



# Molibdeno

**Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035**

**Final 11 de diciembre de 2018**

CRU Consulting



Contrato #: C-378359-003-2018

Este informe se entrega en forma privada y confidencial al cliente. No deberá ser divulgado, parcial o en su totalidad, directa o indirectamente, o en cualquier otro formato a cualquier otra empresa, organización o individuo sin el permiso por escrito de CRU Internacional Limited.

Se otorga permiso para la divulgación de este informe a las subsidiarias con propiedad mayoritaria y a sus organizaciones principales. Sin embargo, cuando el informe sea entregado a un cliente en su capacidad de gerente de una empresa o asociación conjunta, no se podrá divulgar a los otros participantes sin el permiso previo.

La responsabilidad de CRU Internacional Limited es solo con su cliente objetivo. Su responsabilidad se limita al valor efectivamente pagado por los servicios profesionales involucrados en la preparación de este informe. No aceptamos responsabilidad de terceras partes, sin importar su origen. Aunque se han adoptado cuidados y diligencias razonables para la preparación de este informe, no garantizamos la exactitud de los datos, suposiciones, proyecciones y otras declaraciones a futuro.

Copyright CRU Internacional Limited 2018. Todos los derechos reservados.

**Augusto Leguía Norte N° 100 Of. 506, Las Condes, Santiago, Chile**  
**Tel: +56 2 2231 3900**

## Índice

<b>1. Mercado del molibdeno</b>	<b>5</b>
Resumen ejecutivo de la industria del molibdeno.....	5
Introducción .....	6
1.1. Demanda de molibdeno .....	6
1.1.1. Determinantes de la demanda de molibdeno y usos finales .....	6
1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del molibdeno.....	10
1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda de molibdeno.....	11
1.1.4. Demanda histórica de molibdeno .....	14
1.1.5. Proyección de demanda del molibdeno .....	15
1.2. Oferta de molibdeno .....	20
1.2.1. Recursos y reservas de molibdeno: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración .....	20
1.2.2. Método de extracción y procesamiento del molibdeno .....	23
1.2.3. Cadena de valor del molibdeno .....	24
1.2.4. Costos de capital del molibdeno .....	26
1.2.5. Comercialización del molibdeno .....	27
1.2.6. Producción histórica de molibdeno .....	30
1.2.7. Proyección de producción de molibdeno .....	33
1.3. Balance de mercado y precio del molibdeno .....	37
1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del molibdeno .....	37
1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del molibdeno .....	37
1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del molibdeno .....	39
1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del molibdeno.....	44
<b>Anexo I. Glosario</b>	<b>46</b>
<b>Anexo II. Bibliografía</b>	<b>47</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, molibdeno</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 2 Demanda histórica de molibdeno, 2008-2017 (MIbs)</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 3 Proyección de la demanda del molibdeno, 2018-2035 (MIbs)</b>	<b>17</b>

Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (MIbs)	18
Tabla 5 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (MIbs)	19
Tabla 6 Reservas y recursos del molibdeno, 2008-2017 (miles de toneladas)	21
Tabla 7 Proyectos esperados de molibdeno	27
Tabla 8 Evolución de las importaciones de concentrado, 2008-2017 (Mt)	29
Tabla 9 Evolución de las exportaciones de concentrado, 2008-2017 (Mt)	30
Tabla 10 Producción histórica del molibdeno, 2008-2017 (MIbs)	32
Tabla 11 Proyección de la producción de molibdeno, 2018-2035	34
Tabla 12 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (MIbs)	35
Tabla 13 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (MIbs)	36
Tabla 14 Balance histórico del mercado y precios del molibdeno, 2008-2017	39
Tabla 15 Proyección del balance de mercado, 2018-2035 (MIbs)	41
Tabla 16 Proyección de precios, 2018-2035	41
Tabla 17 Precio en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)	42
Tabla 18 Precio en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)	43

