

# REPORTE DE ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL

## SECTOR MINERÍA

Relación actual y futura entre el sector minero y el sector eléctrico

Año 8 – N° 12– diciembre 2019



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar

Lima – Perú

[www.osinergmin.gob.pe](http://www.osinergmin.gob.pe)

Gerencia de Políticas y Análisis Económico

Teléfono: 219-3400, Anexo 1057

[http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_osinergmin/estudios\\_economicos/oficina-estudios-economicos](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos)

Presentación.....	3
Introducción .....	4
Análisis descriptivo actual.....	4
Análisis por zonas .....	6
<i>a) Zona Norte.....</i>	<i>6</i>
<i>b) Zona Centro.....</i>	<i>7</i>
<i>c) Zona Sur .....</i>	<i>8</i>
Intensidad de uso eléctrico.....	9
<i>a) Unidades mineras cupríferas.....</i>	<i>9</i>
<i>b) Unidad minera de estaño .....</i>	<i>11</i>
<i>c) Planta de fundición y refinería de estaño.....</i>	<i>11</i>
<i>d) Unidad minera de hierro .....</i>	<i>12</i>
Análisis prospectivo .....	12
<i>Proyección vegetativa de la demanda eléctrica.....</i>	<i>12</i>
<i>Proyectos y ampliaciones mineras .....</i>	<i>13</i>
Comentarios finales.....	15
Anexo 1 .....	16
Anexo 2 .....	19
Referencias Bibliográficas .....	21
Abreviaturas, acrónimos y siglas utilizadas .....	22

## Presentación

La Gerencia de Políticas y Análisis Económico (GPAE), como parte de sus actividades asociadas a la gestión del conocimiento dentro del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú – Osinergmin, realiza un seguimiento a los principales eventos y discusiones de política en los sectores energético y minero. Este esfuerzo se traduce en los Reportes de Análisis Económico Sectorial (RAES) sobre las industrias reguladas y supervisadas por Osinergmin (electricidad, gas natural, hidrocarburos líquidos y minería).

Los RAES buscan sintetizar los principales puntos de discusión de los temas económicos vinculados a las industrias bajo el ámbito de Osinergmin y dar a conocer el posible desarrollo o la evolución futura de estos sectores. El presente reporte, *Relación actual y futura entre el sector minero y el sector eléctrico*, resume la importancia de la actividad minera en la demanda eléctrica.

El documento desarrolla la importancia de la relación entre el sector eléctrico y el minero. Para ello, se analiza la influencia de la minería en la economía y su posicionamiento a nivel internacional; se describen las principales características de las unidades mineras por tipo de mineral, según su intensidad de uso eléctrico y demanda eléctrica; finalmente, se desarrolla una proyección de la demanda eléctrica futura dado el ingreso de proyectos mineros intensivos en electricidad. Los comentarios y sugerencias se pueden enviar a la siguiente dirección de correo electrónico: [gpae@osinergmin.gob.pe](mailto:gpae@osinergmin.gob.pe).

Abel Rodríguez González  
Gerente de Políticas y Análisis Económico

## Introducción

La minería es una de las actividades económicas más importantes en el Perú, representa el 9% del PBI y su comportamiento es una pieza clave para el ritmo de la economía. El potencial minero en el Perú se centra, principalmente, en cobre, zinc, plomo, oro y plata.

Los procesos productivos de la minería son intensivos en el uso de energía eléctrica. Así, la minería, como actividad económica, se constituye en el principal consumidor de energía eléctrica en el Perú.

Tradicionalmente, las entradas o salidas de operaciones mineras han implicado incrementos o disminuciones de la demanda eléctrica peruana. Por ello, el presente documento analiza las principales relaciones, actuales y futuras, de la minería y su consumo eléctrico.

## Análisis descriptivo actual

La minería es una de las actividades económicas más importantes en el Perú. Según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), esta actividad representa el 13% de la inversión privada local y más del 60% del valor de las exportaciones totales del Perú. Según esa entidad, al primer semestre del 2019, la minería representó el 9.0% del PBI peruano.

Asimismo, a nivel global, el Perú está posicionado en el top del ranking de los principales productores de metales básicos y preciosos en el mundo (ver Cuadro 1).

**Cuadro 1: Posición del Perú en producción minera**

Producto	Latinoamérica	Mundo
Cobre	2	2
Plata	2	2
Zinc	1	2
Plomo	1	3
Estaño	1	4
Molibdeno	2	4
Oro	1	6

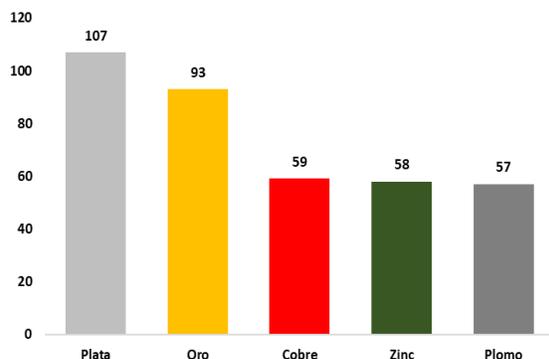
Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Según las estadísticas del Ministerio de Energía y Minas (Minem), a junio del 2019, en el Perú se registraron 141 unidades mineras formales en operación, correspondientes a la mediana y gran minería. En 17 de los 24 departamentos del Perú se realiza extracción minera formal.

La mayor concentración de unidades mineras está en la zona centro (43%), especialmente, en Junín. Este departamento alberga la mayor cantidad de unidades mineras de la zona (16). En el sur se localiza el 37% de las unidades mineras donde Arequipa es la región líder con 14 unidades mineras en producción.

En el Perú, la minería es fundamentalmente polimetálica, es decir, en una misma unidad minera se pueden hallar y explotar diferentes tipos de minerales. Se contabiliza que la presencia de mineral es 374 en las 141 unidades mineras analizadas, esto corresponde a una extracción de al menos dos o tres tipos de mineral por unidad (ver Gráfico 1).

**Gráfico 1: Presencia de mineral por unidades mineras formales a junio del 2019**



Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

La industria minera, especialmente en fase de producción, es intensiva en mano de obra, maquinaria pesada y el uso de energía. Mobarec (2015) aproximó que el costo de la energía representaba el 20% en la estructura de costos de la minería cuprífera subterránea chilena y era el segundo componente más importante en su estructura.

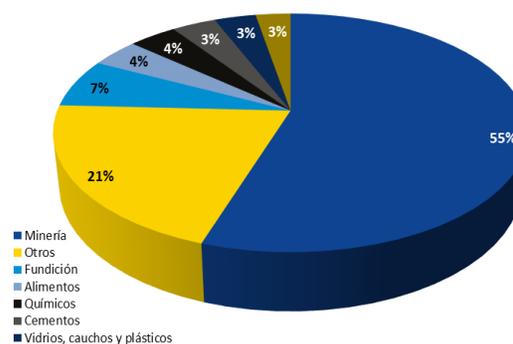
El consumo eléctrico en minería depende, básicamente, del tamaño de la mina (grande o pequeña), del tipo de yacimiento (tajo abierto o subterráneo), entre otros. En condiciones similares en una operación minera, un yacimiento subterráneo demandaría mayor electricidad por los equipos que utiliza. El tipo de proceso empleado (lixiviación o flotación) también es otro factor clave. Por lo general, el proceso de flotación es más intensivo en energía eléctrica debido al uso intensivo de celdas eléctricas. Finalmente, si la ley del mineral es baja, se necesita más energía para transportar y para procesar el mineral.

