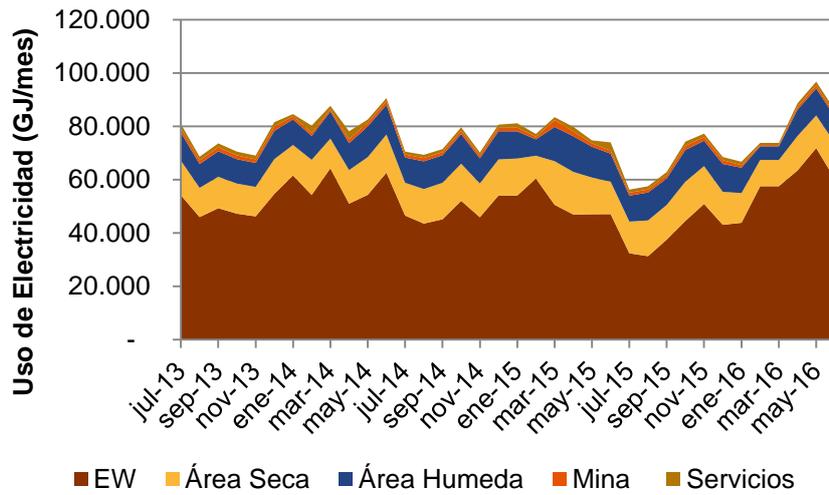


Figura 6: Consumo mensual de energía eléctrica por áreas para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Los principales equipos consumidores de energía eléctrica por áreas se detallan a continuación:

Tabla 3: Principales áreas y equipos consumidores de energía eléctrica.

Área	Equipos o sistemas
Mina	Despacho, truck shop, mantenimiento palas, perforadoras.
Área Seca	Chancador primario, secundario y terciario, correas transportadoras, feeder, harneros.
Área Húmeda	Aglomeradores, Correas de apilamiento y SX
EW	Celdas de de electro-obtención las naves.
Servicios	Campamentos, casino, oficinas, talleres de mantención, laboratorios, planta de tratamiento de aguas, bodegas.

En la próxima figura se presentan los porcentajes de consumo de energía eléctrica en las principales áreas para el año fiscal 2016:

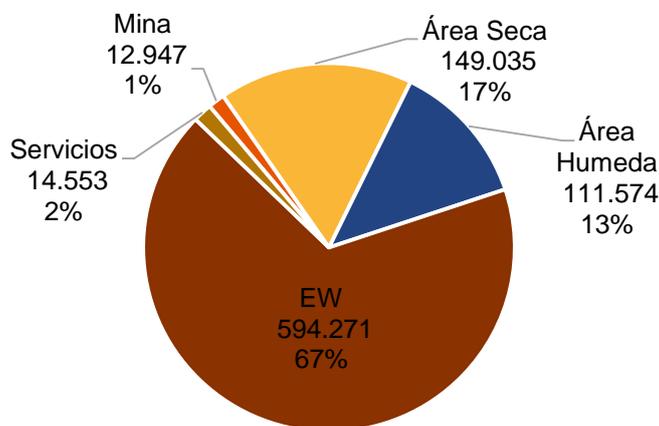


Figura 7: Balance de Electricidad por Áreas en unidades de GJ para año fiscal 2016.

El principal consumidor de energía corresponde a área de EW, que utiliza casi el 67% de la energía eléctrica de las instalaciones. Entre el área seca y húmeda consumen del orden de un 30%. El resto corresponde a consumos menores.

### Antecedentes de consumo de Petróleo Diésel

Las ilustraciones siguientes muestran los balances de petróleo diésel para las diferentes áreas de la compañía.

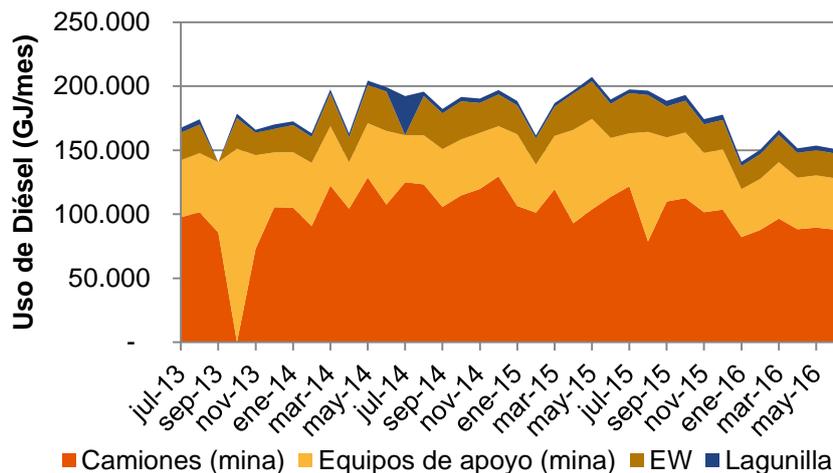


Figura 8: Consumo mensual de Petróleo diésel para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Los principales equipos por áreas son:

Tabla 4: Principales áreas y equipos consumidores de petróleo diésel.

Área	Equipos o sistemas
Camiones (área mina)	Camiones Caterpillar 793F, 793 C y 789
Equipos de apoyo (área mina)	perforadoras, motoniveladoras, bulldozer, wheeldozer, generadores respaldo campamento
EW	Calentadores
Lagunilla	Bombas
Planta	Calentadores, generadores respaldo SSEE y campamento

La próxima figura presenta los porcentajes de consumo de petróleo diésel en las áreas presentadas en la Tabla 4 para el año fiscal 2016:

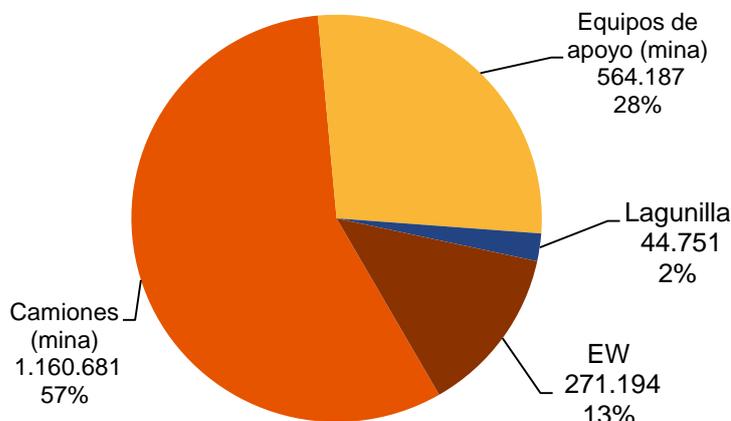


Figura 9: Balance de combustible por áreas para el año fiscal 2016.