## Índice de figuras

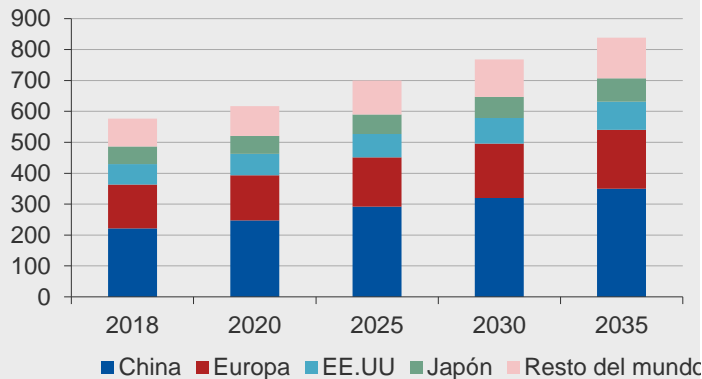
Figura 1 Determinantes relevantes en el consumo del molibdeno, 2008-2017 (variación %)	7
Figura 2 Porcentaje de consumo del molibdeno por país, 2017	9
Figura 3 Porcentaje de consumo del molibdeno por producto/uso final, 2017	9
Figura 4 Intensidad de uso del molibdeno por región, 2017	11
Figura 5 Evolución histórica de la demanda, 2008-2017 MIbs	15
Figura 6 Pronóstico de la demanda de molibdeno, 2018-2035	16
Figura 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (MIbs)	18
Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (MIbs)	19
Figura 9 Mapa de las reservas de molibdeno de los principales productores a 2017 (miles de toneladas)	22
Figura 10 Presupuestos de exploración del molibdeno, 2008-2017 (MUS\$, real 2017)	23
Figura 11 Procesos de producción del molibdeno	24
Figura 12 Cadena de valor del molibdeno	25

Figura 13 Importaciones de concentrado por país, 2017	28
Figura 14 Figura 15 Exportaciones de concentrado por país, 2017	28
Figura 16 Producción de molibdeno contenido en concentrado por país, 2017	31
Figura 17 Producción de molibdeno contenido en concentrado por empresa, 2017	31
Figura 18 Evolución de la oferta de producción primaria de molibdeno (MIbs)	32
Figura 19 Proyección de la oferta de molibdeno, 2018-2035 (MIbs)	34
Figura 20 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (MIbs)	35
Figura 21 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (MIbs)	36
Figura 22 Evolución del balance de mercado y precios	38
Figura 23 Proyección den mercado y precios del molibdeno, 2018-2035	40
Figura 24 Precio en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)	42
Figura 25 Precio en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)	43
Figura 26 Análisis de Porter para la industria del molibdeno	44

# 1. Mercado del molibdeno

## Resumen ejecutivo de la industria del molibdeno

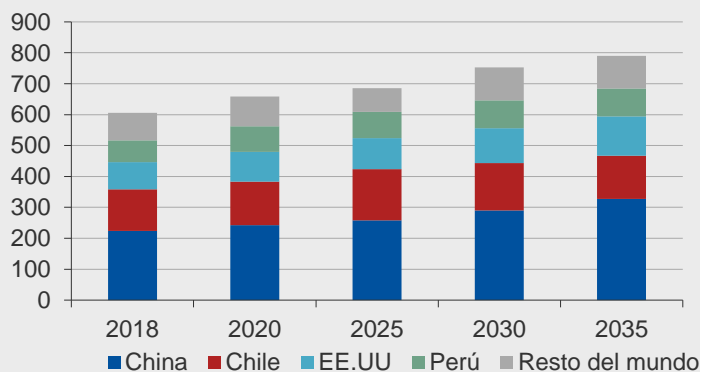
Proyección de la demanda (Mlbs)



### DEMANDA

1. Crecimiento de demanda se mantendría positivo y vinculado a energía e industria petroquímica.
2. Aumento de la demanda está ligado al mayor consumo de acero crudo y diversas aleaciones de acero en China, principalmente.
3. Los consumos de Japón y Estados Unidos se mantendrían apoyados por sus industrias manufactureras y de gas & petróleo, respectivamente.
4. Demanda continuaría creciendo en el periodo de análisis
5. Nuevos usos del molibdeno refuerzan su demanda en regiones más establecidas.
6. No existe una amenaza concreta de sustitutos para el molibdeno.