Según Osinergmin (2019), en el primer trimestre del 2019, la minería demandó el 32% de las ventas de energía eléctrica en el sistema a nivel nacional y se constituyó como

la actividad económica de mayor uso eléctrico en el Perú.

A marzo del 2019, la minería representó el 55% de la demanda de energía eléctrica de los clientes libres en el Perú (ver Gráfico 2).

**Gráfico 2: Consumo de clientes libres por actividad económica (MWh)**



Fuente: Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

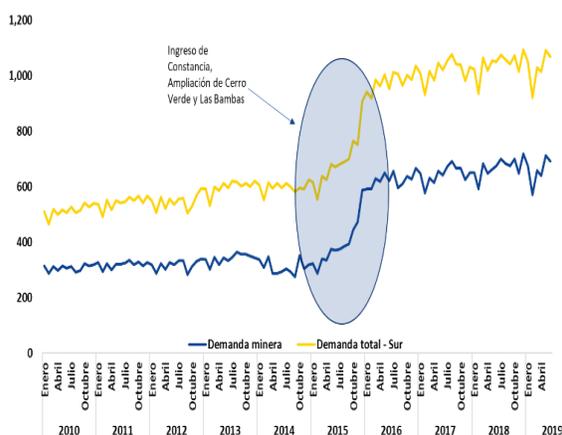
Dado el consumo eléctrico de las empresas mineras bajo análisis, éstas se clasifican como usuarios libres. La Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente - Ley N° 28832 define a los clientes libres como los consumidores que tienen una potencia contratada superior o igual a los 2.5 MW. Esa ley, también, permite que un usuario eléctrico con una potencia contratada en el rango de los 0.2 MW y 2.5 MW pueda elegir entre ser un cliente libre o regulado (menor a 0.2 MW).

Los clientes libres no están sujetos a la regulación de precios por la energía o potencia que consumen. Por lo tanto, pueden realizar contratos bilaterales con las empresas generadoras o distribuidoras.

En los últimos años, el consumo de electricidad se ha incrementado considerablemente, especialmente cuando ingresaron a operar grandes proyectos mineros como Toromocho, Constancia, Las

Bambas o la ampliación de Cerro Verde. Por ejemplo, el efecto de la puesta en marcha de estas tres últimas operaciones mineras fue significativo en el consumo eléctrico de la zona sur e incrementó la demanda de potencia en 353 MW (ver Gráfico 3).

**Gráfico 3: Evolución de la demanda eléctrica en la zona sur (MW)**



Fuente: COES. Elaboración: GPAE-Osinergmin

En términos de potencia, a marzo del 2019, siete clientes mineros concentraron 1000.9 MW, equivalente al 60% de la potencia contratada por el sector minero (ver Cuadro 2).

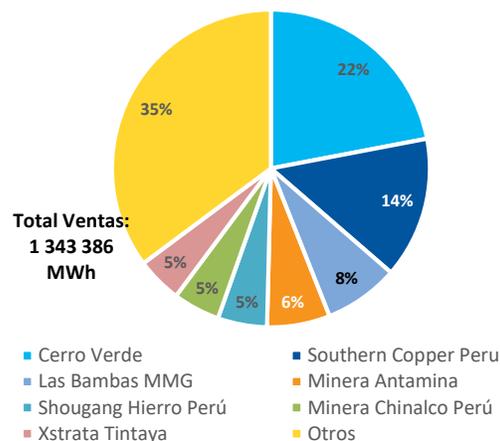
**Cuadro 2: Potencia contratada por Grandes Usuarios en el sector minero**

Rango de Potencia Contratada	N° Usuarios	Potencia Contratada (MW)
Mayor a 100 MW	7	1 000.89
<50 - 100]	1	90.00
<20 - 50]	14	444.45
[10 - 20]	9	137.00

Fuente: Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Asimismo, la actividad minera demandó 1 343 386 MWh en ese mes. Solo Cerro Verde y Southern Perú demandaron el 36% de la energía eléctrica que consume ese sector, equivalente al 11% de la demanda del sistema (ver Gráfico 4).

**Gráfico 4: Ventas de energía eléctrica por empresa minera, a marzo de 2019**



Fuente: Osinergmin elaboración: GPAE-Osinergmin

## Análisis por zonas

A continuación, para poder describir las características de las minas, se presenta una clasificación de acuerdo con la ubicación geográfica.

### a) Zona Norte<sup>1</sup>

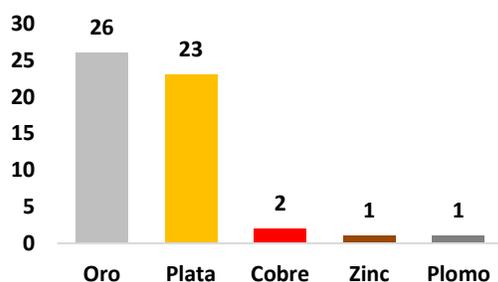
En la zona norte existen 26 unidades mineras a la fecha, según el Minem, donde resaltan las operaciones de metales preciosos: oro y plata. El metal dorado está presente en todas esas unidades y la plata en 23 de ellas. En menor medida hay operaciones de cobre, zinc y plomo (ver Gráfico 5).

Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, San Martín e Iquitos.

<sup>1</sup> De acuerdo con Rodríguez et al (2018), los departamentos que pertenecen a esta zona son

**Gráfico 5: Presencia de minerales en la zona norte a junio de 2019**

(total de 26 unidades mineras)



Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Básicamente, la minería se concentra en el sur de Cajamarca y la sierra de La Libertad, en estos dos departamentos están localizadas todas las unidades mineras.

Las principales empresas que operan en la zona son Yanacocha (Newmont Goldcorp, Buenaventura), Barrick Misquichilca (Barrick Gold) y Minera Poderosa. Estas empresas concentraron el 25% de la producción nacional de oro a junio de 2019. Asimismo, Newmont Goldcorp y Barrick Gold lideraron el *ranking* de empresas mineras con mayor producción de oro a nivel mundial en 2018.

El consumo eléctrico de las unidades mineras de la zona norte representó el 4% del consumo eléctrico total de los clientes libres en el año 2018 (ver Mapa 1). Para ello, hacen uso de las líneas de transmisión de 220 kV: Cajamarca Norte - Cálclis, Cajamarca Norte-La Ramada, Cajamarca Norte - Cerro Corona y Kirma Ayllu - La Ramada. El principal punto de retiro es la subestación Cajamarca 220 kV.

**Mapa 1: Ventas de energía eléctrica a clientes libres mineros, 2018**



Fuente: Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Los principales suministradores de energía eléctrica para la actividad minera son Engie y Kallpa con un total de ventas de energía de 56 697 MWh en marzo de 2019 (70% de las ventas de energía a la minería de la zona). A pesar de que la presencia de la minería es menor en la zona norte en comparación con el centro y el sur, su consumo eléctrico es relevante para esa región del país.

## b) Zona Centro<sup>2</sup>

La zona centro alberga la mayor cantidad de unidades mineras en el Perú, 63 a junio de 2019, la mayoría de estas son polimetálicas. Resaltan las operaciones de zinc, plomo, plata y cobre. En menor medida hay operaciones de oro y las únicas dos operaciones de hierro en el país a cargo de Shougang Hierro Perú.