Petróleo diésel es el principal combustible utilizado en el área de Mina, que concentra el 85% del consumo total. La flota de camiones corresponde al mayor usuario de este combustible con 57% del consumo total de la instalación.

### Indicadores de desempeño energético propuestos al Ministerio de Energía

Los IDE de desempeño energético presentados al Ministerio de Energía el año 2015 son:

Tabla 5: IDE propuestos al Ministerio de Energía en 2015

	Fuente Energética	Área	Descripción	Definición IDE
IDE 1	Electricidad + Combustibles Fósiles (Petróleo y LPG)	Global	Uso total de energía (MJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ Cu}$
IDE 2	Electricidad + Petróleo Diésel	LIX-SX-EW	Uso total de energía del área LIX-SX-EW (MJ) por toneladas de cobre fino producido (tCu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ Cu}$
IDE 3	Electricidad + Petróleo Diésel	Mina (incluye Chancado Primario)	Uso total de energía del área Mina (MJ) por toneladas de mineral extraído, incluyendo lastre ( $t_{extraído}$ )	$IDE = \frac{GJ}{t_{extraído}}$
IDE 4	Electricidad + Petróleo Diésel	Seca (incluye Chancado Secundario y Terciario)	Uso total de energía del área Seca (MJ) por toneladas de mineral tratado (t)	$IDE = \frac{GJ}{t}$

## IDE 1 Energía total v/s Cu fino

La ilustración siguiente muestra la evolución de este IDE entre julio 2013 y junio 2016. Se observa una correlación entre variables muy baja ( $R^2$  igual a 0,05), por lo que es recomendable re-evaluar este IDE.

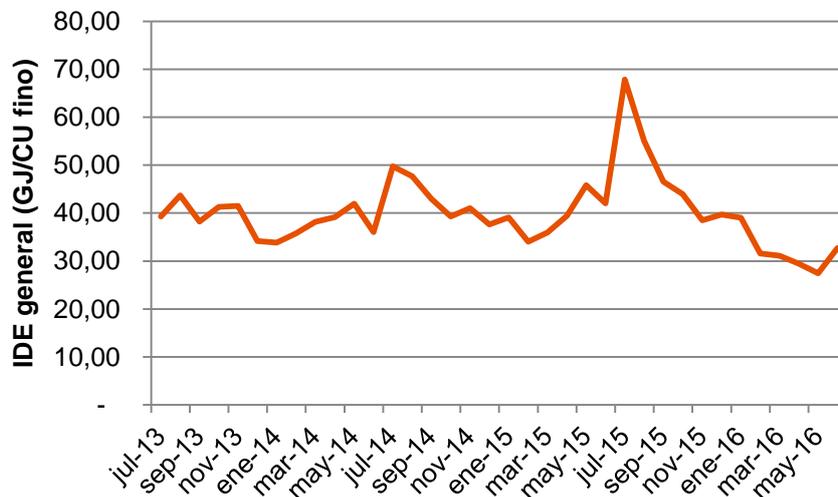


Figura 10: Distribución mensual IDE1 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

## IDE 2 Energía LIX-SX-EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador se muestra a continuación.

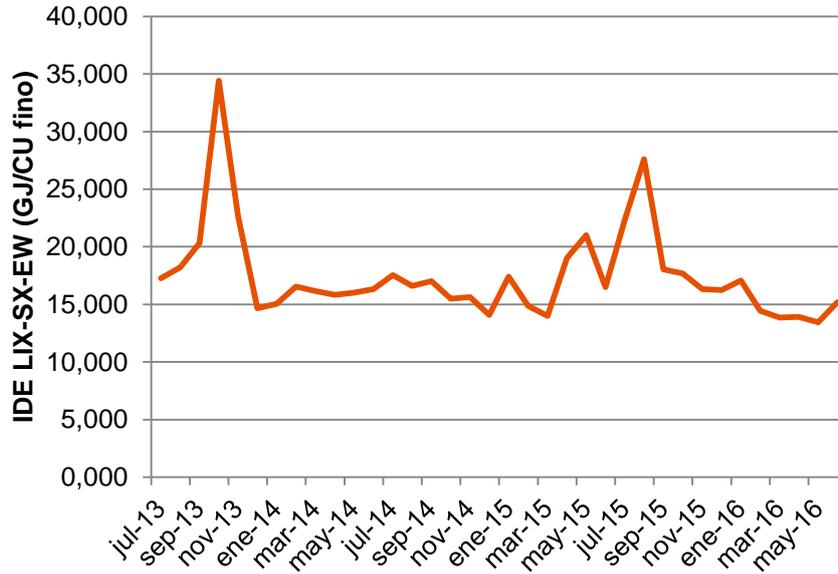


Figura 11: Distribución mensual IDE2 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Al realizar una correlación lineal entre el consumo de energía total área LIX-SX-EW y las toneladas de cobre fino, se observa una correlación entre variables muy baja ( $R^2$  igual a 0,04), por lo que es recomendable re-evaluar este IDE.

## IDE 3 Energía total Mina v/s material extraído

La variación mensual de este indicador se muestra a continuación.