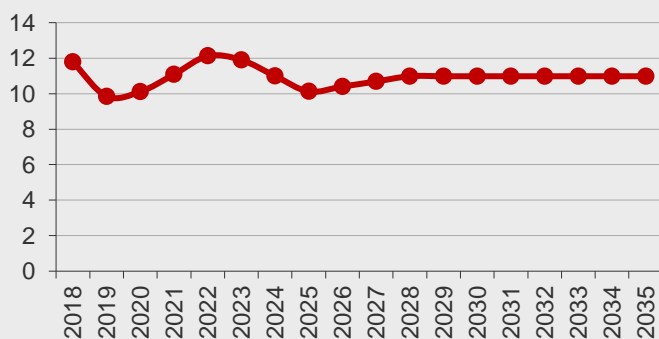
Proyección de oferta (Mlbs)



### OFERTA

1. Minas secundarias son más propensas a incrementar producción por sus menores costos.
2. Operaciones de producción secundaria de molibdeno tienen menores costos, por tanto mayores posibilidades de incrementar producción en corto plazo. Sin embargo, debido a la maduración de operaciones de cobre se espera que sus extracciones de molibdeno se estancuen en el mediano plazo.
3. China mantendría el liderazgo de crecimiento hacia el largo plazo en minas primarias tras las políticas de incentivos económicos y tras los requerimientos de su demanda interna.

Óxido de MO, US (2017 US\$/lb)



### PRECIO

1. En el mediano plazo, el precio se reducirá a medida que la oferta aumente.
2. Volatilidad del precio ha afectado a minas primarias y ha causado cierres temporales y permanentes.
3. Fortaleza del precio incentivado por una demanda sólida en distintos sectores y regiones.
4. Superávit en el corto plazo se reduciría hacia un mercado balanceado en el mediano plazo. En el largo plazo se espera un déficit a ser cubierto por producción de minas primarias.

## Introducción

Este reporte es parte del estudio “Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035” preparado por CRU para la Unidad de Planeación Minero Energética. Como tal, debe ser leído teniendo en consideración la información y el contexto entregados en los documentos complementarios “Metodología y plan de trabajo detallado” y “Análisis de escenarios”:

- El documento “Metodología y plan de trabajo detallado” explica en detalle la metodología utilizada para obtener tanto los datos históricos como proyectados de demanda, oferta y precio.
- El documento “Análisis de escenarios” presenta los tres escenarios bajo los cuales se llevan a cabo las proyecciones de demanda, oferta y precio de cada *commodity* en el estudio. Explica las principales fuerzas detrás de cada escenario y cómo estas son llevadas a supuestos numéricos claros y específicos que permiten modelar los escenarios de manera consistente a través de todos los *commodities* cubiertos.

## 1.1. Demanda de molibdeno

### 1.1.1. Determinantes de la demanda de molibdeno y usos finales

El consumo de molibdeno de primer uso puede dividirse en dos grandes sectores: el metalúrgico y el químico, con participaciones de 90% y 10%, respectivamente.

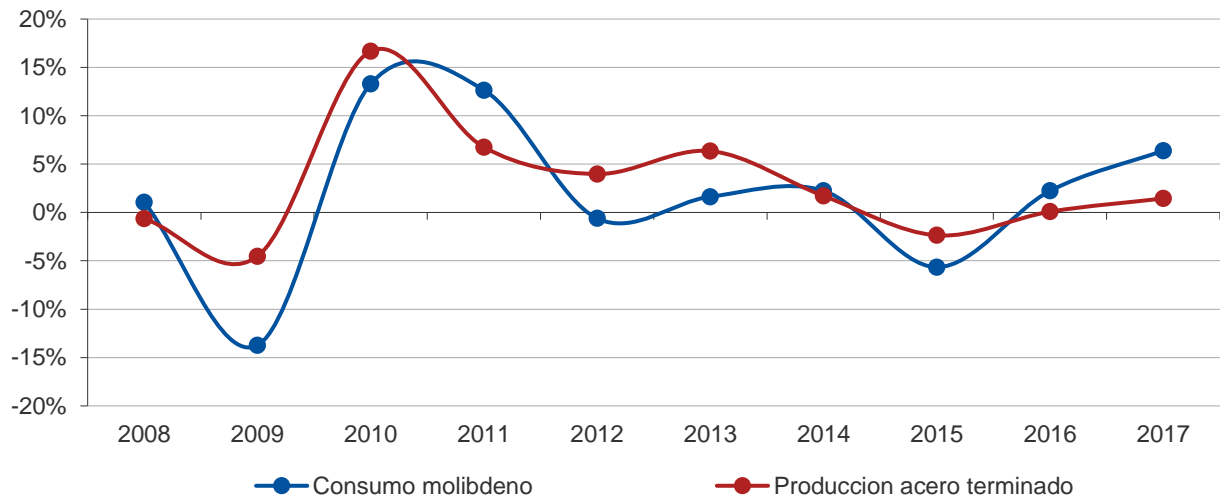
En los usos metalúrgicos, el molibdeno es añadido en varias porciones, usualmente en el rango 0-10%, a diversas aleaciones de acero. Esta añadidura mejora ciertas características de una aleación, como el ratio resistencia a peso, tolerancia a la corrosión, reducción de la fragilidad frente a la temperatura y expansión térmica.