<sup>2</sup> De acuerdo con Rodríguez et al (2018), los departamentos que pertenecen a esta zona son Áncash,

Lima, Ica, Pasco, Junín, Huánuco, Huancavelica y Pucallpa.

Básicamente, la minería se concentra en Pasco, Ancash y Junín, en estos departamentos se concentra el 40% de las unidades mineras.

Las principales empresas que operan en esta zona son Volcan, Antamina, Milpo, Buenaventura, Shougang y Chinalco. Estas soportan la demanda de energía eléctrica de la zona y representan el 35% del consumo eléctrico (ver Mapa 2).

**Mapa 2: Ventas de energía eléctrica a clientes libres mineros, 2018**



Fuente: Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

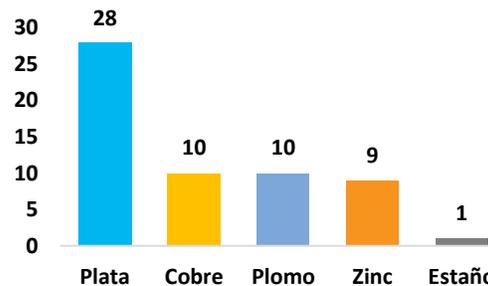
Las principales líneas de 500 kV que dan seguridad al transporte de electricidad en la zona son Mantaro (Huancavelica) - Marcona (Ica); Chilca (Lima) - Marcona (Ica); Chimbote (Áncash) - Carabayllo (Lima) y Chilca - Carabayllo.

### c) Zona Sur<sup>3</sup>

A junio de 2019 se registran 52 unidades mineras en la zona sur. Se resaltan las operaciones de plata, cobre y plomo. La plata está presente en 28 unidades mineras, mientras que el cobre y el plomo solo en 10 unidades mineras. Cabe notar que solo en la zona sur, en la mina San Rafael (Puno), se explota el estaño (ver Gráfico 6).

**Gráfico 6: Presencia de minerales en la zona sur a junio de 2019**

(total de 52 unidades mineras)



Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

La actividad minera de esta zona se concentra en la sierra de Arequipa, Moquegua y Tacna, en el sur de Ayacucho, Apurímac y Cusco, la zona oeste de Madre de Dios y la zona norte de Puno. En estos ocho departamentos se encuentra el 36.8% de las unidades mineras de las 141 analizadas, 14 de las cuales están en la región de Arequipa (ver Mapa 3).

Las principales unidades mineras son: Constancia (Hudbay Perú), Ferrobamba (Minera Las Bambas), San Rafael (Minsur), Cerro Verde (Sociedad Minera Cerro Verde) y Acumulación Toquepala y Cuajone (Southern Peru).

<sup>3</sup> De acuerdo con Rodríguez et al (2018), los departamentos que pertenecen a esta zona son Tacna,

Moquegua, Arequipa, Apurímac, Ayacucho, Cusco, Puno y Madre de Dios.

**Mapa 3: Ventas de energía eléctrica a clientes libres mineros, 2018**



Fuente: Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

En la zona sur, las unidades mineras representaron el 34% del consumo eléctrico total de los clientes libres en 2018. Para ello, tienen las líneas de transmisión de 220 Kv: Socabaya - S.E. Tinataya Nueva, Puno - Moquegua, Cotaruse - Socabaya, Cotaruse - Las Bambas, Tintaya Nueva - Constancia y Pumiri - San Ramón.

Los principales suministradores de energía eléctrica son Enel Generación, ElectroPerú y Kallpa con un total de ventas de energía eléctrica de 715 833 MWh en marzo de 2019 (90% de las ventas de energía eléctrica de la zona). Así, la minería juega un rol esencial en la demanda eléctrica de esa zona. Esa actividad se constituye como la de mayor consumo eléctrico para la zona sur. El Anexo 1 muestra los mapas de las unidades mineras según número de mineral por cada zona.

## Intensidad de uso eléctrico

Como se mencionó, la minería es una actividad intensiva en el uso de la energía eléctrica. Por lo tanto, es importante conocer la intensidad de uso eléctrico en el sector minero, la cual se mide con el ratio consumo de energía eléctrica (MWh) producción de concentrado de mineral o refino en toneladas métricas finas (TMF). Este ratio indica la cantidad de energía eléctrica utilizada para producir 1 TMF de concentrado de mineral o refino. A continuación, se calcula este ratio para las principales unidades mineras monometálicas del país: tres minas cupríferas, la mina de estaño San Rafael, la planta de fundición y refinería de estaño en Pisco y la unidad minera de hierro de Shougang en Ica.

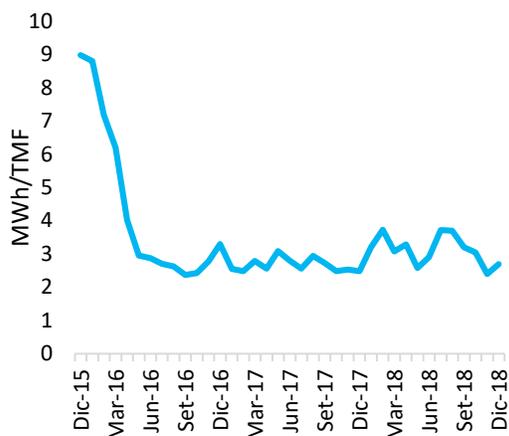
Se eligieron las unidades cupríferas de Las Bambas, Toromocho y Cerro Verde porque se pudo conseguir los datos detallados de la producción de cobre para una misma etapa de procesamiento de mineral (por ejemplo, a nivel de concentrados) y de una misma fuente de información (en este caso, Minem).

### a) Unidades mineras cupríferas

En el caso de Ferrobamba (Las Bambas), la intensidad de uso registró altos valores al inicio de operación (diciembre de 2015), explicado por niveles bajos de producción (6 667 TMF). Luego, la producción se incrementó y alcanzó 32 259 TMF en mayo de 2016. Esto dio como resultado un cambio en la intensidad de uso de 9.0 MWh/TMF a 3.0MWh/TMF. En adelante, el ratio ha mostrado una fluctuación entre 2.3 MWh/TMF y 3.7 MWh/TMF (ver Gráfico 7). La electricidad que emplea minera Las Bambas está garantizada por un contrato de

10 años con Enel Generación Perú, por una potencia contratada de 150 MW.

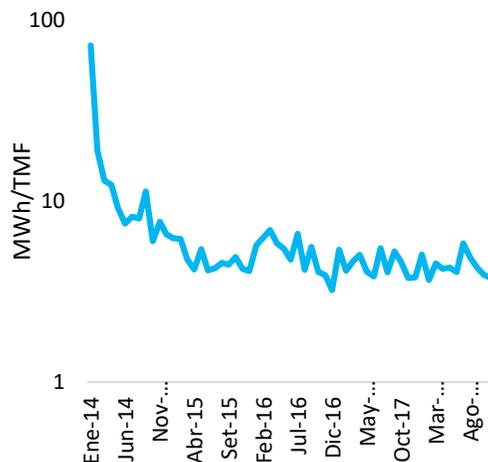
**Gráfico 7: Intensidad de Uso de Ferrobamba**



Fuente: Minem y Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Por otro lado, la unidad minera Toromocho, de la empresa Chinalco, inició operaciones en enero de 2014 con una evolución de intensidad de uso eléctrico similar al de Las Bambas. Al inicio de su producción comercial, el ratio alcanzó 10.6 MWh/TMF, y es el mayor del periodo en evaluación, como resultado de un nivel pequeño de producción. Luego, los valores convergieron entre 3.66 MWh/TMF y 5.83 MWh/TMF (ver Gráfico 8). Además, Chinalco tiene un contrato de suministro con Edegel (actualmente, Enel Generación Perú) desde 2011 por 15 años en el cual se indica que, para los primeros cinco años de operación, el requerimiento de potencia es de 156 MW y para el resto del contrato, de 166 MW.