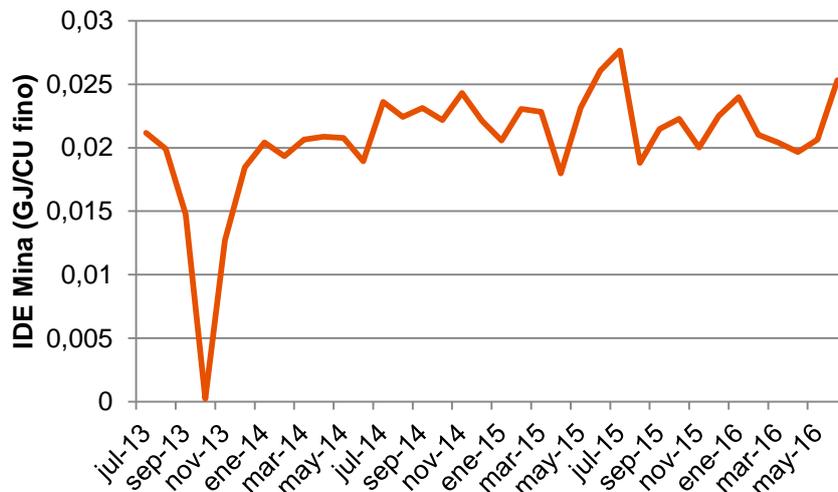


Figura 12: Distribución mensual IDE3 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Al realizar una correlación lineal entre el consumo de energía total del área mina y las toneladas extraídas de material, se puede apreciar no existe una correlación entre las variables, con un  $R^2$  igual a 0,02, por lo que se recomienda re-evaluar este IDE.

## IDE 4 Energía total Área Seca v/s material tratado

La variación mensual de este indicador se muestra a continuación.

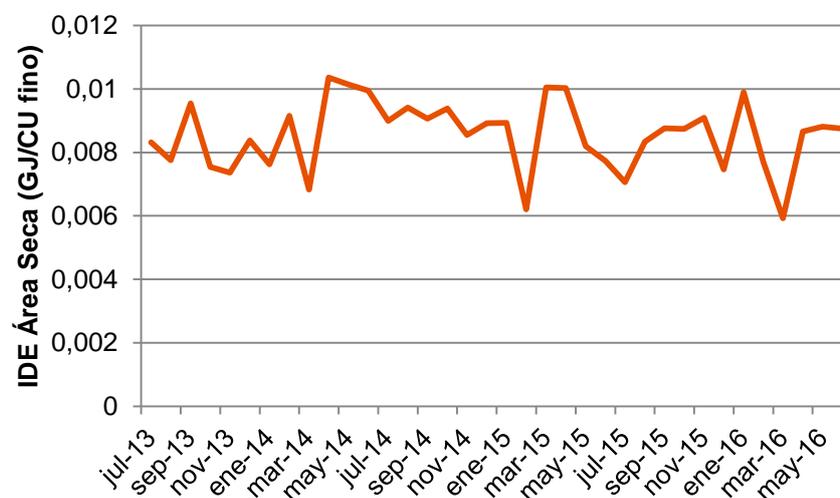


Figura 13: Distribución mensual IDE4 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Al realizar una correlación lineal entre el consumo de energía total del área seca y las toneladas de material tratado, se puede apreciar que existe una correlación baja entre las variables, con un  $R^2$  igual a 0,12

### Otros IDEs analizados

En respuesta a las observaciones anteriores, se han levantado indicadores de desempeño energético alternativos, los que, sometidos a la data real, presentan mejor correlación entre las variables de interés.

Tabla 6: IDEs alternativos.

	Indicador	Área	Descripción	Definición IDE
IDE 5	Electricidad Total CMCC vs Cu fino	Global	Uso de electricidad total (GJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t Cu}$
IDE 6	Electricidad + Combustible área EW vs Cu fino	Electrowinnig	Uso total de energía (GJ) área EW por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t Cu}$
IDE 7	Electricidad EW vs Cu fino	Electrowinnig	Uso de electricidad área EW (GJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t_{extraído}}$
IDE 8	Combustible vs Cu fino	Electrowinnig	Uso de combustible área EW (GJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{tCU}$

## IDE5 Electricidad total CMCC v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación.

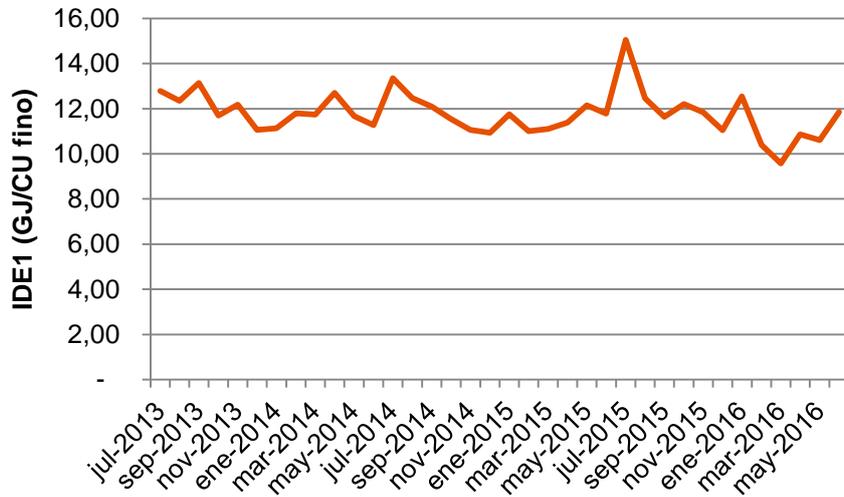


Figura 14: Distribución mensual IDE 5 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Correlación entre variables: 0,84.