Los usos químicos del molibdeno están principalmente vinculados a aplicaciones catalíticas, tales como reacciones de hidro-desulfuración en la industria del petróleo y el gas, en tintes o pigmento. Otros usos menores incluyen revestimientos y lubricantes en estado sólido.

El consumo de productos de primer uso del molibdeno depende mayormente del crecimiento de sectores que utilizan acero, los cuales abarcan las industrias de energía (extracción y producción), transporte, construcción, química, medicina y electrónica. Las super-aleaciones, el metal de molibdeno y, en menor grado, el hierro fundido son materiales relativamente distintos con usos finales bastante especializados. Esta segmentación es menos evidente en el caso de las familias

del acero de construcción, acero para herramientas y de alta velocidad así como para el acero inoxidable.

**Figura 1 Determinantes relevantes en el consumo del molibdeno, 2008-2017 (variación %)**



Fuente: CRU

Por otro lado, hay una cantidad creciente de este metal que está siendo transado como un muy buen material para super-aleaciones o *superalloys* en la manufactura; así como también está creciendo su uso en polvo en el mercado de los aditivos.

Las industrias usuarias del molibdeno son principalmente:

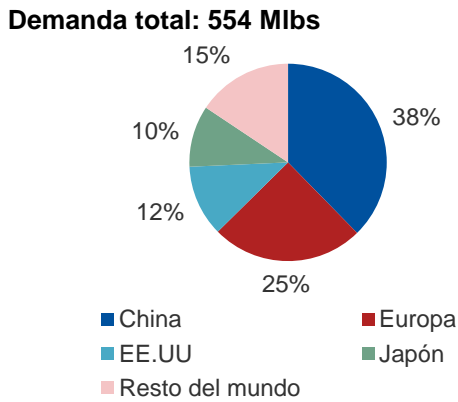
- La industria de **petróleo y gas**, que es el sector que más consume molibdeno a nivel mundial. El acero inoxidable que contiene molibdeno y las aleaciones resistentes a la corrosión se ocupan en aplicaciones río arriba y río abajo en la producción de petróleo y gas. La industria río arriba incluye exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas natural. Las aplicaciones que requieren molibdeno incluyen perforación de pozos, equipo de fondo de pozo, tuberías, válvulas y bombas. La industria río abajo abarca la refinación y procesamiento del petróleo y gas, donde el molibdeno se utiliza para retirar el exceso de azufre. El aumento de extracción de petróleo agrio (contenido de azufre mayor a 1%), junto con mayores exigencias ambientales sobre emisiones de azufre, incentivan la utilización del molibdeno.
- La industria de **químicos y petroquímicos** es principalmente impulsada por la construcción de plantas químicas, de plásticos y farmacéuticas nuevas que necesitan de acero austenítico y acero inoxidable dúplex que contienen molibdeno, así como de aleaciones de níquel con

alto contenido de molibdeno. Algunas aplicaciones específicas de la industria incluyen tanques, columnas de destilación, tubos, cañerías y válvulas de flujo de control.

- La **industria automotriz** utiliza autopartes de alta resistencia y anticorrosivas que contienen molibdeno en sus aleaciones. También se utilizan herramientas con contenido de molibdeno en la fabricación de dichas autopartes.
- El sector de **ingeniería mecánica** consume molibdeno para la fabricación de herramientas y equipos de acero de alta velocidad y que corten metal, las cuales se utilizan en la minería, el sector automotor, la construcción y la producción de metales.
- La **generación de energía** requiere de varios productos de acero con contenido de molibdeno, tales como el acero 316, el dúplex y el ferrítico para usarse en tuberías y conectores de agua, tanques, elevadores, y otros. Las plantas nucleares y los generadores de carbón también ocupan productos de aleaciones de acero con contenido de molibdeno.
- **Industrias procesadoras** tales como procesamiento de alimentos, fabricación de vidrios, textiles, manufactura, papelería y desalinización de agua consumen equipos con contenido de molibdeno.
- La **industria del transporte** requiere de aleaciones de acero con contenido de molibdeno para la construcción de trenes y barcos.
- En la **construcción** se usan aleaciones de acero con contenido de molibdeno tanto en las estructuras como en los acabados.
- En la industria de **aeronáutica y defensa** se requieren superaleaciones con molibdeno en diversos componentes que deben resistir temperaturas muy altas, presión mecánica y corrosión. Las superaleaciones con molibdeno y los combustibles son particularmente importantes en las turbinas de avión.
- **Electrónica & medicina** y otros usos, que incluyen fabricación de pantallas de televisores, equipos de iluminación, semiconductores y equipos de rayos X. El molibdeno también es parte del combustible que consumen una serie de herramientas y equipos.