**Gráfico 8: Intensidad de Uso-Toromocho**

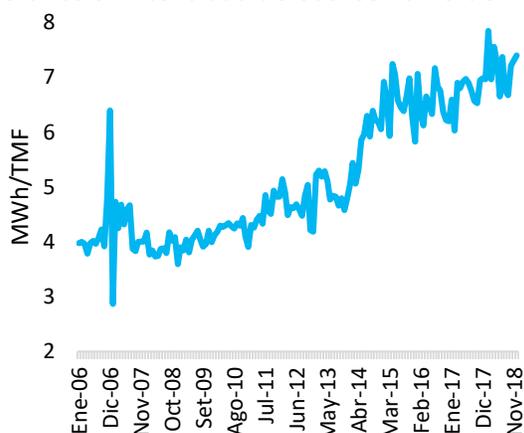


Fuente: Minem y Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Para la unidad cuprífera de Cerro Verde, la intensidad de uso se ha calculado para el periodo 2006 - 2018<sup>4</sup>. Los datos muestran un quiebre en la serie debido al ingreso de operación de la Ampliación de Cerro Verde en setiembre de 2015, lo cual implicó un salto en la producción minera y en el consumo de energía eléctrica a partir de su entrada en operación. Para el 2018, el ratio se mantuvo entre 6.65 MWh/TMF y 7.85 MWh/TMF (ver Gráfico 9). Actualmente, Cerro Verde mantiene contratos de suministros con Engie, Electroperú y Kallpa con potencias contratadas de 48 MW, 150 MW y 140 MW, respectivamente.

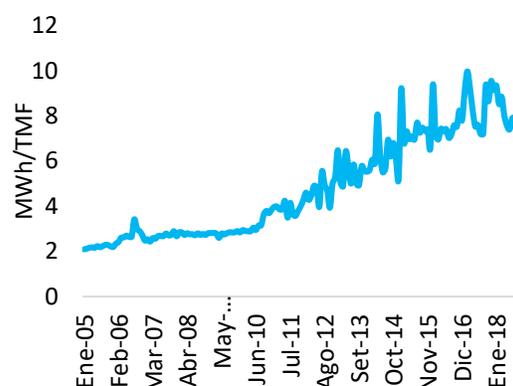
<sup>4</sup> Las unidades mineras analizadas son Cerro Verde 1, 2 y 3, referidas a las minas Santa Rosa, Cerro Verde y Cerro Negro, ubicadas en Arequipa.

**Gráfico 9: Intensidad de Uso-Cerro Verde**



Fuente: Minem y Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

**Gráfico 10: Intensidad de Uso-San Rafael**



Fuente: Minem y Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

## b) Unidad minera de estaño

La mina San Rafael ubicada en Puno tiene la mayor producción de estaño a nivel Sudamérica y ostenta el cuarto puesto a nivel global.

Luego de haber presentado una intensidad de uso de energía eléctrica relativamente estable en el periodo 2005-2010, el ratio ha mostrado una tendencia positiva debido a los menores niveles de producción de concentrado de estaño. Actualmente, Minsur tiene un contrato de suministro con Engie por 19 500 kW de potencia y la energía asociada con dicha potencia hasta 2021.

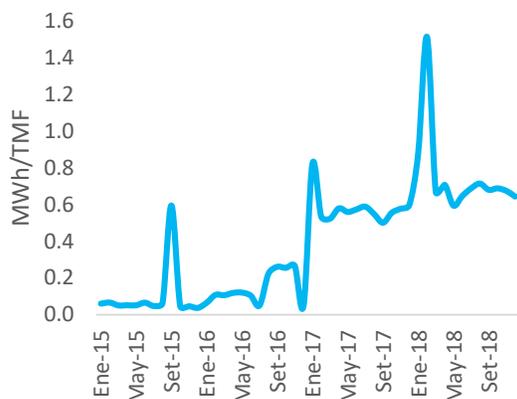
Para el 2018, la intensidad de uso de la energía eléctrica tuvo un promedio de 7.95 MWh/TMF (ver Gráfico 10).

## c) Planta de fundición y refinación de estaño

El único complejo de fundición y refinación de estaño con alto grado de pureza (99.95%) en el Perú está en Pisco cuyo propietario es Minsur.

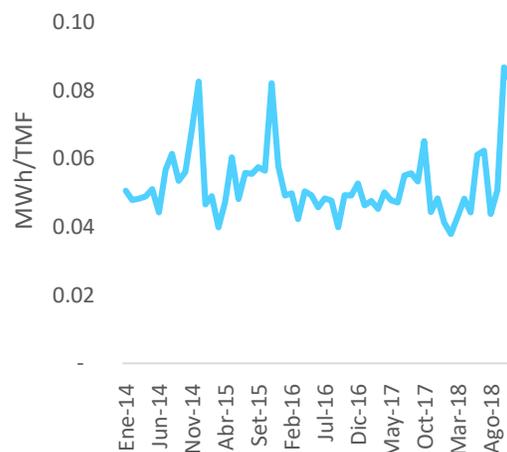
En contraste con la actividad de concentración, la intensidad de uso en las actividades de fundición y refinación de estaño presenta menores valores que en los casos anteriores (ver Gráfico 11). Esto indica que las actividades de fundición y refinación son menos intensivas en el uso de energía eléctrica. Esto se puede observar, claramente, en las diferencias de potencia contratadas. El contrato de suministro de energía eléctrica vigente entre Minsur y Engie asigna 3 000 kW de potencia y energía asociada a dicha potencia para sus operaciones (fundición y refinación) frente a los 16 000 kW para concentración.

**Gráfico 11: Intensidad de Uso-Funsur**



Fuente: Minem y Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

**Gráfico 12: Intensidad de Uso-Shougang**



Fuente: Minem y Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

## d) Unidad minera de hierro

La unidad minera de hierro CPS1 de la empresa Shougang ha presentado valores de intensidad de uso de la energía eléctrica en el rango de 0.04 MWh/TMF y 0.09 MWh/TMF para el período 2014-2018 (ver **Gráfico 12**).

Este ratio no ha presentado tendencias pero se observa un patrón estacional dentro de cada año, se nota que los mayores valores están en los últimos trimestres como resultado de una menor producción de hierro. Al 2018, el valor promedio de esta variable fue de 0.056 MWh/TMF, mayor que el promedio del período analizado (0.053 MWh/TMF). Asimismo, la empresa Shougang recibe el suministro de energía eléctrica de la empresa Shougesa con una potencia contratada de 55 MW.

Luego de haberse descrito el vínculo existente entre el sector eléctrico y la minería en el Perú, y la intensidad de uso eléctrico que tiene el sector minero, es relevante realizar un análisis de la relación futura entre estos dos importantes sectores para el país. Así, se busca proyectar el consumo de energía eléctrica con especial énfasis en la demanda correspondiente a los nuevos proyectos y ampliaciones en minería.