## IDE 6 Energía Total EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación.

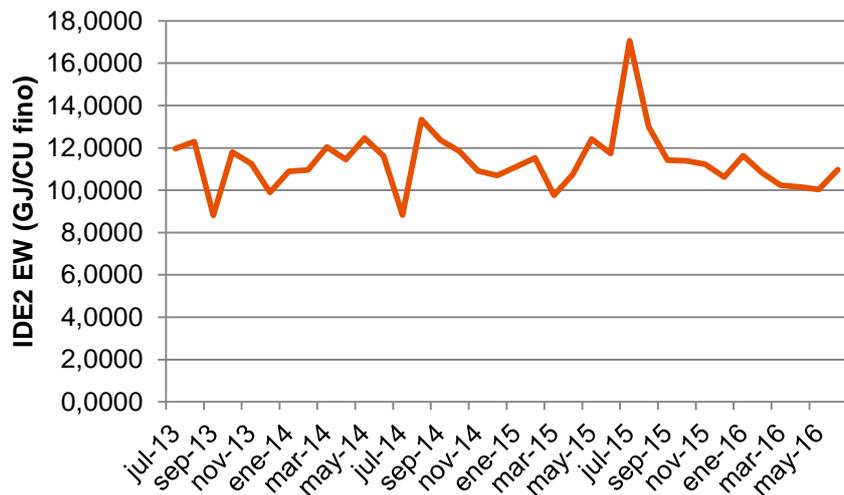


Figura 15: Distribución mensual IDE 6 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Correlación entre variables: 0,04

## IDE 7 Electricidad EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación.

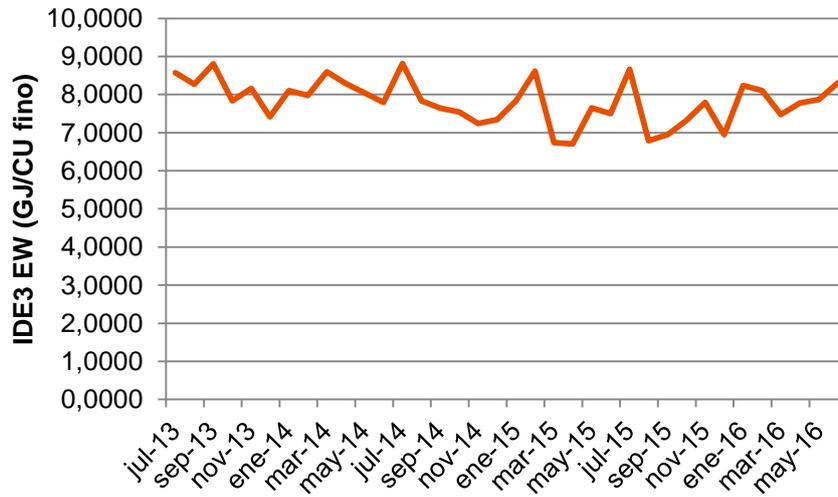


Figura 16: Distribución mensual IDE7 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Correlación entre variables: 0,83.

## IDE 8 Combustible EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación.

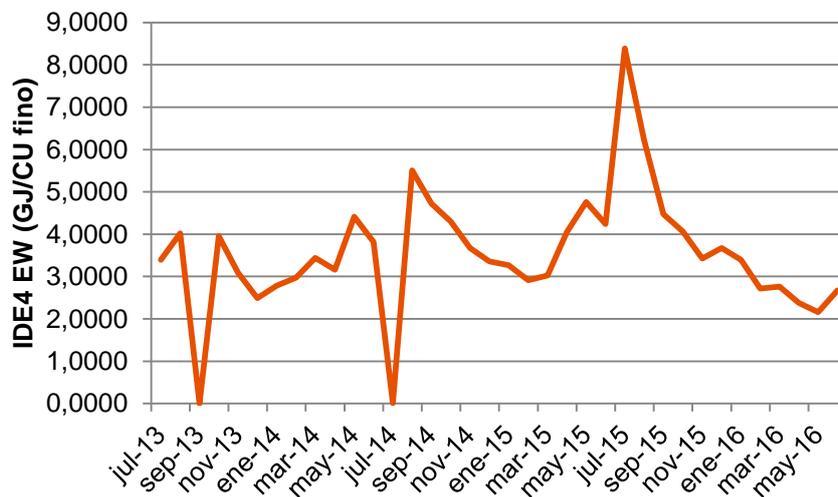


Figura 17: Distribución mensual IDE 8 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

No existe correlación entre las variables con un  $R^2$  igual a 0,0004.

En base al análisis anterior CMCC continuará con el seguimiento y mejoramiento de los indicadores que han demostrado mejores correlaciones entre variables, a saber, IDE5, IDE6, IDE7.

El mejoramiento debe incluir:

- Re-validación de IDEs con los diferentes actores involucrados.

- Definir una metodología de validación de datos con el fin de no incorporar aquellos que pueden disminuir la correlación.
- Identificar otras variables que pueden influir en el uso de energía de los procesos.
- Implementar los nuevos IDEs y revisar sus resultados.

## Equipos consumidores de energía

A solicitud de la autoridad, se presenta un detalle de los principales equipos consumidores de energía en CMCC.

## Equipos Mina

**Tabla 7: Equipos mina**

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Camiones Mina</b>	Modelos Caterpillar 793F, 793 C y 789	41
<b>Palas Eléctricas</b>	Tipo de excavadora frontal.	3
<b>Cargadores frontales</b>	Se emplea para cargar camiones con materiales.	10
<b>Bulldozer</b>	Se utiliza principalmente para el movimiento de tierras, de excavación y empuje de otras máquinas.	6
<b>Aguateros</b>	Corresponde a camiones aljibe.	3
<b>Wheeldozer</b>	Tractores de ruedas (equipos auxiliares)	3

## Equipos Área Seca

**Tabla 8: Equipos área seca planta 1**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Chancador primario</b>	1
<b>Harnero</b>	4
<b>Chancador secundario</b>	1
<b>Chancador terciario</b>	3
<b>Circuito de correas</b>	1
<b>Tambores aglomeradores</b>	4
<b>Tren apilamiento</b>	1

**Tabla 9: Equipos área seca planta 2**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Chancador primario</b>	1
<b>Harnero</b>	3
<b>Chancador secundario</b>	1
<b>Chancador terciario</b>	2
<b>Circuito de correas</b>	1
<b>Tambores aglomeradores</b>	3
<b>Tren apilamiento</b>	2

