



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

# MINISTERIO DE ENERÍA Y MINAS

## COMITÉ DE INVERSIONES

### Sector Minero

#### **INFORME MULTIANUAL DE INVERSIONES EN ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS**

**2017**

Lima, Abril 2017



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

## Contenido

I.	Introducción.....	2
II.	Planificación: Continuidad de los objetivos en el mediano plazo .....	3
2.1	Rol y objetivos del sector .....	4
2.2	Lineamiento de políticas en Minería .....	5
III.	Diagnóstico del Sector Minería .....	7
3.1	Producción.....	8
3.2	Inversión.....	10
IV.	Indicadores de desempeño del sector .....	12
V.	Priorización de Proyectos: Criterios de evaluación .....	15
VI.	Proyectos Potenciales como APP o Proyectos en Activos .....	17
VII.	Programación.....	19
7.1	Inventario de proyectos del sector minería .....	19
7.2	Resumen del proyecto .....	19
VIII.	Anexos .....	23
8.1	Anexo 1: Comité de inversiones – RM 132-2017 MEM/DM .....	24
8.2	Anexo 2: Ubicación geográfica .....	27
8.3	Anexo 3: Resumen del proyecto de la Dirección General de Minería .....	29
2.	Reseña Geológica .....	30
3.	Base de datos .....	32
4.	Dominios Geológicos .....	32
5.	Resumen de estimado de recursos .....	34
6.	Valorización de la reserva y Diseño de Pit .....	39
6.1	Parámetros Económicos.....	39
6.2	Ánálisis de Sensibilidad de los Pits .....	40
6.3	Resumen Recursos y Reservas Calculadas en el Proyecto Michiquillay .....	45



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

## I. Introducción

El Ministerio de Energía y Minas, según el Decreto Legislativo N°1251 publicado el 30 de noviembre del 2016 y el Decreto Supremo N° 068-2017-EF publicado el 28 de marzo del 2017 debe presentar cada año un Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas (APP)

Este informe es un instrumento de gestión elaborado por cada Ministerio, Gobierno Regional y Gobierno Local, para identificar los potenciales proyectos a fin de ser incorporados al proceso de promoción de la inversión privada para los siguientes tres años. Los proyectos a ser incorporados en el proceso de promoción de Asociación Público Privada de iniciativa estatal, deben responder a las necesidades y objetivos identificados en el Informe Multianual de Inversiones.

Para el caso del sector Minería, el Comité de Inversiones en Minería del Ministerio de Energía y Minas, con el objeto de promover la inversión privada en el sector, fue creado el 04 de abril del 2017 mediante RM N° 132-2017-MEM/DM.

El Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería del Ministerio de Energía y Minas está conformado el Director General de la Dirección General de Minería, quien lo preside; el Directora General de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros; y, por el Director General de la Dirección General de Formalización Minera. La Secretaría Técnica del Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería es ejercida por la Dirección Normativa de Minería de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

## II. Planificación: Continuidad de los objetivos en el mediano plazo

En el Perú, la política minera tiene como objetivo primordial aprovechar los recursos minerales racionalmente, respetando el medio ambiente y creando condiciones para el progreso del sector en un marco estable y armonioso para las empresas y la sociedad.

La empresa privada es la encargada de las inversiones y operaciones mientras que el Estado es responsable de conceder, normar, fiscalizar y promover el sector.

Mediante la Resolución Ministerial N° 533-2016-MEM/D se aprobó la actualización del Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) 2016-2021; y, el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2019 del Ministerio de Energía y Minas para proveer los lineamientos generales para el sector de energía y minería.

Cabe mencionar que estos documentos están alineados con los planes de conducción nacional como: Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021 – CEPLAN; la Agenda de competitividad 2014-2018 Rumbo al Bicentenario; entre otros.

En el caso específico de los proyectos mineros mediante APP, su inclusión se alinea con el Objetivo Estratégico Sectorial “Incrementar el desarrollo económico del país mediante el aumento de la competitividad del Sector Minero-Energético” que se encuentra plasmado en el Plan Estratégico Sectorial Multianual PESEM 2016-2021 aprobado por Nro-297-2016-MEM/DM (13.Jul.2016) y modificado por R.M. N° 533-2016-MEM/DM (20.Dic.2016)

El referido objetivo busca que la actividad minera sea una plataforma para el desarrollo sostenible de la economía y, así, permita al país incrementar sus niveles competitivos en comparación con las otras economías del mundo. Esto se plantea por el impacto que la actividad minera tiene en el desarrollo económico del país no solo en la provisión de divisas gracias al dinamismo de las exportaciones o en los ingresos fiscales producto de los impuestos y las regalías mineras, sino también por ser una industria de un impacto indirecto relevante en otros sectores de la economía.

Una de las acciones estratégicas de este objetivo es “Promover las actividades mineras y energéticas”, por lo cual la ejecución del proyecto minero Michiquillay contribuiría a mejorar el indicador de impacto que proyecta un aumento en la Participación del PBI minero y energético en el PBI nacional para el año 2021 al ser un proyecto de gran envergadura

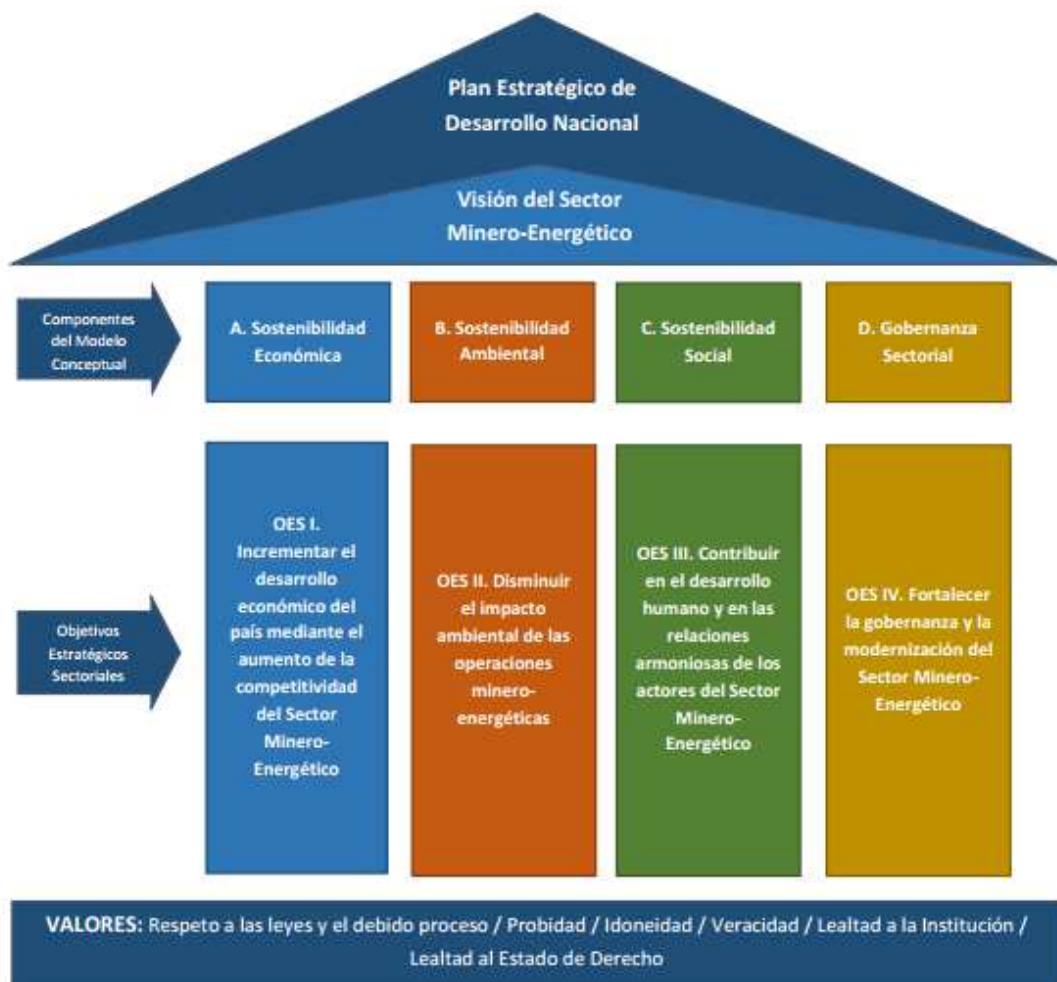


PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Gráfico N° 1: Pilares de Planeamiento Estratégico



Fuente: PEI 2017-2019.

## 2.1 Rol y objetivos del sector

El Ministerio de Energía y Minas es el organismo central y rector del sector Energía y Minas y forma parte del poder Ejecutivo. Tiene como finalidad formular y evaluar las políticas de alcance nacional en materia del desarrollo sostenible de las actividades minero – energéticas; así mismo, es la autoridad competente en los asuntos ambientales referidos a estas actividades.

El objetivo principal del ministerio es promover el desarrollo integral de las actividades minero-energéticas, normando, fiscalizando y/o supervisando, según sea el caso, su cumplimiento, cautelando el uso racional de los recursos naturales en armonía con el medio ambiente.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

## Objetivos Estratégicos Sectoriales:

- Incrementar el desarrollo económico del país mediante el aumento de la competitividad del Sector Minero-Energético.
- Disminuir el impacto ambiental de las operaciones minero-energéticas.
- Contribuir en el desarrollo humano y en las relaciones armoniosas de los actores del Sector Minero-Energético.
- Fortalecer la gobernanza y la modernización del Sector Minero-Energético.

## Objetivos Estratégicos Institucionales:

- Propiciar las inversiones sostenibles y competitivas en el Sector Minero Energético
- Garantizar el abastecimiento energético eficiente y diversificado para las empresas y la población.
- Promover la preservación del ambiente en las empresas del Sector Minero Energético.
- Fomentar la remediación de los pasivos ambientales.
- Promover las relaciones armoniosas entre los actores del Sector Minero Energético.
- Fomentar la inclusión social energética de la población.