## Análisis prospectivo

A continuación, se calcula la demanda eléctrica al 2028, compuesta por una demanda vegetativa (la demanda eléctrica que no incluye nuevos y grandes consumos eléctricos futuros) y por la demanda asociada a los nuevos proyectos mineros.

## Proyección vegetativa de la demanda eléctrica

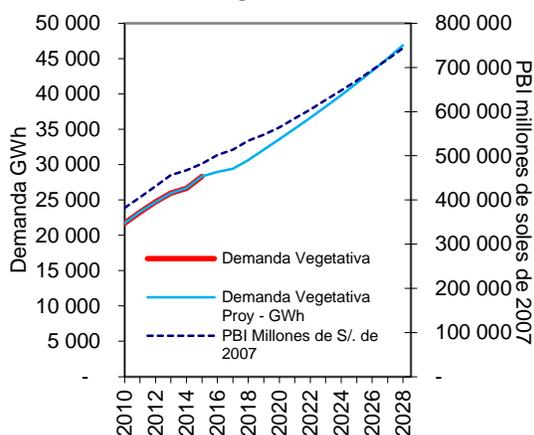
Para proyectar la demanda eléctrica se siguió la metodología utilizada por el Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (COES) para la

elaboración y actualización el Plan de Transmisión del sector.

Esta metodología considera un Modelo de Cointegración con Corrección de Errores en el corto plazo, el cual es útil para estudiar variables que tienen comportamientos similares a largo plazo como en el caso del PBI y la demanda eléctrica. Con esta herramienta se estimó la demanda vegetativa eléctrica que está en función del PBI, la población y la tarifa.

Los resultados obtenidos muestran que la demanda vegetativa eléctrica pasa de 30 651 GWh a 46 896 GWh en el periodo 2018-2028 (ver Gráfico 13). El detalle de los resultados del modelo se presenta y detalla en el Anexo 2.

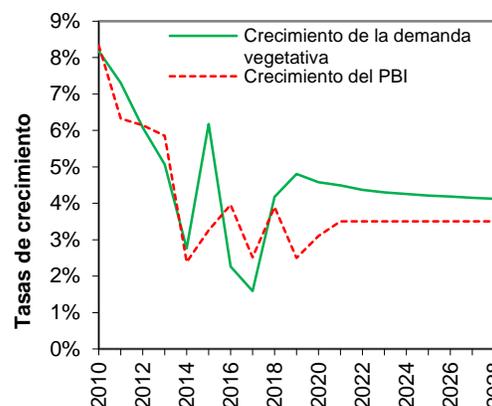
**Gráfico 13: Proyección de la Demanda vegetativa**



Fuente: COES, Osinergmin y BCRP. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Lo mencionado representa una tasa de crecimiento promedio anual de 4.3%, superior al 3.5% del PBI (ver Gráfico 14).

**Gráfico 14: Proyección de la tasa de crecimiento de la demanda vegetativa**



Fuente: COES, Osinergmin y BCRP. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Luego de haber observado el comportamiento de la demanda vegetativa, como segundo paso, se estimó la demanda de energía eléctrica de los nuevos proyectos mineros que entrarán en operación en los próximos años.

### Proyectos y ampliaciones mineras

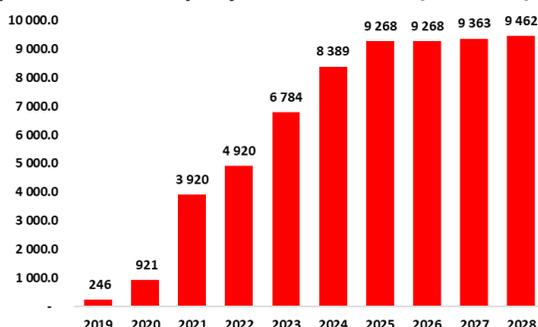
Anualmente, el Minem publica la cartera de proyectos y ampliaciones mineras en el Perú. A setiembre de este año, la entidad identificó una cartera de 48 proyectos y ampliaciones por USD 57 772. De estos, 19 presentan un plan de construcción de mina, en un horizonte de maduración y entrada a operación comercial desde el 2020 hasta el 2025 por USD 23 955 millones<sup>5</sup>.

De otro lado, como parte del Plan de Transmisión desarrollado por el COES, este realiza una proyección de la demanda de potencia y energía eléctrica de los proyectos y ampliaciones mineras hasta el 2030.

<sup>5</sup> Con consumos incrementales de energía eléctrica desde 2019 hasta 2028.

Con la información de los 19 proyectos seleccionados de la cartera del Minem y con las estimaciones de demanda del COES para cada uno de esos proyectos, se realizó la proyección de energía eléctrica por la entrada en operación de esas inversiones (ver Gráfico 15).

**Gráfico 15: Proyección de energía eléctrica por entrada de proyectos mineros (en GWh)**



Fuente: Minem y COES. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Así, el crecimiento de la demanda de energía eléctrica en la minería peruana se explica por la entrada de cada uno de los proyectos desde el 2019 hasta el 2025, como por el consumo incremental y progresivo de cada una de las operaciones. Por ejemplo, en el año 2021 los proyectos Pampa del Pongo, Quellaveco y Corocchohuayco tienen incrementos de carga debido a la consolidación de sus operaciones en mina. Así, al 2028 habrá una demanda eléctrica adicional de 9 462 GWh respecto a la actualidad y debido al ingreso de 19 proyectos y ampliaciones mineros.

Estos proyectos se pueden dividir en tres grupos, según su demanda eléctrica futura (ver Cuadro 3).

El primer grupo está conformado por cinco proyectos con una demanda de electricidad futura superior a 100 MW. La demanda en conjunto de estos proyectos suma 860 MW, es decir, el 64% de la nueva carga total que se requerirá para atender a los 19 proyectos. De

estos proyectos intensivos en consumo de electricidad, cuatro son de cobre.

**Cuadro 3: Proyectos mineros según demanda eléctrica**

Demanda	Proyectos
Mayor a 100 MW	Pampa del Pongo, Michiquillay, Quellaveco, Haqira y Los Chancas
Entre 10 MW y 100 MW	Zafranal, Minas Justa, Yanacocha, A. Toromocho, Corani, Magistral, Corocchohuayco y San Gabriel
Menor a 10 MW	Ariana, Quecher Main, Inmaculada, A. Pachapaqui y Santa María

Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

El segundo grupo está conformado por proyectos con una demanda futura de electricidad de más de 10 MW y menos de 100 MW. Este grupo alberga la mayor cantidad de proyectos por desarrollarse (ocho). Por su parte, los proyectos de menor demanda, por debajo de 10 MW, conforman el tercer grupo; estos proyectos son básicamente auríferos.

En general, la mayoría de estos proyectos están ubicados en la zona sur (10). Como se explicó anteriormente, actualmente es la zona con mayor actividad minera en el Perú y requerirá de un funcionamiento óptimo para el suministro y transmisión eléctrica.

El termómetro natural para medir la entrada de un proyecto minero es observar su estado de avance (ver Cuadro 4). De los 19 proyectos y ampliaciones consideradas en el periodo bajo análisis, un tercio están en etapa de construcción, y suman un total de 327.5 MW. En este grupo destaca Quellaveco cuya demanda, a plena capacidad, ascenderá a 163 MW.