## Equipos Área Húmeda

Tabla 10: Equipos área húmeda

Equipo	Descripción	Cantidad
<b>Rectificadores</b>	Existen 4 grupos con dos rectificadores corriente continua, de 20kA, 230 V cada uno.	8

Tabla 11: Equipos área húmeda

Equipo	Descripción	Cantidad
<b>Calentadores</b>	Asisten al sistema de calentamiento de electrolito.	5
<b>Calderas</b>	Generar vapor para el sistema de fullton.	5

## Equipos Área Campamento y casino

Tabla 12: Equipos campamento

Equipo	Cantidad
<b>Termos eléctricos</b>	Sin información
<b>Postes de iluminación</b>	191
<b>Aire acondicionado Split</b>	118

### 3. Iniciativas de Eficiencia energética

A modo de resumen, se presenta un listado de los proyectos de eficiencia energética informados en calidad de implementados al Ministerio de Energía en 2015:

**Tabla 13: Proyectos implementados e informados al Ministerio 2015.**

Área	Proyecto	Descripción	Año implementación
Área Mina	Incrementar el uso de aceite de descarte en tronaduras	Se ha incrementado el uso de aceite de descarte, que se utiliza en conjunto con petróleo diésel como parte de la mezcla para explosivos en las tronaduras, hasta llegar a una proporción de 70/30.	2012

Al proyecto señalado anteriormente, CMCC puede informar en este reporte que ha implementado las siguientes iniciativas adicionales, posteriores a 2015:

**Tabla 14: Proyectos de eficiencia energéticas implementados posterior a 2015**

Medida	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción
1	Área EW	Mantenimiento integral de calentadores	Se realizó un Over-Haul del calentador; de esta manera, se está utilizando sólo un calentador (de tres instalados) para la mantención de la temperatura en la solución.
2	Área Mina	Disminuir la sobre perforación para las tronaduras	Se lograría evitar entre 1,5 y 2,0 mts de perforación. Existen ahorros por combustible, mantención y repuestos y uso de ANFO (explosivo). Se implementó en enero 2017, y se está generando la metodología de reporte.
3	Área Mina	Uso de cámara de aire o agua en tronaduras	En promedio se estima un ahorro de 2 metros de explosivo. Se está generando la metodología de reporte.
4	General	Optimización de transporte interno y externo de trabajadores	La primera etapa a finales del 2015 y la segunda el 2016. Consistió en eliminar flota en capacidad instalada, sin aumentar frecuencia. Se eliminaron 2 taxis buses, 3 minibuses tipo sprinter, 1 bus externo.
5	Área Mina	Ahorro de combustible en camiones de extracción	En estudio la alternativa de instalar dispositivos de ahorro de combustible en camiones de extracción, a fin de optimizar los procesos de la combustión en motores que, utilizan combustibles líquidos o gaseosos, basados en el principio del intercambio de electrones y la ionización de moléculas.

## 4. Seguimiento de medidas de EE

### Medidas comprometidas al Ministerio de Energía - 2015

En la tabla siguiente, CMCC presenta el status de las medidas de eficiencia energética propuestas a la autoridad en 2015:

**Tabla 15: Seguimiento de medidas de EE.**

N°	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción	Implementado	Justificación / Comentarios
1	General	Gestión, monitoreo y análisis para establecimiento de metas para ahorro energético	Establecimiento de herramienta de gestión para medir el consumo de energía y otras variables en línea que permita la obtención de Indicadores de Uso de Energía (IUE), análisis de la data histórica y el correcto establecimiento de metas de ahorro para las operaciones.	Parcialmente	Plataforma que monitorea y gestiona de información de energía eléctrica, agua y mineral; no incluye consumos de diésel. Es un repositorio de datos y no se realiza gestión de información automáticamente. Esta información de descarga para luego analizarla.
2	Área mina	Incremento en el factor de carga de los camiones	Al aumentar la cantidad de material en cada viaje camión se espera que el número total de viajes se reduzca, ahorrando consumo de combustible petróleo diésel.	Si	Optimización del factor de carga. Esta iniciativa se complementa con la iniciativa de aumento de ciclo de camiones descargando en chancador primario.
3	Área seca	Polines de bajo roce y cintas de baja rodadura	Se estima un ahorro energético por cambio a polines de bajo roce, por cambio de cinta de baja rodadura en correas horizontales, y por cambio de cinta en correas de alta con pendiente.	No	Proyecto pospuesto por limitaciones técnicas.
4	Área mina	Uso de Software Mine Care para gestión de flota de camiones	Realizar gestión sobre la flota de camiones, optimizando la utilización de aquellas máquinas que presenten mejores condiciones, y derivando a mantención previo a la falla de algún vehículo.	No	Proyecto pospuesto por limitaciones técnico-económicas.
5	Área Mina	Incrementar el uso de aceite de descarte en tronaduras	Incrementar el actual uso de aceite de descarte, que se utiliza en conjunto con petróleo diésel como parte de la mezcla para explosivos en las tronaduras.	Desde 2012	Implementación comenzó en 2012, donde se comenzó reemplazando un 25% de diésel, para luego incrementar la presencia de aceite en la mezcla a 30%, 60% y 70%.
6	Área SX-EW	Sistema de ajuste automático de	Se puede lograr una mejor relación oxígeno /	No	Iniciativa reemplazada por mantención integral