## 2.2 Lineamiento de políticas en Minería

Con el objetivo de lograr importantes avances en el sector minero, el MINEM mantiene las siguientes líneas de políticas:

- Promover las inversiones sostenibles y crear un mayor valor agregado para la actividad minera.
- Promover y consolidar la formalización de la minería.
- Incrementar el conocimiento de los recursos mineros y garantizar la seguridad jurídica del rol concedente.
- Fomentar que las operaciones mineras se realicen cumpliendo con los estándares ambientales.
- Mejorar la gestión de la remediación de pasivos ambientales mineros.
- Prevenir los conflictos sociales mineros y fomentar las relaciones armoniosas con la población, el Estado y las empresas privadas.
- Incentivar a las compañías a que evolucionen al paradigma del Valor Compartido y modernicen su visión de la Responsabilidad Social Empresarial.
- Mejorar y modernizar el marco legal minero.



PERÚ

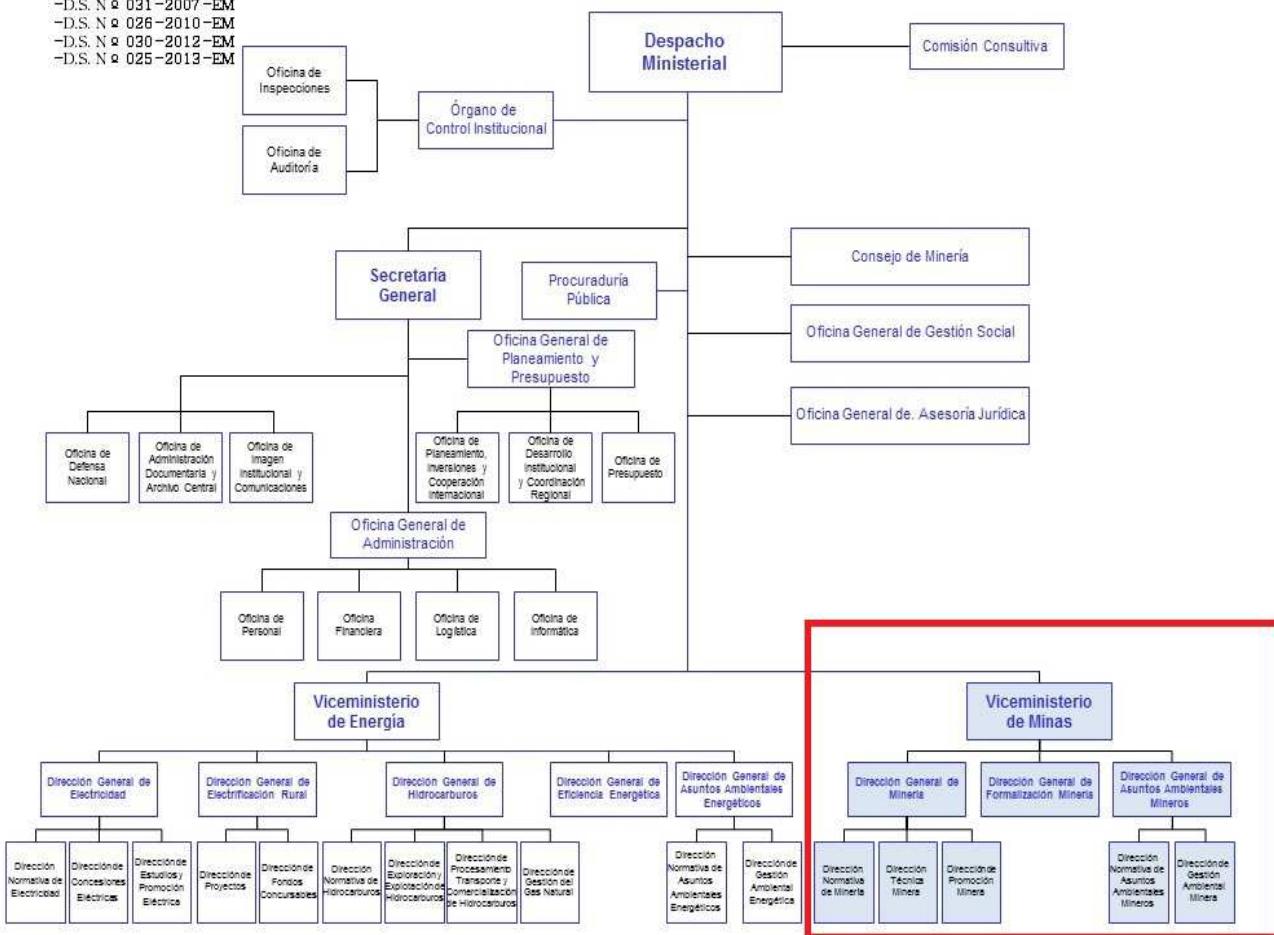
Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Gráfico N° 2: Ministerio de Energía y Minas

## ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL VIGENTE DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

- D.S. N° 031-2007-EM
- D.S. N° 026-2010-EM
- D.S. N° 030-2012-EM
- D.S. N° 025-2013-EM



Fuente: MEM



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

### III. Diagnóstico del Sector Minería

La producción minera está dirigida principalmente al mercado externo. A nivel mundial, solo Perú y Chile tienen valores de participación de sus exportaciones mineras cercanas al 50% de las exportaciones totales de sus países.

Las exportaciones mineras como porcentaje de las exportaciones totales han alcanzado el 59% durante el año 2016. Siendo un factor fundamental para incrementar el crecimiento económico en los últimos dos años.

*Tabla 1: Exportaciones en millones de US \$*

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Exportaciones totales	46,376	47,411	42,861	39,533	34,236	36,838
Exportaciones Mineras	26,526	27,467	23,789	20,545	18,836	21,652
Exportación de Cobre	10,721	10,731	9,821	8,875	8,175	10,168
% Particip. Minerales en Total	57%	58%	56%	52%	55%	59%
% Particip. Cobre en Mineras	40%	39%	41%	43%	43%	47%

Fuente: BCRP. Elaboración propia

Dentro de los minerales exportados, el que mayor peso relativo tiene en las exportaciones es el cobre (47%). Al 2016, a nivel mundial, Perú es el segundo mayor exportador de cobre y, mantenemos ubicaciones privilegiadas en casi la totalidad de los minerales que exportamos. Ello convierte a Perú en un país minero por excelencia.

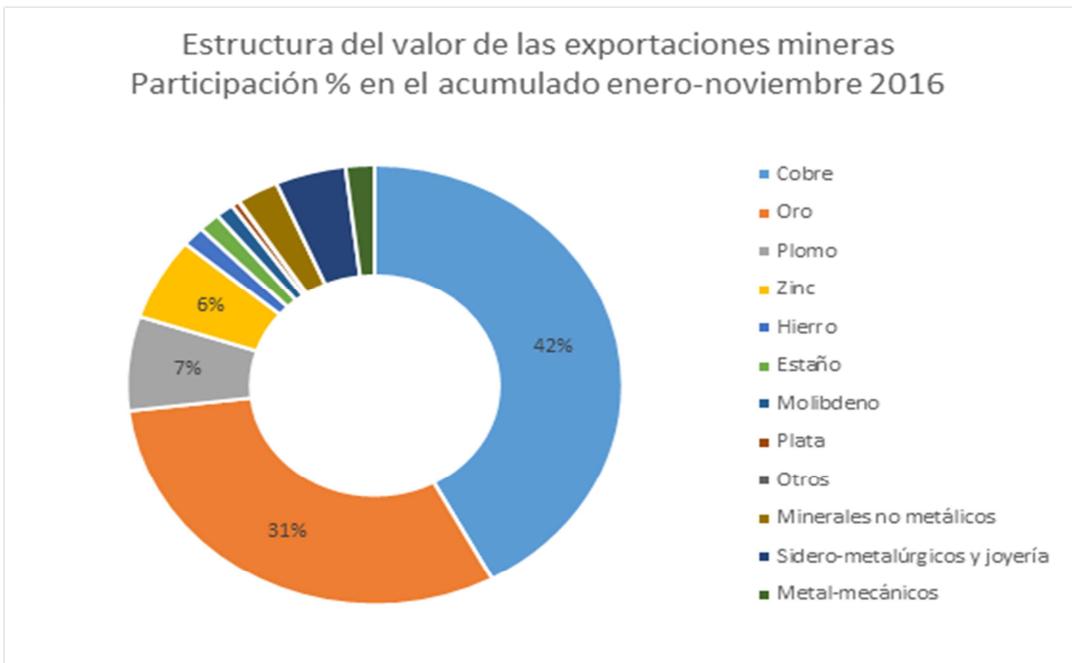


PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Gráfico N° 3: Exportaciones mineras según mineral



Fuente: BCRP. Elaboración propia

### 3.1 Producción

La minería es una de las principales riquezas del Perú, el país cuenta con múltiples yacimientos cuyo potencial ha sido catalogado como el cuarto más grande del mundo. Actualmente el Perú se encuentra dentro del Top 10 de principales países productores de minerales y produce principalmente cobre, oro, zinc, plata, plomo, hierro, estaño y molibdeno. Es el segundo productor de cobre y plata en el mundo; además ocupa el tercer puesto en producción de estaño y zinc; el cuarto en molibdeno y el sexto en oro.

Tabla 2: Producción Metálica Anual

Metales	Unidad de medida	Año					
		2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cobre	(TMF)	1,235,345	1,298,761	1,375,641	1,377,642	1,700,817	2,353,859
Oro	(Grs. f.)	166,186,717	161,544,666	151,486,072	140,097,028	146,822,907	153,005,603
Zinc	(TMF)	1,256,383	1,281,282	1,351,273	1,315,475	1,421,218	1,336,835
Plata	(Kg.f.)	3,418,862	3,480,857	3,674,283	3,768,147	4,101,568	4,374,356
Plomo	(TMF)	230,199	249,236	266,472	277,294	315,525	314,174
Hierro	(TMF)	7,010,938	6,684,539	6,680,659	7,192,592	7,320,807	7,663,124
Estaño	(TMF)	28,882	26,105	23,668	23,105	19,511	18,789
Molibdeno	(TMF)	19,141	16,790	18,140	17,018	20,153	25,757

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Elaboración propia.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

*Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017*

---

En los últimos años la producción de cobre, molibdeno, plata, oro y hierro han experimentado un crecimiento sostenido. Los productos que experimentaron un crecimiento más alto en el 2016 son el cobre y el molibdeno, registrando tasas de 38% y 28% respectivamente. El incremento en la producción de cobre se debió principalmente a proyectos mineros como Toromocho, Constancia, Las Bambas y la ampliación de Cerro Verde; que entraron a operar durante los dos últimos años y significaron un impulso para el crecimiento económico de todo el país.