**Cuadro 4: Proyectos mineros según estado de avance**

Etapa	Proyectos
Construcción	Quecher Main, San Rafael, A. Toromocho, Ariana, Minas Justa, Quellaveco y A. Santa María.
Ingeniería de detalle	Corani, Pampa del Pongo.
Factibilidad	Coroccohuayco, A. Pachapaqui, Zafranal, Magistral y Optimización Inmaculada.
Pre-factibilidad	Yanacocha Sulfuros, Los Chancas, San Gabriel, Haquira y Michiquillay.

Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

El proyecto más relevante en la etapa de ingeniería de detalle es Pampa del Pongo cuyo inicio de construcción está programado para el 2021. Otros proyectos con alta demanda eléctrica como Michiquillay, Haquira y Los Chancas aún están en etapa de pre-factibilidad o ingeniería conceptual, que es la fase en la que se presentan y eligen las alternativas de desarrollo del proyecto.

Como se mencionó en la primera parte de este documento, el Perú juega un rol importante en la minería mundial, especialmente en el cobre. Una muestra de ello es que 10 de los principales proyectos a construirse, en los próximos cinco años en el Perú, son de cobre (ver Cuadro 5). Estos proyectos agregarán —cuando estén al 100% de su operación comercial— un total de 1.4 millones de TM de cobre a la producción nacional actual de ese mineral, es decir, significarán un incremento de 60% a lo producido en el 2018 en el país. Asimismo, esto implicará una demanda adicional de 940 MW al sistema eléctrico nacional.

**Cuadro 5: Número de metales en las unidades mineras**

Etapa	Proyectos
Cobre	Minas Justa, A. Toromocho, Ariana, Quellaveco, Zafranal, Magistral, Haquira, Los Chancas y Michiquillay.
Oro	Quecher Main, A. Santa María, Opt. Inmaculada, San Gabriel y Yanacocha Sulfuros.
Plata	Corani
Zinc	Pachapaqui
Estaño	Relaves San Rafael
Hierro	Pampa del Pongo

Fuente: Minem. Elaboración: GPAE-Osinergmin

### Comentarios finales

La minería es y será una variable de suma importancia para la demanda futura de electricidad, especialmente, por los desarrollos de grandes proyectos de cobre como Quellaveco, Haquira y Michiquillay en los próximos años.

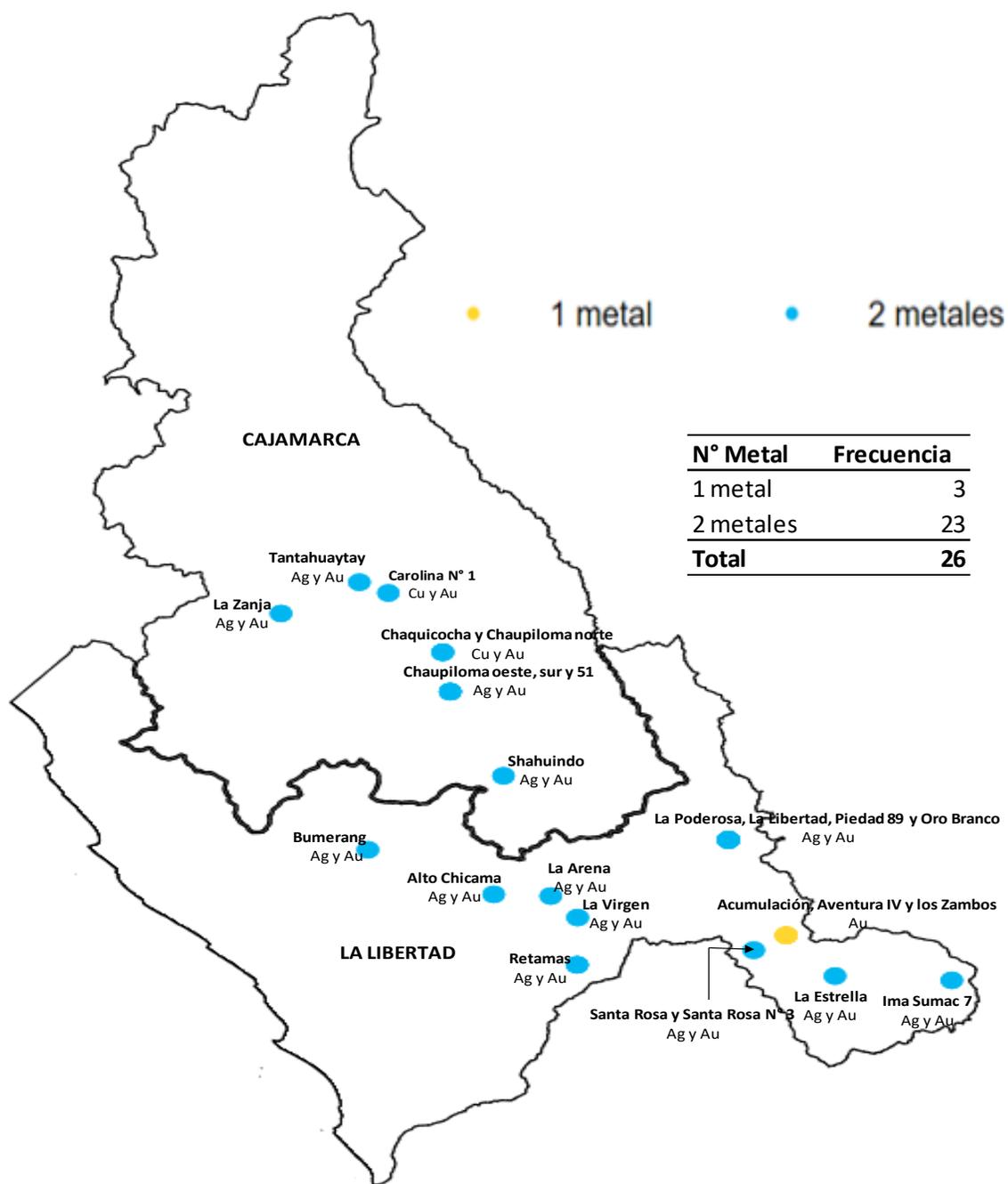
Una tarea clave debe ser monitorear periódicamente el avance y/o retraso de los proyectos y ampliaciones mineros para tener una mejor perspectiva del sector eléctrico, en especial, de la demanda.

Los proyectos y ampliaciones entrantes representarían el 17% de la demanda de energía eléctrica en el periodo 2020 - 2028, lo cual equivale a más de 9 400 MWh. Esto podría abrir un campo para el desarrollo de la innovación en las formas de consumo eléctrico por parte de los agentes mineros.