N°	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción	Implementado	Justificación / Comentarios
		puntos óptimos de aire para combustión en calderas	combustible instalando un control automático (PID) de lazo cerrado en función del oxígeno a la salida de las calderas		periódica de los calentadores
7	Área EW-SX-LIX	Economizadores en el escape de los gases de las calderas de vapor	Los gases de escape de las calderas contienen gran cantidad de energía (calor) que puede ser recuperada mediante la instalación de economizadores en los ductos de salida para precalentar el agua de la caldera.	No	Iniciativa reemplazada por mantención integral periódica de los calentadores.
8	General	Motores de alta eficiencia	Reemplazar los motores pequeños, de potencia instalada menor a 20kW, por motores de alta eficiencia en vez de proceso de rebobinado.	No	Proyecto pospuesto por limitaciones técnicas.
9	Área EW-SX-LIX	Utilización de variadores de frecuencia en el sistema de impulsión de refino	Reemplazo actual sistema de regulación de válvulas manuales que introduce pérdidas de cargas. El variador de frecuencia permite al sistema de impulsión regular el caudal necesario a través de la velocidad, obteniéndose un ahorro de potencia eléctrica, eliminando el requerimiento de la válvula para generar una pérdida de carga.	No	Proyecto pospuesto por limitaciones técnicas.
10	General	Mejoramiento de luminarias	Reemplazo de las actuales luminarias del área campamento por luminarias de tecnología LED.	Sí	Implementación de luminarias solares en aquellos lugares que se requerían mayores niveles de iluminación. Actualmente, el 40% de las luminarias exteriores son fotovoltaicas con tecnología led.
11	Campamento	Uso de energía solar para suplir de agua caliente al campamento	El calentamiento de agua caliente sanitaria (ACS) se realiza mediante gas para 362 personas y electricidad para 922 personas. El calentamiento de ACS puede ser cubierto en un gran porcentaje por sistemas termo solares.	No	Proyecto no ejecutado, por razones técnico-económicas.
12	Área EW	Uso de energía solar para calentar agua requerida en EW	Actualmente el calentamiento del electrolito se realiza a través de calderas de combustión diésel. La propuesta es	No	Proyecto pospuesto por limitaciones técnicas

**BHP Billiton**

N°	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción	Implementado	Justificación / Comentarios
			utilizar un sistema termo solar parabólico.		

## 5. Gestión de Energía

Respecto de la implementación de un SGE, durante el proceso del mismo, se conformará un equipo que incluya cargos que sean transversales a la organización e incluyan representantes de las principales áreas que afectan el desempeño energético. Esto asegurará contar con un mecanismo eficaz para involucrar diferentes partes de la organización en la planificación, implementación y mantenimiento del SGE.

A continuación, se presenta el esquema del Equipo de Gestión de Energía en CMCC:

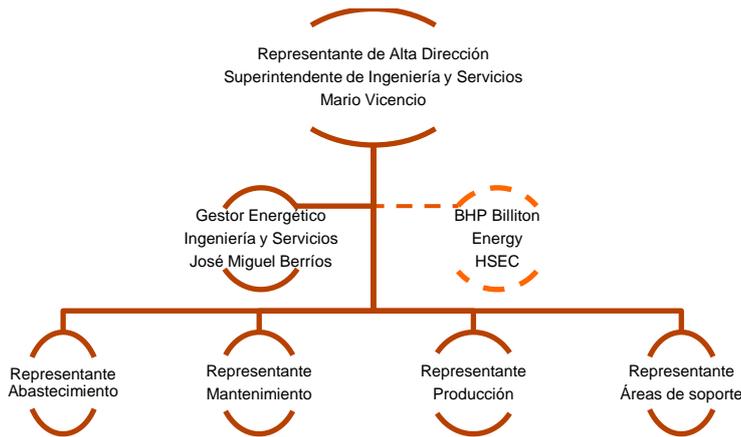


Figura 18: Equipo de Gestión de Energía en CMCC

Las responsabilidades que se asignarán al equipo del SGE serán:

Tabla 16: Responsabilidades del Equipo de Gestión de Energía

Responsabilidades del Equipo Gestión de Energías
<ul style="list-style-type: none"><li>• Asesorar a la Alta Dirección en temas energéticos</li><li>• Analizar los consumos de energía en las distintas áreas, así como proponer y recopilar las propuestas o ideas de ahorro</li><li>• Presentar y evaluar la implementación del SGE al resto de la empresa</li><li>• Revisar los resultados de la auditoría interna y de las acciones correctivas</li><li>• Usar herramientas de gestión</li><li>• Revisar anomalías en el límite de control del indicador de desempeño energético (IDE)</li><li>• Programar reuniones periódicas del equipo (trimestrales)</li></ul>

Los datos de contacto relevantes son los siguientes:

- **Representante de Alta Dirección:** Mario Vicencio, Superintendente de Ingeniería y Servicios ([mario.mr.vicencio@bhpbilliton.com](mailto:mario.mr.vicencio@bhpbilliton.com))
- **Gestor Energético:** José Miguel Berríos, Ingeniero Senior Soporte Técnico, Superintendencia de Ingeniería ([jose.jm.berrios@bhpbilliton.com](mailto:jose.jm.berrios@bhpbilliton.com))

Las responsabilidades del Gestor Energético incluyen:

**Tabla 17: Responsabilidades del Gestor Energético**

Responsabilidades del Gestor Energético
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dialogar con el representante de la Alta Dirección con el fin de incorporar en conjunto los objetivos definidos para la gestión energética en la estrategia global de gestión de la calidad. Ejecutar efectivamente los cambios exigidos por la política energética en la empresa.</li><li>• Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía en la organización.</li><li>• Apoyar al Representante de la Alta Dirección la elaboración de un sistema de información para que los responsables de todos los departamentos estén en conocimiento de los objetivos anuales de gestión energética y del estado actual de cumplimiento de dichos objetivos en su área de responsabilidad. El propósito de esta tarea es fortalecer la cooperación y el sentimiento de responsabilidad compartida entre todos los participantes con el fin de alcanzar los objetivos definidos.</li><li>• Verificar el consumo de energía mediante el monitoreo periódico de los indicadores energéticos definidos en el sistema de gestión.</li></ul>

A nivel global de BHP Billiton división Minerals Americas, centraliza la gestión a través de:

- David Páez, Senior Specialist Environment & Permits, Copper HSEC Function [David.V.Paez@bhpbilliton.com](mailto:David.V.Paez@bhpbilliton.com)
- Christian Clavería, Manager Energy, Copper Strategy & Development [Christian.Claveria@bhpbilliton.com](mailto:Christian.Claveria@bhpbilliton.com)
- Bárbara Kostya, Contracts Owner, Copper Strategy & Development [Barbara.Kostya@bhpbilliton.com](mailto:Barbara.Kostya@bhpbilliton.com)

## Alcance y límites del SGE

CMCC cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental (en adelante SGA) implementado basado en la norma ISO 14.001:2004 y un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008 en algunas áreas. Estas normas se encuentran certificadas.