Según el Servicio Geológico de Estados Unidos, actualmente, el Perú tiene un inventario de reservas minerales suficiente para generar un flujo constante de producción metálica durante varias décadas.

La actividad minera contribuye al desarrollo de la economía peruana y al bienestar de sus ciudadanos. La inversión tiene mayor impacto en las poblaciones aledañas a los proyectos; las que perciben mejoras económicas y sociales.

A continuación, se muestran las principales regiones en las que se realiza actividad minera.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Tabla 3: Producción Metálica en el 2016 según Región

REGIÓN	(TMF)	(Grs. f.)	(TMF)	(Kg.f.)	(TMF)	(TMF)	(TMF)	(TMF)
	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño	Molibdeno
Ancash	454,447	2,966,640	308,783	785,169	29,812			4,667
Apurímac	329,368	2,647,510		625				
Arequipa	524,024	16,845,101	25,963	285,460	18,415			9,580
Ayacucho	705	11,289,589	47,006	317,337	7,884			
Cajamarca	32,303	36,160,364		40,764				
Cusco	354,838	3,582,508	11	49,065	8			162
Huancavelica	14,670	50,204	10,801	164,862	14,611			
Huánuco			43,106	78,937	24,130			
Ica	43,155	248,185	181,054	134,530	18,307	7,663,124		
Junín	190,007	729,328	305,080	880,778	51,261			1,097
La Libertad	1,524	43,893,865	2,018	62,517	1,133			
Lima	28,459	453,355	138,121	790,768	60,110			
Madre de Dios		17,569,475						
Moquegua	174,918	904,965		90,276				3,926
Pasco	61,992	1,251,403	271,226	638,815	87,416			
Piura		732,015						
Puno	3,717	10,323,504	2,625	2,454	1,333		18,789	
Tacna	137,941	3,357,594		51,999				6,324

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Elaboración propia.

Las regiones que más se destacan en la producción de cada producto son:

- La libertad, que concentra el 28,7% de la producción total de oro;
- Arequipa, concentra el 22,3% de cobre y el 37,2% de molibdeno;
- Ancash, produce el 23,1% de zinc;
- Junín, produce el 20,1% de plata;
- Pasco, que produce el 27,8% de plomo; y,
- Puno e Ica, que producen alrededor del 100% estaño y hierro respectivamente.

### 3.2 Inversión

El Perú es un país de tradición minera que en la actualidad está posicionado en el mundo con productos como el cobre, plata, oro, zinc, entre otros. Su importante potencial geológico ha sido atractivo para empresas extranjeras. En el índice de



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

atracción minera del ranking elaborado por el *Fraser Institute*, Perú ocupó el puesto 28 a nivel mundial y el primer puesto a nivel Latinoamérica.

Sin embargo, en los últimos años se aprecia una disminución de las actividades de las empresas mineras. Ante esa situación, es necesario promover las inversiones en minería debido a su importancia como determinante para alcanzar mayor desarrollo y crecimiento en el país.

*Gráfico N° 4: Inversión minera*



Fuente: BCRP. Elaboración propia.

Como observamos en el gráfico, las inversiones mineras se han reducido en los últimos años; pasando de ser US\$ 9,924 en el año 2013 (su punto más alto), a ser US\$ 4,251 en el año 2016.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

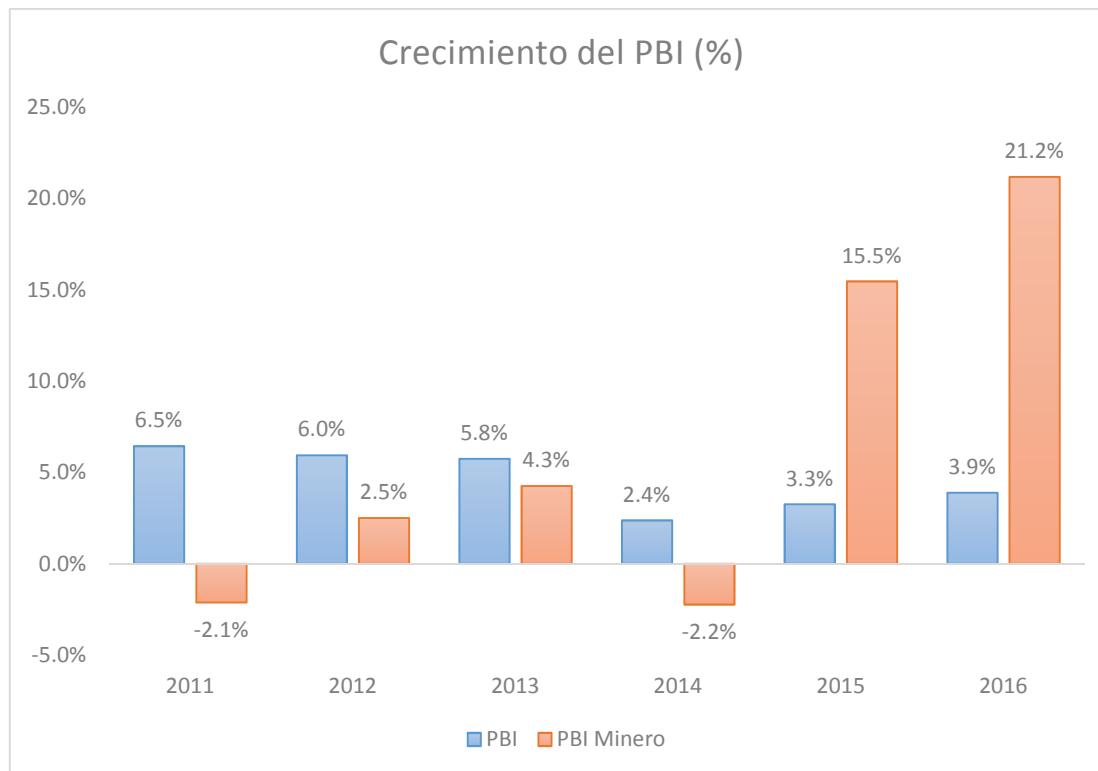
#### IV. Indicadores de desempeño del sector

El sector minería es el más importante de los sectores primarios en la economía del Perú y, sin lugar a dudas, fuente primordial de divisas por su participación en el total exportado.

Debido al boom de los precios de los años anteriores, el comportamiento de la economía peruana podría ser explicado siguiendo el comportamiento del sector minero. Desde el año 2012 se aprecia una desaceleración de la tasa de crecimiento del PBI, sin embargo, tanto el año 2015 como el año 2016 presentan una leve recuperación impulsados por el inicio de proyectos mineros, asociados al cobre, principalmente. Los 4 proyectos mineros que entraron en producción y que explican ese crecimiento son Constancia, ampliación de Cerro Verde, Las Bambas y Toromocha.

Estos hechos demuestran la importancia que tiene este sector para el crecimiento de la economía y la necesidad de seguir promoviendo las inversiones en minería.

Gráfico N° 5: PBI y PBI minero – Crecimiento anual



Fuente: BCRP. Elaboración propia



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Los principales indicadores tomados en consideración para medir el desempeño del sector son:

- **Empleos formales**

Sobre la base de la información de las planillas electrónicas del ministerio de trabajo para el sector privado, se contabiliza los trabajadores en actividades mineras con respecto al total de trabajadores multiplicados por mil. Es decir, el valor se entiende como la cantidad de trabajadores formales mineros por cada mil trabajadores formales en el Perú. Por metodología de ese ministerio, las cifras presentadas son siempre las del primer semestre del año.

- **Inversión**

El Ministerio de Energía y Minas dispone de información reportada sobre las inversiones de las empresas que desarrollan la actividad. Los rubros que se registran son: equipos de planta, equipos mineros, exploración, explotación, infraestructura, otros y preparación. Las cifras se expresan en dólares de los Estados Unidos. Para el caso de la inversión total, esas cifras se estiman como la inversión bruta interna reportada por el Banco Central de Reserva del Perú usando la multiplicación del PBI nominal en esa moneda por el porcentaje de la inversión bruta interna en el PBI total.

- **Exportaciones**

Monto exportado por el país y por minería. Datos del Banco Central de Reserva del Perú en dólares de los Estados Unidos.

- **Producción**

Para este informe, se usa el seguimiento al volumen de producción de oro y cobre de la estadística reportada por el Ministerio de Energía y Minas.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Tabla 4: Indicadores de Desempeño Minería - Insumos

	Variable	2015	2016	Fuente	Unidad de Medida
Empleo	Mineras	110,618	100,257	MINTRA	Personas con trabajo formal según MINTRA en Planilla Electrónica
	Total	3,175,190	3,236,147	MINTRA	
Inversión	Mineras	7,525	4,251	MINEM	US \$ (Millones)
	Total	47,346	44,615	BCRP	
Exportaciones	Mineras	18,836	21,652	MINEM	US \$ (Millones)
	Totales	34,236	36,838	BCRP	
Producción	Oro	146,822,907	153,005,603	MINEM	Grs. f.
	Cobre	1,700,817	2,353,859	MINEM	TMF

Fuente: MINTRA, BCRP; MINEM; Elaboración propia

Con esa la información reportada, los valores de los indicadores de desempeño serían:

Tabla 5: Indicadores de Desempeño Minería

	Variable	2015	2016
	Empleos mineros por cada mil trabajadores formales	35	31
	Porcentaje de inversión minera	16	10
	Porcentaje de exportaciones mineras	55	59
Tasa de crecimiento de la producción	Oro	5%	4%
	Cobre	23%	38%
Elaboración propia			

Con los indicadores de desempeño se aprecia claramente que la producción de cobre se ha incrementado y que se presenta también un aumento de la participación de la minería en el total de exportaciones del país, sin embargo, también se aprecia una caída considerable en la participación de la inversión minera en el total de la inversión del país, pasando de 16% al 10% en solo un año. Los empleos formales



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

también se han visto afectados y la producción de oro muestra un menor crecimiento la del año anterior.