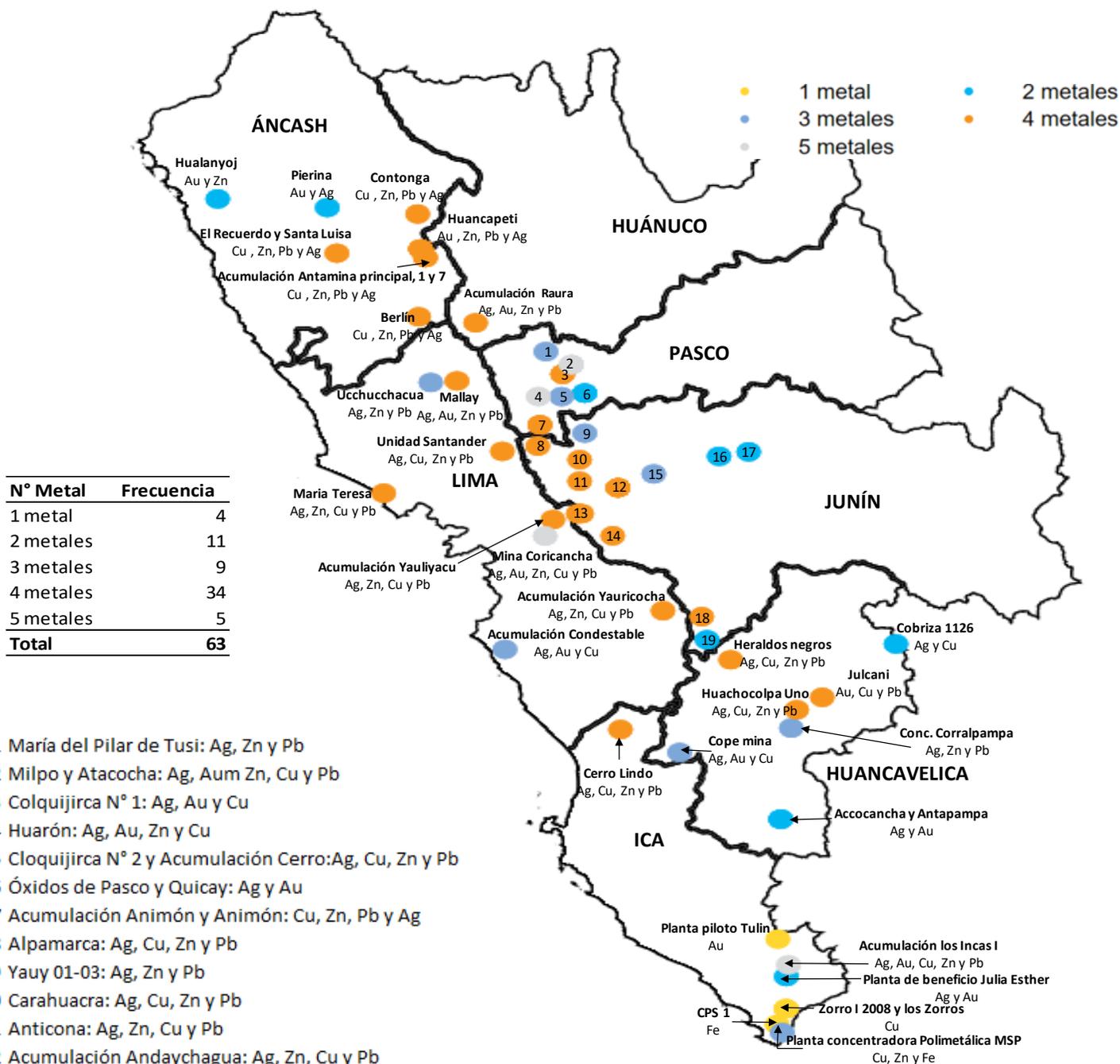
Por ejemplo, en Chile, mediante la innovación y la ingeniería, Anglo American es la primera empresa que ha construido paneles solares en una isla flotante sobre el depósito de relaves Las Tórtolas.

Anexo 1

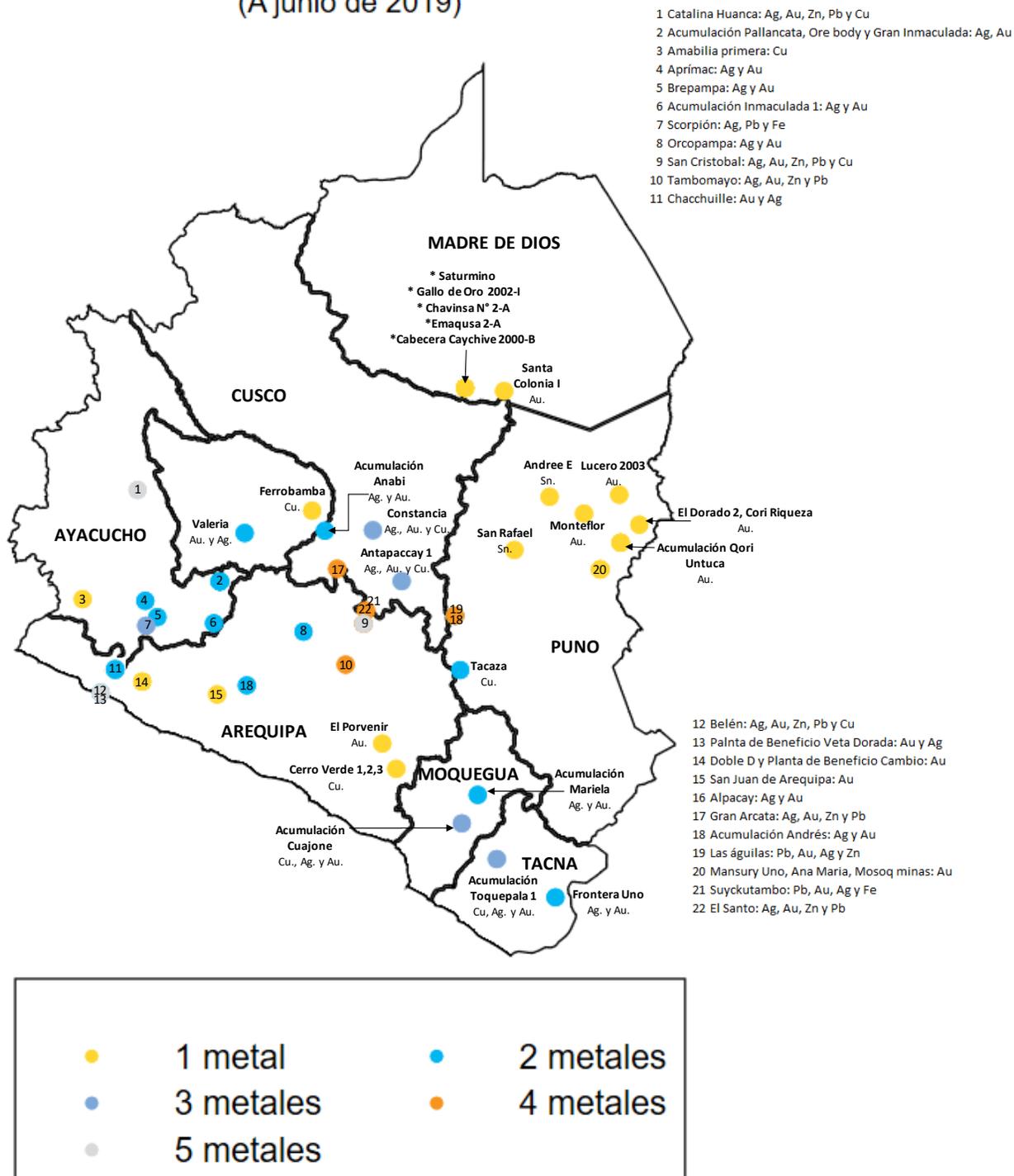
## Unidades mineras operativas en el norte del Perú (A junio de 2019)



## Unidades mineras operativas en el centro del Perú (A junio de 2019)



## Unidades mineras operativas en el sur del Perú (A junio de 2019)



## Anexo 2

Para la estimación de la demanda vegetativa, se utilizaron la demanda eléctrica, el PBI, la tarifa eléctrica y el empleo.