CMCC planea implementar un SGE en el proceso de Electro-Winning y que el límite corresponda sólo a dicha área.

## Política Energética

CMCC cuenta con una política de desarrollo sostenible, adjunta, la cual cuenta con puntos en común a una política energética, si bien existen brechas.

En la Tabla 18 se detallan los puntos que requiere una política energética y se indica cuál de ellos están actualmente considerados en la política de desarrollo sostenible.



## Cerro Colorado

# Política de Desarrollo Sostenible de Cerro Colorado

Nuestras principales prioridades son la seguridad de las personas, el compromiso con el medio ambiente y nuestras comunidades vecinas. La sostenibilidad, integridad, respeto, simplicidad, responsabilidad y alto desempeño forman la base sobre la cual llevamos a cabo nuestro negocio.

Donde quiera que operemos desarrollaremos, implementaremos y mantendremos sistemas de gestión para el desarrollo sostenible que fomenten el mejoramiento continuo y aseguren que nosotros:

- No transemos nuestros valores de salud y seguridad, trabajando continuamente en reducir el potencial de riesgos y exposiciones para nuestros empleados y nuestras comunidades.
- Identifiquemos, evaluemos y administremos los riesgos para empleados, contratistas, el medio ambiente y nuestras comunidades.
- Sostengamos prácticas de negocios éticas y cumplamos con los requerimientos legales o los superemos cuando éstos sean menos rigurosos que los nuestros.
- Respetemos y fomentemos los derechos humanos fundamentales dentro de nuestra área de influencia, respetando los derechos de los pueblos indígenas y valorando los legados culturales.
- Fomentemos una fuerza laboral diversa y proporcionemos un entorno laboral en el que todos sean tratados con justicia y respeto, y que permita el desarrollo de todo su potencial.
- Tomemos medidas dentro de nuestro propio negocio y activamente en la industria, para enfrentar el desafío del cambio climático.
- Establezcamos y logremos metas que fomenten el uso eficiente de los recursos e incluyan la reducción y prevención de la contaminación.
- Mejoremos la protección de la biodiversidad mediante la evaluación y consideración de los valores ecológicos y de uso del territorio en actividades de inversión, operación y cierre.
- Nos comprometamos de manera abierta, honesta, y regularmente, con nuestras autoridades y las personas que se vean afectadas por nuestras operaciones, y tomemos en cuenta sus puntos de vista y preocupaciones en la toma de nuestras decisiones.
- Desarrollemos alianzas que fomenten el desarrollo sostenible de nuestras comunidades, que mejoren los beneficios económicos y sociales asociados a nuestras operaciones y que contribuyan a una mejora en su calidad de vida.
- Revisemos periódicamente nuestro desempeño e informemos públicamente nuestros avances.

Evaluamos, planificamos y gestionamos nuestros impactos ambientales en todas las fases de nuestro negocio, desde la exploración hasta el desarrollo, operación y cierre de minas.

Al implementar esta Política, establecemos y ponemos todos nuestros esfuerzos en alcanzar metas que aseguran el uso eficiente de los recursos y la protección de la biodiversidad. Gestionamos los recursos con foco en el desarrollo sustentable, de acuerdo a la normativa vigente y a nuestros estándares corporativos. Con nuestras comunidades vecinas trabajamos en iniciativas que puedan ser un aporte sustantivo y que están alineadas con las políticas públicas.

Colin Bower  
Gerente General  
Compañía Minera Cerro Colorado

Figura 19: Política de Desarrollo Sostenible de Cerro Colorado.

**Tabla 18: Análisis de brechas en la política de desarrollo sostenible de Minera Spence versus una política energética**

<b>Política Energética</b>	<b>¿Está incluido en la política de Desarrollo Sostenible?</b>
Naturaleza del negocio	No la Incluye
Mejoramiento continuo	Sí la incluye, requiere agregar el componente energético.
Disponibilidad de información	Literalmente no la incluye, pero sí menciona que se comprometen de manera abierta y honesta con autoridades y personas que se vean afectada por las operaciones de Cerro Colorado.
Requisitos legales	Sí la incluye.
Recursos necesarios para lograr objetivos y metas	Incluye que gestiona los recursos necesarios con foco en el desarrollo sostenible.
Proporciona el marco para establecer y revisar los objetivos y metas	Proporciona el marco para metas en temas de eficiencia energética, habría que complementar para establecer además los objetivos.
Apoya la compra de productos y servicios energéticamente eficientes y de diseño de proyectos para la mejora del desempeño energético.	No la incluye.
Es documentada y comunicada a todos los niveles de la organización	Es documentada e informada públicamente.
Se revisa periódicamente y se actualizada cuando sea necesario	Incluye fecha de actualización.

A partir del análisis de brechas anterior, CMCC estudiará la factibilidad de implementar las recomendaciones siguientes:

- Incluir la mejora continua del desempeño energético de la organización
- Explicitar el compromiso de mantener disponible la información y de los recursos necesarios para lograr los objetivos y metas energéticas.
- Explicitar que la política proporciona el marco para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas o metas del Sistema de gestión de desarrollo sostenible, conocida internamente como Sistema de Gestión HSEC (Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Comunidad, por sus siglas en inglés).
- Incluir que la organización apoya la compra de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño de proyectos que permitan la mejora del desempeño energético.
- Explicitar que la política es comunicada a todos los niveles de la organización.

## Revisión Energética

La revisión energética corresponde a la etapa de análisis del uso de energía de la organización. Esta es usada para La revisión energética corresponde a la etapa de análisis del uso de energía de la organización. Esta es usada para tomar decisiones informadas sobre las acciones requeridas para el mejoramiento continuo del desempeño energético.