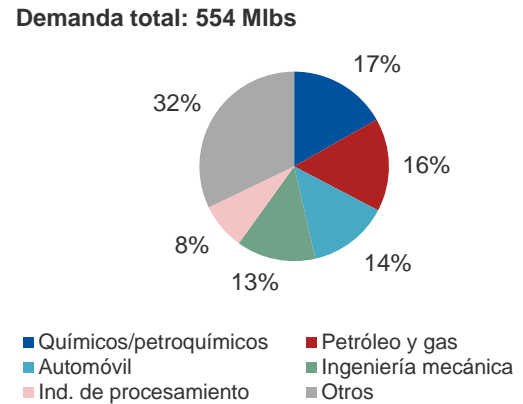
El consumo por país es liderado por China, que le ha quitado el lugar a Europa durante la última década. Estados Unidos y Japón han mantenido volúmenes de consumo relativamente estables y en el 2017 representaron 12% y 10%, respectivamente, del total mundial.

**Figura 2 Porcentaje de consumo del molibdeno por país, 2017**



Fuente: CRU

**Figura 3 Porcentaje de consumo del molibdeno por producto/uso final, 2017**



Fuente: CRU

El concentrado de molibdeno es el producto final de la mina. Este puede tostarse o ser transformado químicamente. Después de este procesamiento, se puede ocupar el molibdeno para la fabricación de los siguientes productos:

- Acero inoxidable: el molibdeno forma parte de los componentes para estas aleaciones. Estos aceros ocupan molibdeno porque éste mejora la resistencia a la corrosión. Existen diversas categorías de aceros inoxidables.
- Aleaciones de acero y hierro: el molibdeno se utiliza en diversas aleaciones de acero y hierro porque aumenta la templeabilidad, reduce fragilidad por temperaturas, resiste fragilidad por hidrogeno & sulfuros, aumenta resistencia a altas temperaturas y mejora la soldabilidad.
- Superaleaciones: el molibdeno es un elemento muy importante en estas aleaciones de alto contenido de níquel. Estas superaleaciones se dividen en aleaciones resistentes a la corrosión y aleaciones para altas temperaturas.
- Metal de molibdeno y aleaciones: el polvo de molibdeno es compactado y sintetizado a altas temperaturas. Estas aleaciones tienen mucha resistencia y estabilidad mecánica a altas temperaturas.

Los aceros y sus aleaciones suelen ser producidos en forma de láminas, barras y cables

- Molibdeno químico: los químicos técnicos basados en el molibdeno aprovechan de su versatilidad en cuanto a estados de oxidación. La composición química del molibdeno

permite que se siga experimentando para buscar nuevas aplicaciones, siendo las principales los catalizadores, los pigmentos, los inhibidores de corrosión, supresores de humo, lubricantes y químicos para la agricultura.