En el caso del PBI, se consideró como fuente de información al BCRP. Según, los analistas económicos el PBI crecerá 2.5%, 3.1% y 3.5% en los años 2019, 2020 y 2021. Esto responde a la incertidumbre económica y comercial internacional y la incertidumbre política a nivel local. Conforme a dicha información, se considera una tasa de crecimiento de largo plazo del PBI de 3.5%.

En el caso de la tarifa eléctrica, los datos se extrajeron de la Gerencia de Regulación Tarifaria de Osinergmin mientras que para la información de empleo se extrajo del INEI. La frecuencia de todas estas variables fue anual.

De los resultados obtenidos, se observa una relación negativa de la tarifa con la demanda eléctrica, y una relación positiva de la demanda eléctrica con la población y el PBI:

### ECUACION DE COINTEGRACION\_ELP

$$\text{LOG(DEMANDA)} = C1 * \text{LOG(PBI)} + C2 * \text{LOG(POB)} + C3 * \text{LOG(TAR)} + C$$

Dependent Variable: LOG(DEMAND)

Method: Least Squares

Date: 10/11/19 Time: 15:17

Sample: 1981 2018

Included observations: 38

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PBI)	<b>0.81375845</b>	0.021387732	38.04790764	0.0000
LOG(POB)	<b>1.46403279</b>	0.059212919	24.724888	0.0000
LOG(TAR)	<b>-0.0889958</b>	0.020912835	-4.25556093	0.0002
C	<b>-15.362625</b>	0.430527352	-35.6832728	0.0000
R-squared	0.99819662	Mean dependent var		9.412975729
Adjusted R-squared	0.9980375	S.D. dependent var		0.550443392
S.E. of regression	0.02438472	Akaike info criterion		-4.490419
Sum squared resid	0.0202169	Schwarz criterion		-4.31804151
Log likelihood	89.317961	Hannan-Quinn criter.		-4.429088407
F-statistic	6273.15718	Durbin-Watson stat		1.582847529
Prob(F-statistic)	0.000000			

Elaboración: GPAE-Osinergmin

### ECUACION DE CORRECCION DE ERROR\_ECP

$$DLOG(DEMANDA) = c1*DLOG(PBI) + c2*DLOG(POB)+c3*DLOGTAR(-1)+c4 *ERROR(-1) + c5*D(INT92)$$

Dependent Variable: DLOG(DEMAND)

Method: Least Squares

Date: 10/11/19 Time: 15:20

Sample (adjusted): 1983 2018

Included observations: 36 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(PBI)	<b>0.68328559</b>	0.0553186	12.3518236	0.0000
DLOG(POB)	<b>1.51036918</b>	0.202022675	7.47623594	0.0000
DLOG(TAR(-1))	<b>0.04309699</b>	0.02244894	1.91977856	0.0641295
ERROR	<b>-0.6036591</b>	0.199518035	-3.0255865	0.0049561
D(INTE92)	<b>-0.065967</b>	0.019307887	-3.4165811	0.0018
R-squared	0.87504033	Mean dependent var		0.0455493
Adjusted R-squared	0.85891651	S.D. dependent var		0.0488551
S.E. of regression	0.0183505	Akaike info criterion		-5.0300734
Sum squared resid	0.01043897	Schwarz criterion		-4.8101402
Log likelihood	95.5413212	Hannan-Quinn criter.		-4.9533108
Durbin-Watson stat	1.94994035			

Elaboración: GPAE-Osineergmin

### Referencias Bibliográficas

Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (s.f.). Disponible en <http://www.coes.org.pe/portal/>

El Comercio (2019). Barrick suspende ampliación de mina de oro Lagunas Norte. Disponible en <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/barrick-suspende-ampliacion-mina-oro-lagunas-norte-noticia-627632-noticia/>

Gestión (2019). Las Bambas: “Mineroducto, ferrocarril, o una combinación, son alternativas que estudiamos para sacar el mineral”. Disponible en <https://gestion.pe/economia/empresas/las-bambas-mineroducto-ferrocarril-o-una-combinacion-son-alternativas-que-estudiamos-para-sacar-el-mineral-noticia/>

Ministerio de Energía y Minas (s.f.). Disponible en <http://www.minem.gob.pe/index2.php>

Minsur (2018). Memoria Anual 2018 Minsur 27 de marzo 2018. Disponible en <https://www.bvl.com.pe/eef/A20032/20190328171401/MEA200322018AIA01.PDF>

Mobarec Katunaric, V. (2015). Operating cost risk analysis for an underground mining project.

Osinergmin (2019). Informe Mensual de Mercado Libre de Electricidad - Junio 2019. Gerencia de Regulación Tarifaria, Osinergmin – Perú.

Rodríguez, A.; De la Cruz, R.; Suclupe, P.; Guevara E.; Marino, D. (2018). Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado Eléctrico, Año 6 – N° 10 – junio 2018. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, Osinergmin – Perú

Rumbo Minero (2019). Yanacocha: producción comercial de proyecto Quecher inicia a fines de año. Disponible en <http://www.rumbominero.com/noticias/mineria/yanacocha-produccion-comercial-de-proyecto-quecher-inicia-a-fines-de-ano/>

## Abreviaturas, acrónimos y siglas utilizadas

BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
COES	Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
GPAE	Gerencia de Políticas y Análisis Económico de Osinergmin
kW	Kilovatio
Minem	Ministerio de Energía y Minas
MW	Megavatio
MWh	Megavatio-hora
Osinergmin	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
SNMPE	Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía.
TMF	Toneladas métricas finas

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin**  
**Gerencia de Políticas y Análisis Económico - GPAE**  
**Reporte de Análisis Económico Sectorial - Minería, Año 8 – N° 12– diciembre 2019**

**Alta Dirección**

Daniel Schmerler Vainstein                      Presidente del Consejo Directivo

José Carlos Velarde Sacio                      Gerente General

**Equipo de Trabajo de la GPAE que preparó el Reporte**

Abel Rodríguez González                      Gerente de Políticas y Análisis Económico

María Alejandra Mendez Vega                      Especialista en Asociaciones Públicos Privadas

Pablo Anthony Suclupe Girio                      Analista Económico Regulatorio

Darha Valeskka Chávez Vásquez                      Analista del Sector Energía y Minería

Andrés Campaña Acuña                      Pasante

El contenido de esta publicación podrá ser reproducido total o parcialmente con autorización de la Gerencia de Políticas y Análisis Económico del Osinergmin. Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información. Todo el material presentado en este reporte es propiedad del Osinergmin, a menos que se indique lo contrario. Citar el reporte como: Rodríguez, A.; Mendez, M.; Suclupe, P; Chávez D. y Campaña, A. (2019). Reporte de Análisis Económico Sectorial - Minería, Año 8 - Número 12. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, Osinergmin - Perú.

Osinergmin no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los artículos del reporte pertenecen a sus autores. La información contenida en el presente reporte se considera proveniente de fuentes confiables, pero Osinergmin no garantiza su completitud ni su exactitud. Las opiniones y estimaciones representan el juicio de los autores dada la información disponible y están sujetos a modificación sin previo aviso. La evolución pasada no es necesariamente un indicador de resultados futuros. Este reporte no se debe utilizar para tomar decisiones de inversión en activos financieros.