Esos indicadores, permiten mostrar la necesidad de que el Estado asuma el rol de promotor de la inversión. Es decir, promover las inversiones en proyectos mineros que tengan potencial para ser desarrollados de forma auto sostenible por operadores del sector privado.

## V. Priorización de Proyectos: Criterios de evaluación

El sector minero requiere la participación del Estado en los casos de concesiones mineras que son devueltas y, debido a su importancia para la economía (medida por los indicadores de desempeño antes descritos) se hace necesaria para promover el crecimiento del país.

Dado que la producción de los proyectos mineros está orientada al exterior, es decir, cada unidad producida es principalmente exportada, los proyectos deben tener estándares de producción que les permita un nivel de productividad que les asegure a las empresas u operadores su auto sostenibilidad.

En esos casos, el Ministerio de Energía y Minas transfiere a Proinversión esos proyectos para que completen los estudios definitivos y puedan hacer la promoción entre postores de reconocida capacidad y experiencia en minería.

En el caso de Proinversión, la entidad elabora estudios y analiza la información para validar la sostenibilidad de los proyectos, sin embargo, la naturaleza de auto sostenibles es manifestada en los contratos que hace la institución para que las empresas que decidan participar tengan las reglas claras desde el inicio.

*Tabla 6: Criterios para definir necesidad de los Proyectos*

Proyecto	Criterio	Tipo de Información Utilizada
Identificación de necesidad de elaborar proyecto de inversión	Proyectos con potencial para impulsar el crecimiento de la economía	Información Preliminar
Identificación de proyectos de inversión para ser encargados a Proinversión	Proyectos auto sostenibles según evaluación financiera. Proyectos factibles de cubrir sus gastos de inversión, de operación y mantenimiento con las ventas de su producción a precios internacionales	Información Preliminar



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Los proyectos para ser analizados deben estar alineados con los planes estratégicos y objetivos del sector, mencionados en el capítulo 2 del presente documento, los mismos que garantizan la rentabilidad económica de los mismos y, principalmente, la capacidad de que el proyecto cumpla con los mayores estándares medioambientales y de respeto por las comunidades ubicadas en sus zonas de influencia.

*Tabla 7: Minería: Criterios Cualitativos*

Criterios cualitativos	
Proyecto alineado con planes estratégicos del sector	Sí – No
Proyecto contribuye al crecimiento económico del país / de la región	Impacto Alto Impacto Medio Impacto Bajo Impacto Nulo
Proyecto permite la participación de privados	Sí – No
Proyecto permite la transferencia de los riesgos asociados al negocio al operador privado	Sí – No
Proyecto requiere la participación de diferentes actores para su ejecución, incluyendo diferentes niveles de gobierno	Sí - No
Proyecto contribuye a mejorar el clima de inversión del país al garantizar la ejecución del proyecto en un plazo deseado	Sí – No

*Tabla 8: Minería: Criterios Cuantitativos\**

Criterios cuantitativos	
Proyecto con análisis de rentabilidad favorable	Si – No
WACC acorde a la naturaleza de los proyectos	Si – no
Valor Actual Neto – VAN	Positivo - Negativo
Tasa Interna de Retorno	Mayor o Menor al WACC

\*Para que un proyecto sea incluido todos los criterios cuantitativos deberían ser positivos.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

## VI. Proyectos Potenciales como APP o Proyectos en Activos

Tabla 9: Aplicación de Criterios Cualitativos en Proyecto: Yacimientos Cupríferos de Michiquillay

Criterios cualitativos		
Proyecto alineado con planes estratégicos del sector	Sí	Los Proyectos están alineados a los objetivos del Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021 – CEPLAN y al Plan Estratégico Sectorial e Institucional
Proyecto contribuye al crecimiento económico del país	Impacto Alto	La puesta en marcha de este proyecto contribuirá al crecimiento de la inversión y del país. Es necesario precisar que los montos de inversión son aproximadamente el 50% de la inversión anual de todo el sector minero para el año 2016.
Proyecto contribuye al crecimiento económico de la región	Impacto Alto	Empleos generados reactivaran la economía de Cajamarca. Fondo Social Michiquillay generará beneficios para las comunidades de la zona y tiene reconocimiento de la sociedad para su desarrollo. Canon y sobre canon mejorará los ingresos de las entidades estatales de Cajamarca.
Proyecto permite la participación de privados	Sí	Perú es segundo productor mundial de cobre y en el país están las empresas más grandes del Mundo.
Proyecto permite la transferencia de los riesgos asociados al negocio al operador privado	Sí	Naturaleza del proyecto permite la estructuración para que el sector privado asuma todos los riesgos.
Proyecto requiere participación de diferentes actores para su ejecución, incluyendo diferentes niveles de gobierno	Sí	La descentralización requiere que los proyectos mineros tengan que interactuar con todos los niveles de gobierno; y, de diferentes sectores para garantizar el correcto desarrollo de la actividad minera cumpliendo con todos los estándares.
Proyecto contribuye a mejorar el clima de inversión del país al garantizar la ejecución del proyecto en un plazo deseado	Sí	Perú es el país con más potencial minero según el Instituto Fraser, referente mundial para la evaluación de las inversiones mineras. La puesta en marcha de este proyecto contribuirá a mejorar el clima de inversión.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Tabla 10: Aplicación de Criterios Cuantitativos en Proyecto: Yacimientos Cupríferos de Michiquillay

Criterios cuantitativos		
Proyecto con análisis de rentabilidad favorable	Sí	El proyecto para ser transferido a PROINVERSIÓN tuvo un análisis de rentabilidad favorable. Actualmente, no se dispone de esa información.
WACC acorde a la naturaleza de los proyectos		Por determinar
Valor Actual Neto - VAN		Por determinar
Tasa Interna de Retorno		Por determinar



PERÚ

Ministerio  
de Energía y MinasSector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

---

## VII. Programación

Los proyectos del sector minería con potencial clasificados como Asociaciones Público Privadas – APP o Proyectos en activos son autofinanciados y cumplen con los criterios establecidos en la reglamentación del Decreto Legislativo N° 1224 del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, por lo cual, no corresponde el desarrollo de esta sección del Informe Multianual 2016.

A continuación, se muestra la descripción del proyecto que propone el sector Minería, en este Informe Multianual

### 7.1 Inventario de proyectos del sub sector minería

#### Minería

- **Proyectos a Proinversión**
  - Yacimientos Cupríferos de Michiquillay

### 7.2 Resumen del proyecto



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Tabla 11: Proyecto Yacimientos Cupríferos de Michiquillay

<b>Ficha Proyecto: Proyecto de Explotación Minera “Michiquillay”</b>	
Descripción general del proyecto	<p>El Proyecto Michiquillay se ubica en la Región Cajamarca y de acuerdo a los estudios realizados hasta la fecha, se estima que el yacimiento minero posee recursos como para iniciar con una producción de 187,000 TMF/Cu al año, lo que significará una inversión del orden de los US\$ 1,950 millones (Cartera Estimada de Proyectos Mineros).</p> <p>Este proyecto se encuentra constituido por un yacimiento del tipo porfirítico de cobre, con contenido de minerales de cobre (Cu), oro (Au) y molibdeno (Mo). Los recursos de mineral presentes se estiman en 1,159 Millones de TM con ley promedio similar de 0.4% de Cu.</p> <p>El proyecto tiene una gran capacidad de procesamiento y una larga vida y cuenta con perforaciones y estudios significativos hechos en el pasado, que podrán añadir valor a futuros estudios.</p>
Concesionario	Aún por definir.
Zona	<p>El Proyecto Michiquillay se ubica en la Región Cajamarca, provincia de Cajamarca, distrito de La Encañada, aproximadamente a 45 Km de la ciudad de Cajamarca y 900 Km de la ciudad de Lima. Está entre las cotas de 3000 y 3800 msnm.</p> <p>El acceso es sólo por vía terrestre y demanda, aproximadamente, dos horas desde la ciudad de Cajamarca. Este trayecto cuenta con dos tramos de carretera afirmada: uno hasta el poblado de La Encañada, y el segundo, hasta el Proyecto.</p>
<b>Aspectos Técnicos</b>	
Geología y Base de Datos	<p><b>Geología</b></p> <p>Respecto a su geología, las principales unidades estructurales corresponden a distintos ambientes de formación (continental,</p>



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

	<p>litoral y marina) y estratigráficamente pertenecen al Cretáceo hasta el Cuaternario. Presentan cuarcitas y areniscas blancas pertenecientes a la Formación Farrat del Grupo Gollarisquizga del Cretáceo Inferior, areniscas calcáreas y lutitas ferruginosas de la Formación Inca, calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas de la Formación Chúlec del Cretáceo Medio. Estas rocas estratificadas fueron intruidas por un stock Pórfido dacítico del Terciario Inferior, causantes de la mineralización.</p> <p>El yacimiento porfirítico de cobre ocurre en el stock Michiquillay del Terciario, el cual intruyó a cuarcitas y calizas del Cretáceo Inferior, con venillas mineralizadas tipo stockwork y mineralización diseminadas en sus cajas.</p> <p>La mineralización en la zona está vinculada al emplazamiento de stocks dacítico-monzonítico, cuya edad corresponde al Terciario Inferior. Los pórfidos se emplazaron en stocks de composición intermedia a félítica que intruyen a la franja sedimentaria mesozoica de la Cordillera Occidental en el terciario medio a superior por soluciones hidrotermales de alta temperatura, favorecidos por movimientos tectónicos que generaron un intenso fallamiento y fracturamiento, llamados stockwork.</p> <p>Las unidades más recientes están representadas por depósitos glaciares y glaciofluviales que rellenan los valles y, en menor escala, depósitos aluviales y coluviales sobre las laderas, llenando pequeñas quebradas.</p> <p>En la parte superior se produjo una zona lixiviada y oxidada con limonita, malaquita, crisocola, cuprita, calcantita de espesores variables de 20 m a 180 m, la cual se ubica sobre la zona de sulfuros secundarios con presencia de calcosina, covelina, bornita, calcopirita, pirita con espesores promedios de 30 m; debajo de esta última zona se tienen los sulfuros primarios constituidos mayormente por calcopirita y pirita.</p> <p>El área horizontal mineralizada tiene una forma elíptica, cuyo eje mayor tiene un rumbo NE.</p> <p>Observando el frente inicial, frente de máxima ley de deposición y el frente final de deposición del pórfido de Michiquillay se concluye que hubo cierta erosión de este pórfido hidrotermal.</p>
--	--