La revisión energética, que es la parte analítica del proceso de planificación energética, consiste en una revisión cuantitativa del uso de energía, identificación de los usos significativos y registrar oportunidades que mejoren el desempeño energético.

### **Análisis del uso y consumos de energía.**

En el capítulo 2 de este informe se presentaron los energéticos que consume CMCC. Los energéticos son:

- Petróleo diésel
- Electricidad

Se observa que CMCC cuenta con información histórica de los consumos y generación de cada tipo de energético, tanto por áreas y equipos principales.

CMCC analizará la factibilidad de implementar los mejoramientos siguientes, una vez iniciado el proceso de implementación del SGE en área piloto:

- Generar procedimientos para registrar periódicamente la información de consumos y producción de los energéticos, definiendo en detalle cuáles son los energéticos consumidos por los límites de batería del alcance a ser definido por el SGE.
- Realizar un levantamiento detallado de los equipos de medición de energía y su estado de calibración.
- Definir criterios para identificar las áreas y/o equipos de uso significativo de energía.

### **Línea Base de Energía**

La línea base energética usa la información de la revisión energética para definir un periodo de referencia, el cual es utilizado para medir el desempeño energético en el tiempo. Esta línea debe ser representativa y abarcar por lo menos un ciclo completo de consumo energético, por lo general se utiliza un periodo de 12 meses. La línea base que se desarrolle es válida siempre y cuando no se realicen cambios importantes en el proceso y patrones operacionales, los consumos de energía y/o los IDE's ya no reflejen el uso y consumo de energía de la organización.

Debido a que no existe un SGE, no existe definido un período que pueda considerarse como línea base energética para CMCC. Esta brecha será cubierta al implementarse el SGE en área piloto.

## 6. Plan de eficiencia energética

### Corto Plazo

Se considera corto plazo para aquellas iniciativas que sean posibles de comenzar su análisis durante el periodo que finaliza en diciembre de 2017. La mayoría son acciones relacionadas a sistemas de gestión. Otros tienen mayor relación a la obtención de mediciones energéticas, que ayuden a una gestión efectiva del recurso energético.

Tabla 19: Plan de corto plazo

Iniciativa	Actividades
<b>Analizar y estudiar la factibilidad de desarrollar un SGE en un área piloto.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer alcance</li> <li>• Definir estructura del equipo con roles y perfiles</li> <li>• Definir la línea base de energía</li> <li>• Definir usos significativos (equipos)</li> <li>• Definir alcances de una política</li> </ul>
<b>Analizar IDE que posteriormente pueden ser implementados y mejoramiento de los existentes.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo y mejoramiento de los IDE identificados en el capítulo respectivo.</li> <li>• Desarrollo de un IDE adecuado para el seguimiento del consumo de electricidad en EW versus Cu fino producido-</li> <li>• Desarrollo de un IDE adecuado para el seguimiento del uso de petróleo diésel para camiones de extracción</li> <li>• Desarrollo de un IDE adecuado para el seguimiento del uso de petróleo diésel para calentadores EW</li> </ul>
<b>Desarrollar los procedimientos para realizar seguimiento de medición y verificación de resultados para las medidas de eficiencia energética implementadas</b>	<p>Aplicables para</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas informadas como implementadas en el reporte 2015.</li> <li>• Medidas adicionales implementadas con posterioridad a 2015.</li> <li>• Otras medidas futuras.</li> </ul>
<b>Definir capacitaciones al personal.</b>	<p>Evaluación de la factibilidad de contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma E-learning</li> <li>• Cursos de Sistema de Gestión Energética (ISO 50.001)</li> <li>• Cursos de Medición y Verificación de Ahorros energéticos</li> </ul>
<b>Aumentar puntos de medición de energía.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En base la gestión de energía deseada, definir aquellas variables consideradas de alta importancia para ser medidas.</li> <li>• Revisar si estas mediciones ya existen, pero que no sean reportadas.</li> </ul>

<p><b>Actualizar las curvas de costo marginal de abatimiento de gases de efecto invernadero.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar fichas de cálculo y seguimiento portfolio de proyectos de reducción de emisiones de GHG</li> <li>• Elaborar Curvas de costo marginal de abatimiento de GHG para el portfolio de proyectos</li> </ul>
--	--

## Mediano Plazo

Se considera mediano plazo al periodo finaliza en diciembre de 2018. Estas iniciativas requerirán de estudios más detallados que permitan realizar una evaluación técnica-económica, con el fin de determinar el pase a potenciales etapas de implementación.

**Tabla 20: Plan de mediano plazo**

Iniciativa	Actividades
<p><b>Capacitación</b></p>	<p>Realizar capacitaciones en el ámbito de SGE y eficiencia energética</p>
<p><b>Implementación de un SGE en un área piloto</b></p>	
<p><b>Realizar seguimiento de medición y verificación de resultados para las medidas implementadas y nuevas iniciativas futuras.</b></p>	<p>Aplicables para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas informadas como implementadas en el reporte 2015.</li> <li>• Medidas adicionales implementadas con posterioridad a 2015.</li> <li>• Otras medidas futuras.</li> </ul>
<p><b>Aumentar puntos de medición de energía.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un plan de inversión, a 5 años, para nuevos sistemas de medición que esté en línea con el plan de desarrollo de la compañía</li> </ul>

## Largo Plazo

Se considera largo al periodo finalizando diciembre 2020 o posterior. Estos son iniciativas que requerirán estudios adicionales.

**Tabla 21: Plan de largo plazo**

Iniciativa	Actividades
<p><b>Analizar la factibilidad de extender el SGE a otras áreas de la compañía</b></p>	<p>Que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alcance.</li> <li>• Estructura del equipo con roles y perfiles.</li> <li>• Línea base de energía.</li> <li>• Usos significativos (equipos).</li> <li>• Política energética.</li> <li>• IDEs.</li> <li>• Capacitaciones.</li> <li>• Objetivos y metas.</li> </ul>

- Diseño y compras.