### **1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del molibdeno**

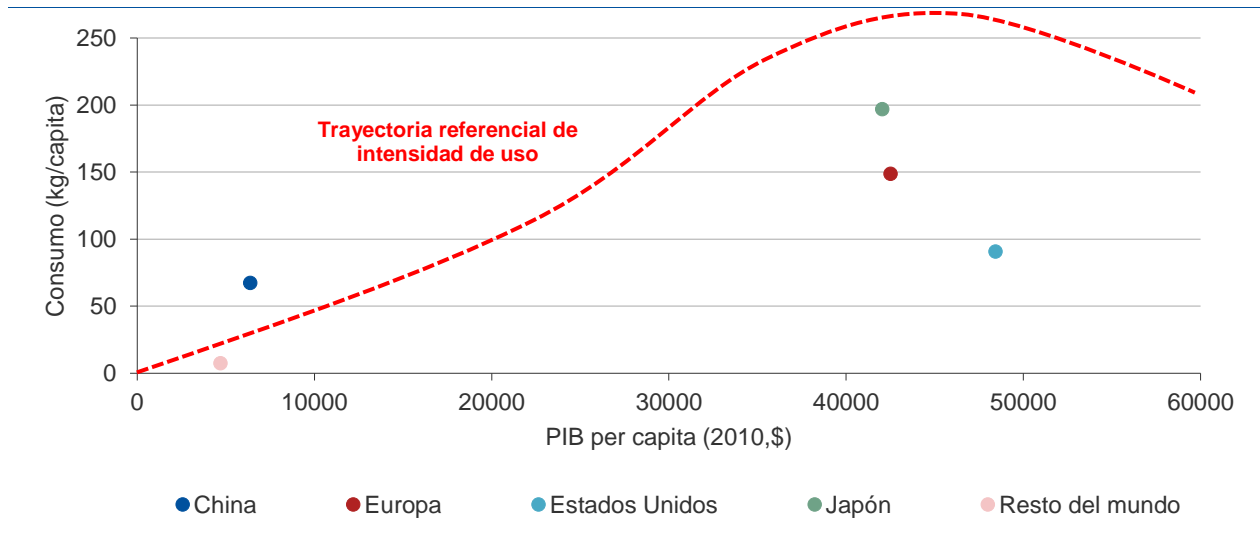
El molibdeno es principalmente consumido por la industria de acero en un primer uso. El crecimiento de la industria va ligado a al crecimiento del país y su desarrollo manufacturero. Similar al caso de otros metales, se espera que el consumo per cápita del molibdeno aumente en la medida en que cada país entre a una etapa de industrialización donde la industria petrolera, mecánica y el sector automotor son los principales impulsores del crecimiento.

La tasa de aumento en la intensidad de uso es menor en un país en etapa postindustrial, ya que esas economías, basadas en servicios y ya con un PIB per cápita relativamente alto, tienden a tener industrias establecidas con consumos predecibles o que crecen marginalmente al ritmo de la población.

La intensidad de uso de los mayores consumidores de molibdeno en 2017 fue de 196,8 kg per cápita en Japón para acero de construcción y aleaciones para distintas industrias, 90,5 kg per cápita en Estados Unidos (impulsada por la recuperación de la industria de gas y petróleo) y 148,6 kg per cápita en Europa.

China tiene la menor intensidad de uso dentro de los cinco países de mayor consumo de molibdeno a nivel mundial con 67,2 kg per cápita.

**Figura 4 Intensidad de uso del molibdeno por región, 2017**



Fuente: CRU

### 1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda de molibdeno

#### Sustitución

Los desarrollos en el campo de la metalúrgica continúan produciendo nuevas aleaciones que se suman a una gran cantidad de materiales ya disponibles. No es posible predecir, con un grado suficiente de certeza, hasta qué punto estos materiales alternativos podrían reemplazar al molibdeno en cada uno de sus usos. La sustitución se presenta si los materiales que se ponen a disposición mejoran la efectividad de la aleación o si se puede mantener la misma a un menor costo. Los avances tecnológicos y/o cambios en los procesos operativos del usuario final también pueden influenciar en la sustitución del molibdeno.

Desde el punto de vista del primer uso, algunas alternativas al molibdeno están disponibles fácilmente. Los molinos de acero inoxidable podrían aumentar su contenido de cromo a costa del molibdeno. En la producción de aceros de baja aleación, elementos como el cromo, el vanadio, el boro o el magnesio se presentan como alternativas. Además, el tungsteno o los carburos de tungsteno son opciones para la fabricación de herramientas y aceros para alta velocidad que se ocupan para trabajar metales.

En el caso particular de las principales industrias se observa:

- En la **industria automotriz**, los fabricantes se encuentran reduciendo el peso de sus productos ante significativos cambios normativos respecto de ahorro de combustibles. Esto puede estimular el aumento en el uso de aluminio en los armazones de los vehículos, especialmente en Norteamérica, donde fabricantes como Ford ya ocupan aluminio en algunas partes de sus vehículos. Las aleaciones de acero que contienen molibdeno ofrecen gran resistencia a bajo peso, por lo que CRU no cree que el aluminio represente un riesgo de sustitución significativo para el acero aleado con molibdeno en este segmento. Por el contrario, se espera que el consumo de molibdeno de parte de la industria automotriz se incremente a medida que la producción de automóviles aumente en la próxima década.
- El consumo de molibdeno por parte de la **industria petrolera** será aún más importante en la medida que la exploración se realice en ubicaciones más hostiles. Además, los beneficios de la eficiencia de utilizar molibdeno en los catalizadores de las refinerías van a limitar aún más las amenazas de sustitución en la industria.
- En la industria de **generación de energía**, los productos que contienen molibdeno ganarían mayor importancia, pues la construcción de centrales eléctricas requiere de materiales resistentes a la corrosión que puedan resistir altas temperaturas.