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

<b><u>Base de Datos</u></b>	
El proyecto cuenta con información exploratoria de 12,642 muestras de 53 sondajes realizados durante los años 2009-2012, que hacen un total de 36413.1 m. perforados. Estos pertenecen a los sondajes usados por Anglo American en la "Estimación de recursos Minerales Michiquillay para etapa conceptual modelo 2012".  Además se tiene como data antigua la de ASARCO, con 136 sondajes superficiales, que hacen 45795.86m perforados todos verticales, y 16 sondajes subterráneos que hacen 1923.52m perforados. En total la data de ASARCO es de 152 sondajes que conforman 47719.38m perforados, reconstituyendo las tablas collar, survey y assay, para ser procesables.	
<b>Información económica</b>	
Monto estimado de inversión	USD \$ 1,950 Millones
Plazo de ejecución	Aún por definir
Costos (de instalación, operación, mantenimiento)	Aún por definir



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

---

## VIII. Anexos



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

## 8.1 Anexo 1: Comité de inversiones – RM 132-2017 MEM/DM

### RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 132-2017-MEM/DM

Lima, 4 de abril de 2017

VISTO: El Memo-0012-2017/MEM-VMM, del 3 de abril de 2017, remitido por el Despacho Viceministerial de Minas del Ministerio de Energía y Minas;

#### CONSIDERANDO:

Que, el numeral 8.1 del artículo 8 del Decreto Legislativo N° 1224, Decreto Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, en adelante la Ley, establece, entre otros, que el Ministerio que tenga proyectos o prevea desarrollar procesos de promoción de la inversión privada bajo las modalidades reguladas en dicha norma, crea un Comité de Inversiones para desempeñarse como Organismo Promotor de la Inversión Privada para los procesos de promoción bajo su competencia, conforme lo establece el artículo 6 de la Ley y como órgano de coordinación con PROINVERSIÓN en los procesos de promoción bajo competencia o encargados a éste último;

Que, el numeral 8.2 del artículo 8 de la Ley, señala que la designación de los miembros del Comité de Inversiones se efectúa mediante Resolución Ministerial, que debe ser publicada en el diario oficial El Peruano y comunicada al Registro Nacional de Contratos de Asociaciones Público Privadas;

Que, el numeral 6.4 del artículo 6 del Reglamento de la Ley, aprobado mediante Decreto Supremo N° 410-2015-EF, en adelante el Reglamento, señala que tratándose de Ministerios que tengan a su cargo dos o más sectores, se puede contar con más de un Comité de Inversiones en función al número de sectores a su cargo;

Que, la Tercera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1251, Decreto Legislativo que modifica el Decreto Legislativo N° 1224, dispone que en el Decreto Legislativo N° 1224 y su Reglamento, toda referencia a Comité de Inversiones debe entenderse al Comité de Promoción de la Inversión Privada;

Que, de acuerdo a lo solicitado mediante el documento de Visto resulta necesario crear el Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería del Ministerio de Energía y Minas para los proyectos de inversión privada en el ámbito de su respectiva competencia;



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; el Decreto Ley N° 25962, Ley Orgánica del Sector Energía y Minas; el Reglamento de Organizaciones y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2007-EM; el Decreto Legislativo N° 1224, Decreto Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos y su Reglamento, aprobado con Decreto Supremo N° 410-2015-EF;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1.- Creación del Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería** Créase el Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería del Ministerio de Energía y Minas, con el objeto de llevar adelante los proyectos de inversión privada en el ámbito de su competencia, conforme a lo dispuesto por el Decreto Legislativo N° 1224, Decreto Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 410-2015-EF.

**Artículo 2.- Conformación del Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería** El Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería del Ministerio de Energía y Minas está conformado por los siguientes integrantes:

- Director General de la Dirección General de Minería, quien lo preside.
- Directora General de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, miembro.
- Director General de la Dirección General de Formalización Minera, miembro.

La Secretaría Técnica del Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería es ejercida por la Dirección Normativa de Minería de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas. La citada Dirección es la responsable de cumplir con las funciones establecidas en el artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1224 y en el artículo 7 de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 410-2015-EF.

**Artículo 3.- Funciones del Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería** Las funciones a ejercer por el Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería del Ministerio de Energía y Minas, creado mediante la presente Resolución, son las establecidas en el Decreto Legislativo N° 1224, Decreto Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 410-2015-EF y demás normas complementarias, excepto las contenidas en el artículo 7 del citado Decreto Legislativo y en el artículo 7 de su Reglamento, en concordancia con lo dispuesto en el artículo precedente.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

---

Artículo 4.- Instalación del Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería El Comité de Promoción de la Inversión Privada en Minería del Ministerio de Energía y Minas debe instalarse en un plazo que no exceda de diez días hábiles posteriores a la publicación de la presente Resolución en el diario oficial El Peruano.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

GONZALO TAMAYO FLORES

Ministro de Energía y Minas



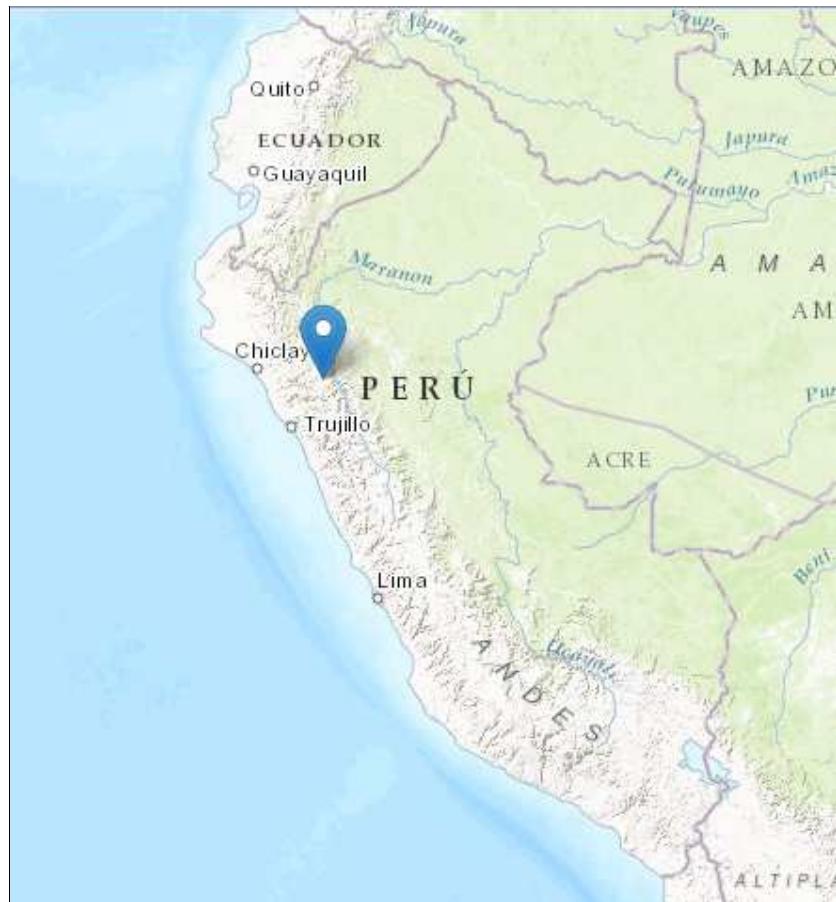
PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

## 8.2 Anexo 2: Ubicación geográfica

Gráfico N° 6: Michiquillay en Perú





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Gráfico N° 7: Michiquillay en Cajamarca

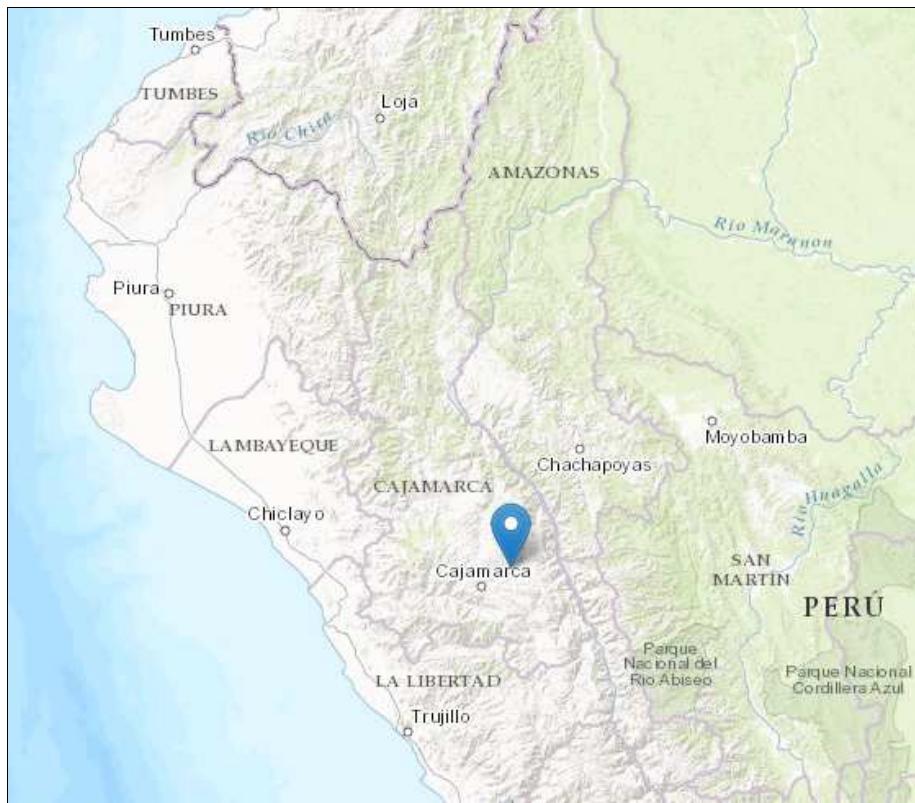
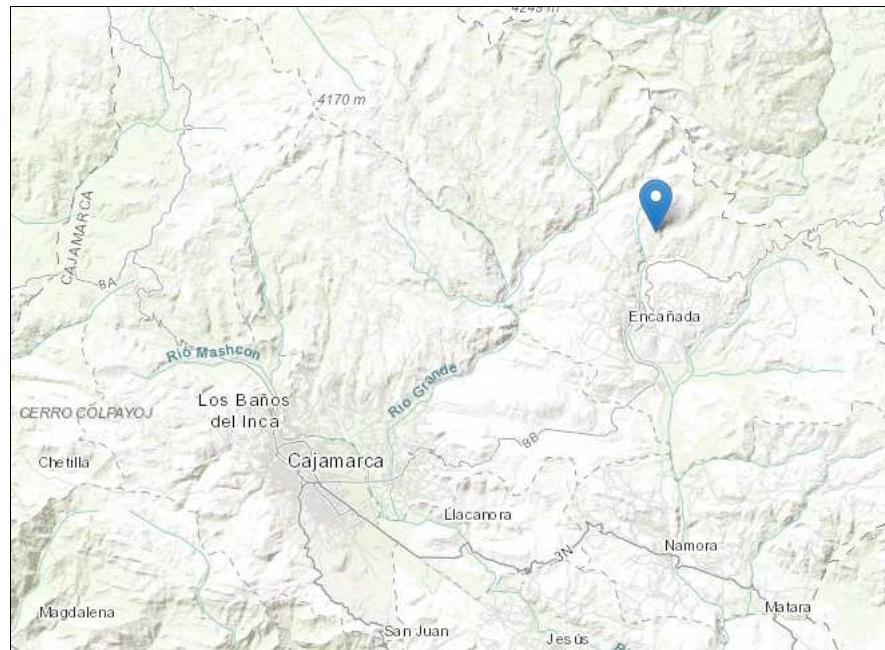