Los precios de otros materiales ocupados en las aleaciones de acero también van a tener un impacto en la utilización del molibdeno. Por ejemplo, los altos precios del cromo en 2018 podrían motivar a los productores a moverse de productos con alto contenido de cromo hacia alternativas de mayor contenido de molibdeno. La proyección de precios de CRU sugiere que la proyección de mediano plazo es suficientemente baja para apoyar la producción de aleaciones de acero con alto contenido de molibdeno. Sin embargo, en la medida que el precio aumente es posible que el consumo se ajuste.

### **Elasticidad de la demanda de molibdeno**

CRU considera que la elasticidad precio de la demanda para la mayoría de los minerales bajo análisis es cero o casi cero en el corto plazo y, en muchos casos, también en el largo plazo.

La razón crucial para esta afirmación es que dichos minerales (*commodities*) no son consumidos como bienes finales, sino que sirven como insumos para la producción de bienes finales o en bienes de capital. Como tal, debemos tener en cuenta que la demanda de estos *commodities* es una demanda derivada.

De esta manera, los argumentos esgrimidos por Lord Alfred Marshall en el libro de texto de economía "Principios de la economía", publicado en 1890 (donde se presentó por primera vez el

concepto de elasticidad precio de la demanda) continúan aplicándose. Sus argumentos implicaban que la elasticidad precio de la demanda de un insumo (es decir, la elasticidad precio de la demanda derivada) sería menor si se cumple alguno de los siguientes puntos:

1. Si ese insumo o un producto intermedio derivada de él se utiliza como complemento (y no como sustituto) para producir el bien final (baja sustituibilidad)
2. La participación del insumo en el bien o servicio final es pequeña (participación de bajo valor)
3. En caso de tener sustitutos, si esos sustitutos tienen una oferta fija/rígida (baja elasticidad de la oferta de sustitutos)
4. Si la elasticidad de la demanda del bien o servicio final es baja (baja elasticidad precio final)

Para la mayoría de los 27 minerales bajo estudio, aplican una o más de estas situaciones. Por lo tanto, siguiendo los argumentos de Lord Marshall es posible concluir que la elasticidad precio de la demanda de estos productos es baja (típicamente, cercana a cero).

En la práctica, la implicancia es que para observar una destrucción significativa de la demanda de un mineral (10% o más) se necesitaría un diferencial de precios muy alto (al menos del doble del valor promedio) sobre el valor de el/los sustituto/s y que ese diferencial se mantenga durante diez o más años. En otras palabras, CRU opina que la elasticidad precio de la demanda a largo plazo no debe ser más del 10%. Asimismo, una elasticidad <10% generaría diferencias insignificantes con cualquier cálculo basado en una elasticidad precio de la demanda igual a cero.

En el caso específico del molibdeno, los cuatro factores de análisis de la teoría marshalliana se comportan de la siguiente manera:

**Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, molibdeno**

<b>Factor de análisis</b>	<b>Características específicas del molibdeno</b>
Usos principales	Aleaciones de acero, industria química
Baja sustituibilidad	Sí. Otros elementos para aleaciones son menos competitivos
Participación de bajo valor	Sí
Baja elasticidad de la oferta de sustitutos	Otros elementos para aleaciones tienen más limitantes por el lado de la oferta
Baja elasticidad precio final	Sí

Fuente: CRU

#### 1.1.4. Demanda histórica de molibdeno

##### Principales consumidores por actividad económica en los últimos diez años

Tal como se plantea en la sección “Determinantes de la demanda de molibdeno y usos finales” de este reporte, los principales sectores económicos ligados al consumo de molibdeno son el metalúrgico y el químico. Dado que el molibdeno es un metal que se viene utilizando desde hace muchos años en industrias que llevan varias décadas de desarrollo, estos usos finales se han mantenido relativamente estables.