Gráfico N° 8: Michiquillay en Encañada





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

### 8.3 Anexo 3: Resumen del proyecto con información de la Dirección General de Minería

## PROYECTO MINERO MICHIQUELLAY INFORMACIÓN TÉCNICA - RESUMEN EJECUTIVO Dirección General de Minería

### 1. Ubicación y Acceso

El Proyecto Michiquillay se ubica en la Región Cajamarca, provincia de Cajamarca, distrito de La Encañada, aproximadamente a 45 Km de la ciudad de Cajamarca y 900 Km de la ciudad de Lima. Está entre las cotas de 3000 y 3800 msnm.

El acceso es sólo por vía terrestre y demanda, aproximadamente, dos horas desde la ciudad de Cajamarca. Este trayecto cuenta con dos tramos de carretera afirmada: uno hasta el poblado de La Encañada, y el segundo, hasta el Proyecto.

En la figura siguiente se aprecia la ubicación del yacimiento de Michiquillay:

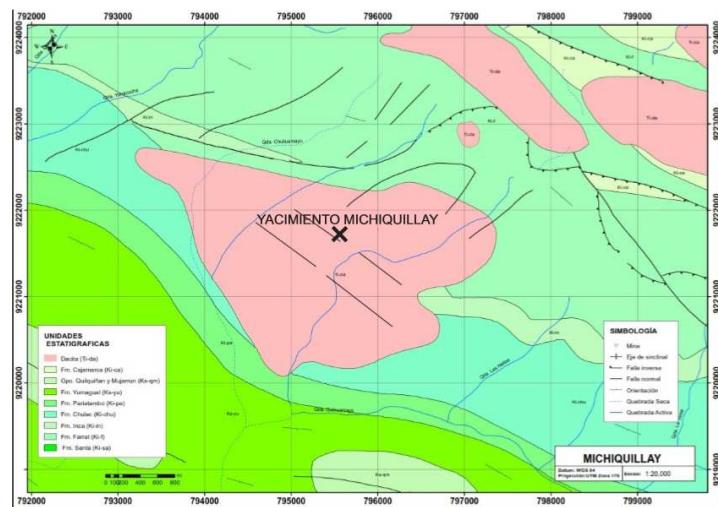


Figura 1 Ubicación del proyecto Michiquillay



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

## 2. Reseña Geológica

Las principales unidades estructurales corresponden a distintos ambientes de formación (continental, litoral y marina) y estratigráficamente pertenecen al Cretáceo hasta el Cuaternario.

Presentan cuarcitas y areniscas blancas pertenecientes a la Formación Farrat del Grupo Gollarisquizga del Cretáceo Inferior, areniscas calcáreas y lutitas ferruginosas de la Formación Inca, calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas de la Formación Chúlec del Cretáceo Medio. Estas rocas estratificadas fueron intruidas por un stock Pórfido dacítico del Terciario Inferior, causantes de la mineralización.

El yacimiento porfirítico de cobre ocurre en el stock Michiquillay del Terciario, el cual intruyó a cuarcitas y calizas del Cretáceo Inferior, con venillas mineralizadas tipo stockwork y mineralización diseminadas en sus cajas.

La mineralización en la zona está vinculada al emplazamiento de stocks dacítico-monzonítico, cuya edad corresponde al Terciario Inferior. Los pórfidos se emplazaron en stocks de composición intermedia a félsica que intruyen a la franja sedimentaria mesozoica de la Cordillera Occidental en el terciario medio a superior por soluciones hidrotermales de alta temperatura, favorecidos por movimientos tectónicos que generaron un intenso fallamiento y fracturamiento, llamados stockwork.

Las unidades más recientes están representadas por depósitos glaciares y glaciofluviales que rellenan los valles y, en menor escala, depósitos aluviales y coluviales sobre las laderas, llenando pequeñas quebradas.

En la parte superior se produjo una zona lixiviada y oxidada con limonita, malaquita, crisocola, cuprita, calcantita de espesores variables de 20 m a 180 m, la cual se ubica sobre la zona de sulfuros secundarios con presencia de calcosina, covelina, bornita, calcopirita, pirita con espesores promedios de 30 m; debajo de esta última zona se tienen los sulfuros primarios constituidos mayormente por calcopirita y pirita.

El área horizontal mineralizada tiene una forma elíptica, cuyo eje mayor tiene un rumbo NE.

Observando el frente inicial, frente de máxima ley de deposición y el frente final de deposición del pórfido de Michiquillay se concluye que hubo cierta erosión de este pórfido hidrotermal.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

En la Figura 1 y Figura 2 se presenta el esquema del cuerpo mineral en una sección transversal y una planta.

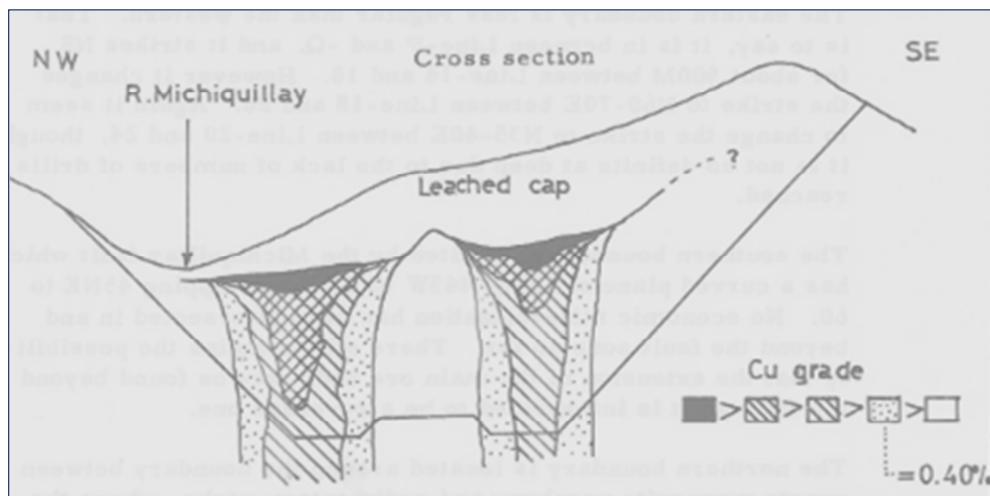


Figura 2 Esquema del cuerpo mineral (Sección transversal)

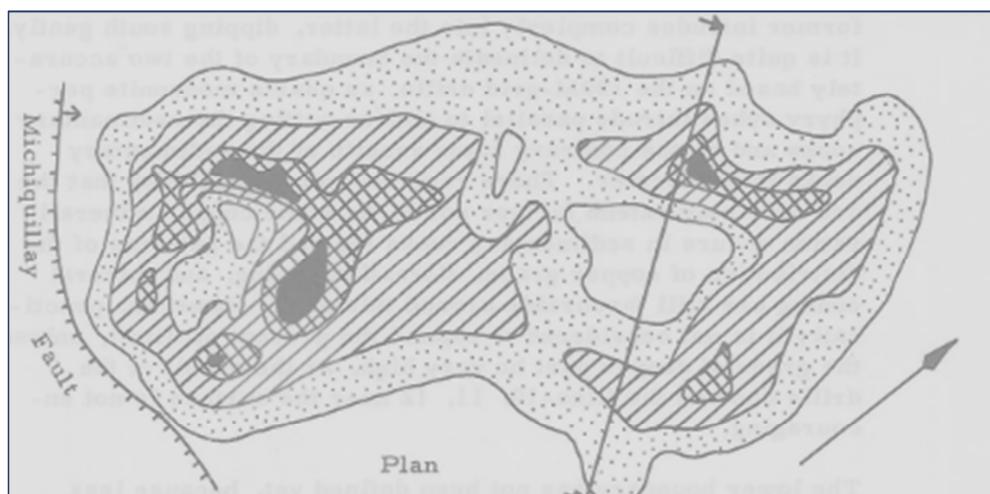


Figura 3 Esquema del cuerpo mineral (Vista en planta)



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

### 3. Base de datos

El proyecto cuenta con información de 12642 muestras de 53 sondajes realizados durante los años 2009-2012, que hacen un total de 36413.1 m. perforados. Estos pertenecen a los sondajes usados por Anglo American en la “Estimación de recursos Minerales Michiquillay para etapa conceptual modelo 2012”.

Estos sondajes fueron recuperados del proyecto Datamine “Datamine\_bm\_versionfinal\_ModeloGeologico”, con sus tablas mcollar, msurvey, mleyes, mzone, mltito, dens y malter. La tabla dens donde están los datos densidas fue obtenida de la carpeta “4.6 Densidad” de la data recibida.

Las variables presentes en la base de datos de 53 sondajes son CUT (Cobre Total) CUS (Cobre soluble), CUCN, (Cobre cianurado), AUPPM (oro en ppm), AGPPM (plata en ppm), MO (Molibdeno en ppm). Además, se cuenta con datos de densidad.

Además, se tiene como data antigua la de ASARCO, con 136 sondajes superficiales, que hacen 45795.86m perforados todos verticales, y 16 sondajes subterráneos que hacen 1923.52m perforados. En total la data de ASARCO es de 152 sondajes que conforman 47719.38m perforados, reconstituyendo las tablas collar, survey y assay, para ser procesables.

### 4. Dominios Geológicos

Mediante el análisis de los logueos del archivo de sondajes, se han identificado cinco dominios geológicos. Para cada dominio geológico, se ha construido un sólido geológico, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecian los códigos para cada dominio:

Código numérico	Código Texto	Descripción
200	COB	Cobertura
201	LIX	Lixiviado
202	ENR	Enriquecimiento
203	PRICP	Zona de sulfuros primarios con calcopirita
204	PRIPY	Zona de sulfuros primarios con pirita

Tabla 12 Códigos de Zona de mineralización



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Del informe de Anglo American se tienen también los códigos de alteración y litología presentes en la zona del yacimiento.

Código numérico	Código texto	Descripción
101	PQ1	Pórfido cuarcífero temprano
102	PQ2	Pórfido cuarcífero intermineral
103	PQ3	Pórfido cuarcífero Tardío
104	PF1	Pórfido feldespático temprano
105	PF2	Pórfido feldespático intermineral
106	PF3	Pórfido feldespático tardío
107	CUA	Rocas sedimentarias
108	COB	cobertura

Tabla 13 Códigos de litología

Código numérico	Código texto	Descripción
300	COB	Cobertura
301	ARG	Alteración Argilica
302	SER	Alteración Sericitica
303	SER-KAO	Alteración Sericitica-Kaolinitica
304	CHK-SER	Alteración Sericita-Clorita
305	POT-OVER	Alteración Potásica Over Print
306	POT	Alteración Potásica

Tabla 14 Códigos de Alteración



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

## 5. Resumen de estimado de recursos

Como se ha descrito anteriormente, se cuenta con información de 53 sondajes superficiales de la data de Anglo American y con información histórica de Asarco, que cuenta con 136 sondajes superficiales y 16 sondajes subterráneos.

La evaluación de recursos considera los datos de Anglo American por ser más recientes y confiables, mientras que la información de Asarco se usa con fines de referencia.

La información de Anglo American:

1. Presenta las variables de CUT (Cobre Total), CUS (Cobre Soluble), CUCN (Cobre Cianurado), AU (Oro), AG (Plata), MO (Molibdeno) y AS (Arsenico).
2. El sólido ha sido recuperado del modelo de bloques de Anglo American.
3. Por ser información más reciente las leyes son más confiables y representativas al haber pasado por un proceso de QA/QC.
4. Por haber desarrollado una malla de muestreo con sondajes inclinados lo cual reconoce mejor las zonas mineralizadas.

La información de Asarco no es completa:

1. Solo tiene las variables CU, CUS, y AU.
2. No dispone de interpretación geológica.
3. No dispone de información de As, cuya presencia y evaluación es de interés para el inversionista.

En la estimación de recursos realizada con la data de Anglo American, se ha aplicado la metodología geoestadística adecuada para este tipo de yacimiento, tomando como referencia práctica los pórfidos similares estudiados por David Lowell.

En cuanto a los recursos:

Análisis exploratorio de datos para cada variable.

Composición

Por dominios:

- Estadística
- Valores capping
- Variogramas experimentales
- Modelado de variogramas
- Análisis de fronteras
- Estimación con método kriging de Matheron



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

- Planos de varianza de kriging para la categorización y evaluación del diseño de malla de exploración
- Clasificación de recursos
- Tablas tonelaje ley de corte Cu
- Tablas tonelaje ley de corte Cu equivalente
- Visualización de los resultados por secciones y plantas
- Validación gráfica

En cuanto a la Valorización de las Reservas, consta de las siguientes actividades:

- Optimización de cono de pit por método Lerchs-Grossman
- Se utilizaron los parámetros económicos del informe Anglo American
- Se hizo un análisis de sensibilidad, tomando en cuenta el precio de los últimos 15 años:

**Pit con bajo precio (precio promedio menos una desviación típica):**

elemento	Precio	unidad
Cu	1.383	\$/lb
Au	448.859	\$/oz

**Pit con precio promedio:**

elemento	Precio	unidad
Cu	2.446	\$/lb
Au	906.284	\$/oz

**Pit con alto precio (precio promedio más una desviación típica):**

elemento	Precio	unidad
Cu	3.509	\$/lb
Au	1363.710	\$/oz

Tomando en cuenta el precio del último año:

**Pit con precio promedio:**

elemento	Precio	unidad
Cu	2.238	\$/lb
Au	1248.260	\$/oz



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

## Cuadro de estimación de recursos:

Modelo de Bloques	Cutoff CU%	INDICADO									
		Nº Bloques	TONELAJE	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MO	AGPPM	ASPPM	SG
Estimado con 53 sondajes	0.15	121750	1,913,471,700	0.4206	0.0128	0.0852	0.0665	129.592	0.8403	53.318	2.619
	0.3	78571	1,223,586,183	0.5293	0.0145	0.0985	0.0855	155.192	1.0314	57.878	2.596
	0.4	56372	870,879,754	0.6005	0.0156	0.1063	0.1001	165.203	1.1478	55.978	2.575

Modelo de Bloques	Cutoff CU%	INFERIDO									
		Nº Bloques	TONELAJE	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MO	AGPPM	ASPPM	SG
Estimado con 53 sondajes	0.15	118189	1,871,191,886	0.295	0.011	0.0649	0.0393	83.8991	0.5563	29.615	2.639
	0.3	33102	514,742,720	0.488	0.016	0.1183	0.068	149.741	0.9293	49.483	2.592
	0.4	18489	281,938,761	0.605	0.019	0.1509	0.086	177.332	1.1354	56.917	2.542



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Modelo de Bloques	Cutoff CU%	INDICADO+INFERIDO									
		Nº Bloques	TONELAJE	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MOPPM	AGPPM	ASPPM	SG
Estimado con 53 sondajes	0.15	239939	3,784,663,586	0.358	0.012	0.075	0.053	107.001	0.7	41.599	2.629
	0.3	111673	1,738,328,903	0.517	0.015	0.104	0.08	153.578	1.001	55.392	2.594
	0.4	74861	1,152,818,515	0.602	0.017	0.117	0.097	168.169	1.145	56.208	2.567

Cuadro de estimación de recursos Cu equivalente:

Modelo de Bloques	Cutoff EQCU%	INDICADO										
		Nº Bloques	TONELAJE	EQCU%	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MO	AGPPM	ASPPM	SG
Cu Equivalente	0.15	126380	1,983,205,512	0.487	0.4092	0.0126	0.0834	0.0672	128.154	0.8277	52.94	2.615
	0.3	92578	1,445,438,830	0.579	0.4888	0.014	0.095	0.0808	148.677	0.9689	57.778	2.602
	0.4	70995	1,102,921,524	0.65	0.5511	0.015	0.1021	0.0917	160.306	1.074	58.008	2.589

Modelo de Bloques	Cutoff EQCU%	INFERIDO										
		Nº Bloques	TONELAJE	EQCU%	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MO	AGPPM	ASPPM	SG
Cu Equivalente	0.15	121356	1917254902	0.341	0.29	0.011	0.064	0.0407	83.6085	0.5532	29.813	2.633
	0.3	52178	814822083.6	0.48	0.405	0.014	0.0992	0.0634	128.076	0.8058	43.336	2.603
	0.4	26213	403040602.8	0.624	0.529	0.018	0.1337	0.0833	165.597	1.0241	53.329	2.563



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Modelo de Bloques	Cutoff EQCU%	INDICADO+INFERIDO									
		Nº Bloques	TONELAJE	EQCU%	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MOPPM	AGPPM	ASPPM
Cu Equivalente	0.15	247736	3,900,460,414	0.415	0.351	0.012	0.0739	0.0542	106.258	0.6928	41.572
	0.3	144756	2,260,260,913	0.543	0.459	0.014	0.0965	0.0745	141.25	0.9101	52.572
	0.4	97208	1,505,962,127	0.643	0.545	0.016	0.1106	0.0895	161.722	1.0606	56.756
											2.582

Cuadro de Valorización de Reservas considerando el pit con el precio promedio del último año:

Modelo de Bloques	Cutoff EQCU%	PROBABLE									
		Nº Bloques	TONELAJE	EQCU%	CUT%	CUS%	CUCN%	AUPPM	MO	AGPPM	ASPPM
Pit con Rampas	0.15	71051.82	1,108,408,397	0.567	0.476	0.0132	0.0886	0.0866	130.148	0.925	48.555
	0.17	70265.13	1,096,135,961	0.571	0.48	0.0133	0.0893	0.0873	131.126	0.9321	48.839
	0.3	58024.34	905,179,666	0.642	0.541	0.0143	0.0991	0.0983	148.063	1.0366	52.46
	0.4	49537.64	772,787,119	0.693	0.5855	0.015	0.1046	0.1054	158.844	1.1147	54.63

La valorización calculada es de 24,581'227,011 US\$ con un cutoff de 0.3% Cu eq con el precio de Cu de 2.238 \$/lb y una recuperación de 86%.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

## 6. Valorización de la reserva y Diseño de Pit

La optimización del pit se realizó teniendo en cuenta los bloques de categoría indicado y que están dentro de la limitante de Anglo American.

### 6.1 Parámetros Económicos

Los parámetros económicos empleados para la optimización del cono de Pit en el MineSight se dan en la Tabla 154:

Precio Cu	2.238	\$/lb			
Costo Mineral	1.55	\$/t			
Costo Desmonte	1.55	\$/t			
Costo incremental por profundización	0.03	por banco de 15m			
Costo de proceso	5.12	\$/t			
Refining insurance & sales	0.08665	\$/lb			
Refining insurance & sales (\$/t)	190.9766	\$/t			
Recuperación Metalúrgica	<b>cu&gt;=0.9</b>	<b>0.9&gt;cu&gt;=0.4</b>	<b>0.4&gt;cu&gt;=0.2</b>	<b>cu&lt;0.2</b>	<b>promedio</b>
	90.00%	86.00%	82.00%	65.00%	80.75%
IRA	45°				
Densidad	<b>COB</b>	<b>LIX</b>	<b>ENR</b>	<b>PRICP</b>	<b>PRIPY</b>
	2.27	2.27	2.38	2.54	2.67

Tabla 15. Parámetros Económicos del Pit

La ley de corte obtenida para calcular el pit está dada por la fórmula:

$$\text{Ley de Corte} = \frac{(CP + CM)}{(PCu - RIS) * R}$$

Dónde:

CP= Costo de Procesamiento.

CM= Costo de mina.

PCu= Precio Cu.

RIS= Costo de “refining, insurance and sales”.

R= Recuperación Metalúrgica.

Obteniéndose el valor de 0.17% de Cu, cuyo equivalente en \$/t es 8.593.

El método de optimización empleado es el de Lerchs-Grossman, optimizador disponible en el MineSight MSEP, a través del procedimiento msep-design.pyc.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

## 6.2 Análisis de Sensibilidad de los Pits

Se realizó un análisis de sensibilidad considerando cuatro precios, el valor promedio de los últimos 15 años menos una desviación estándar, el promedio de los últimos 15 años, el valor promedio de los últimos 15 años más una desviación estándar y el valor promedio del último año.

A continuación, en la Tabla 55, se presentan los precios usados en el análisis de sensibilidad según los precios de los últimos 15 años, (fuente: [www.boletin.cochilco.cl](http://www.boletin.cochilco.cl))

elemento	mínimo	máximo	unidad	fecha	promedio	desv estand.	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Au	271.14	1668	\$/oz	dic01-dic16	906.284	457.425	448.859	1363.710
Au	8.718	53.633	\$/g	dic01-dic16	29.141	14.708	14.433	43.849
Cu	0.707	3.997	\$/lb	dic06-dic16	2.446	1.063	1.383	3.509

Tabla 5. Precio de metales de los últimos 15 años

A continuación en la Tabla 16, se presenta el precio promedio del último año (fuente: [www.investing.com](http://www.investing.com).)

elemento	precio	Unidad
Cu	2.238	\$/lb
Au	1248.26	\$/oz
Au	40.137	\$/g

Tabla 16. Precio de metales del último año

Los precios usados en el análisis de sensibilidad se presentan en Tabla 7:

Elemento	$\bar{x}_{15años}$	$\bar{x}_{1año}$	$\bar{x}_{15años}$	$\bar{x}_{15años}$	unidades
Cu	1.383	2.238	2.446	3.509	\$/lb
Au	448.859	1248.260	906.284	1363.710	\$/oz
Au	14.433	40.137	29.141	43.849	\$/g

Tabla 7. Precio Cu y Au



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Se determinó la ley de corte para cada caso y se procedió a hacer la optimización del cono de pit. A continuación, en la Tabla 8, se presenta la ley de corte para cada precio de Cu.

Precio	ley de corte	
	%	\$/t
1.383 \$/lb	0.289	8.812
2.238 \$/lb	0.174	8.593
2.446 \$/lb	0.159	8.563
3.509 \$/lb	0.110	8.469

Tabla 8. Ley de corte para cada precio Cu

Se presenta a continuación los datos de los últimos 15 años

Cu 15 años

Precio Nominal Cobre Anual (¢/lb)	\$/lb
2001	0.72
2002	0.71
2003	0.81
2004	1.30
2005	1.67
2006	3.05
2007	3.23
2008	3.15
2009	2.34
2010	3.42
2011	4.00
2012	3.61
2013	3.32
2014	3.11
2015	2.49
2016	2.20



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

Au 15años

<b>Precio Nominal Oro Anual (US\$/ozt)</b>	
2001	271.14
2002	310.01
2003	363.78
2004	409.56
2005	444.99
2006	604.34
2007	696.43
2008	872.37
2009	973.66
2010	1226.66
2011	1573.16
2012	1668.86
2013	1409.51
2014	1266.06
2015	1159.82
2016	1250.2



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

A continuación, se presenta los datos del último año

Cu precio \$/lb <a href="http://www.investing.com">www.investing.com</a>	Fecha	Último	Apertura	Máximo
	dic-16	2.598	2.633	2.713
	nov-16	2.622	2.205	2.722
	oct-16	2.2	2.187	2.206
	sep-16	2.202	2.072	2.209
	ago-16	2.07	2.227	2.239
	jul-16	2.22	2.201	2.273
	jun-16	2.195	2.066	2.204
	may-16	2.098	2.268	2.285
	abr-16	2.279	2.184	2.292
	mar-16	2.182	2.123	2.314
	feb-16	2.128	2.03	2.156
	ene-16	2.064	2.071	2.097
Más alto: 2.722	Más bajo: 1.	Diferencia: 0.785	Promedio: 2.238	

Au \$/oz <a href="http://www.investing.com">www.investing.com</a>	Fecha	Último	Apertura	Máximo
	dic-16	1160.75	1173.9	1189.95
	nov-16	1170.8	1279.3	1318.6
	oct-16	1271.5	1313.5	1316.8
	sep-16	1313.3	1305.3	1350.5
	ago-16	1306.9	1348.8	1366
	jul-16	1349	1324.5	1374.9
	jun-16	1318.4	1215.7	1355.6
	may-16	1214.8	1292.1	1304.4
	abr-16	1289.2	1232.3	1295.5
	mar-16	1234.2	1240.5	1280.7
	feb-16	1233.9	1116.7	1260.8
	ene-16	1116.4	1063.4	1125.7
Más alto: 1374.90	Más bajo: 1063.20	Diferencia: 311.70	Promedio: 1248.26	



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

	Fecha	Último	Apertura	Máximo
Ag \$/oz www.investing.com	dic-16	16.973	16.553	17.303
	nov-16	16.406	17.89	19.005
	oct-16	17.796	19.26	19.385
	sep-16	19.214	18.72	20.235
	ago-16	18.707	20.505	20.925
	jul-16	20.443	18.95	21.25
	jun-16	18.694	16.115	18.955
	may-16	16.11	18.01	18.17
	abr-16	17.924	15.585	18.08
	mar-16	15.502	14.955	16.2
	feb-16	14.948	14.31	16.02
	ene-16	14.267	13.87	14.6
	Más alto:	21.250	Más bajo:	13.760
	Diferencia:	7.490	Promedio:	17.249

	fecha	P Mo \$/lb
Mo \$/lb www.cochilco.cl	dic-15	5.08
	ene-16	5.35
	feb-16	5.25
	mar-16	5.36
	abr-16	5.6
	may-16	7.46
	jun-16	7.86
	jul-16	6.66
	ago-16	7.39
	sep-16	6.98
	oct-16	6.67
	nov-16	6.61
	Promedio	6.35

A continuación, en la Tabla 9 se presenta los resultados de la optimización de cono de pit para cada precio de Cu.

Precio Cu	#Blocks	Value ore	Ton ore	Cu%	Au ppm	Val/Ton Ore	Value Waste	Ton Waste	Value Pit	Ton Pit (ore+waste)	Blocks (+)	Blocks (-)
1.383	49 880	3 039 904	257 095	0.729	0.155	11.824	-1 615 156	454 895	1 424 747	711 990 966	16 886	33 094
2.238	151 091	14 950 889	852 195	0.566	0.100	17.544	-5 161 570	1 406 257	9 789 318	2 258 452	54 913	96 178
2.446	162 041	16 845 202	921 123	0.553	0.096	18.2877	-5 542 466	1 507 088	11 302 735	2 428 212	304	59 270
3.509	239 957	34 557 489	1 430 160	0.472	0.078	24.1634	-8 213 646	2 216 977	26 343 842	3 647 137	812	148

Tabla 9 Análisis de sensibilidad variando el precio del Cu



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Sector Minería: Informe Multianual de Inversiones - 2017

### 6.3 Resumen Recursos y Reservas Calculadas en el Proyecto Michiquillay

En la Tabla 17 se presenta un resumen de Recursos y Reservas del Proyecto Michiquillay desde el año 1965 hasta la fecha.

Empresa	Año	Categoría	Tamaño	Ley de Corte
ASARCO	1965	Estimación Reservas	570 Mt @ 0.72% Cu	
MCC	1976	Reservas	544 Mt @ 0.69% Cu	0.4% Cu
Minero Perú	1980	Reservas	564 Mt @ 0.70% Cu	0.4% Cu
Anglo American	2012	Recursos (I + I)	1,500 Mt @ 0.57% Cu	0.3% Cu
Consult. Dr. Marín	2017	Recursos (I + I)	1,738 Mt @ 0.52% Cu	0.3% Cu
Consult. Dr. Marín	2017	Recurso	1,224 Mt @ 0.53% Cu	0.3% Cu
Consult. Dr. Marín	2017	Recurso	871 Mt @ 0.60% Cu	0.4% Cu
Consult. Dr. Marín	2017	Reservas	1,096 Mt @ 0.57% Cu	0.17% Cu
Consult. Dr. Marín	2017	Reservas	905 Mt @ 0.64% Cu	0.3% Cu
Consult. Dr. Marín	2017	Reservas	773 Mt @ 0.69% Cu	0.4% Cu

Tabla 17. Resumen de Recursos y Reservas históricas

Fuente:

- Información disponible en PROINVERSIÓN
- Información disponible en Activos Mineros SAC (Alfredo Marín Suárez – Ene. 2017)