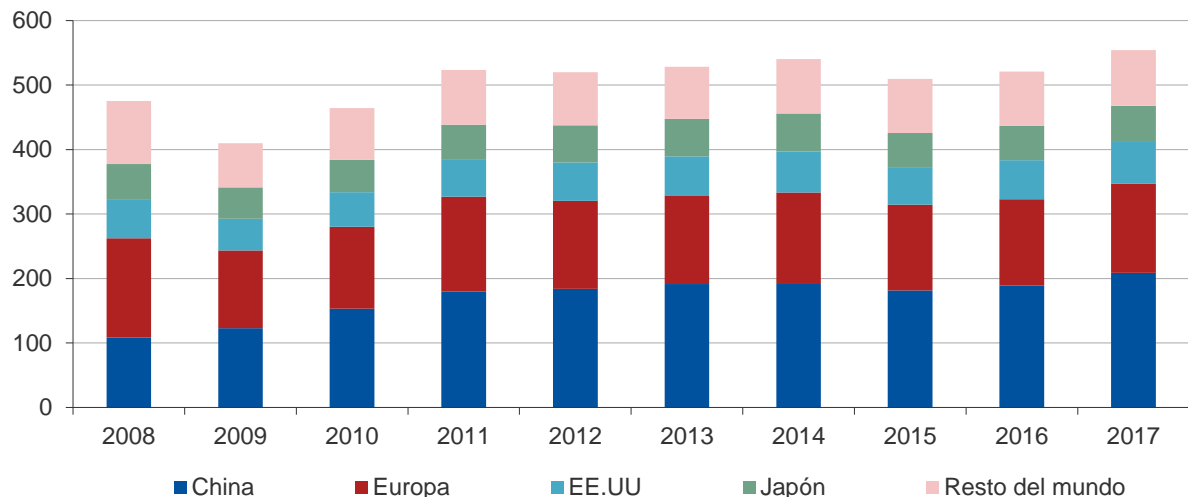
##### Principales países y/o regiones consumidoras de molibdeno

En esta sección se presentan los principales países y/o regiones consumidoras de molibdeno primario en los últimos 10 años. Dada la naturaleza global del consumo de *commodities*, se analizan los países y/o regiones que son efectivamente relevantes para el estudio y entendimiento del mercado a analizar, con un enfoque en distinguir y separar países y/o regiones cuyo comportamiento futuro pueda impactar el mercado.

En el 2009 China se convirtió en el mayor consumidor de molibdeno a nivel mundial, quitándole el liderazgo a Europa. Desde el 2008, las participaciones de China y Europa fueron en promedio 33% y 27%, respectivamente. China ha tomado el liderazgo tras llegar a ser el mayor productor de petróleo y acero inoxidable. Así, China pasó de consumir 108 Mlbs de molibdeno en el año 2008 a 209 Mlbs en el 2017, lo que refleja un crecimiento a una tasa compuesta anual de 7,6% para dicho período. Por otro lado, el consumo de Europa se mantuvo en un rango de entre 120 Mlbs y 155 Mlbs en la última década, llegando a 138 Mlbs en el 2017. Con eso, alcanzó un crecimiento compuesto anual de -1,2%.

Estados Unidos y Japón se mantuvieron como el tercer y el cuarto consumidor de molibdeno a nivel mundial, respectivamente, con volúmenes significativamente menores a los de China y Europa. Estados Unidos presentó un consumo anual promedio de 59 Mlbs en la última década, mientras el promedio fue de 55 Mlbs para Japón. En el 2017, Estados Unidos y Japón consumieron 65 Mlbs y 56 Mlbs de molibdeno, respectivamente, reflejando crecimientos compuestos anuales de 1,0% y -0,1%, respectivamente, para el periodo 2008-2017.

**Figura 5 Evolución histórica de la demanda, 2008-2017 MIbs**



Fuente: CRU

**Tabla 2 Demanda histórica de molibdeno, 2008-2017 (MIbs)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	108	123	153	180	184	191	193	182	189	209	7,6%
Europa	154	121	127	146	137	138	140	133	134	138	-1,2%
Estados Unidos	59	49	53	58	59	61	63	57	61	65	1,0%
Japón	56	48	50	54	58	58	59	54	53	56	0,0%
Resto del mundo	97	69	81	85	82	81	85	84	85	87	-1,2%
<b>Total mundial</b>	<b>474</b>	<b>410</b>	<b>464</b>	<b>523</b>	<b>520</b>	<b>528</b>	<b>540</b>	<b>510</b>	<b>521</b>	<b>554</b>	<b>1,8%</b>
% cambio anual		-13,7%	13,3%	12,6%	-0,6%	1,6%	2,2%	-5,7%	2,2%	6,4%	

Fuente: CRU

### 1.1.5. Proyección de demanda del molibdeno

#### Escenario 1 – Continuidad

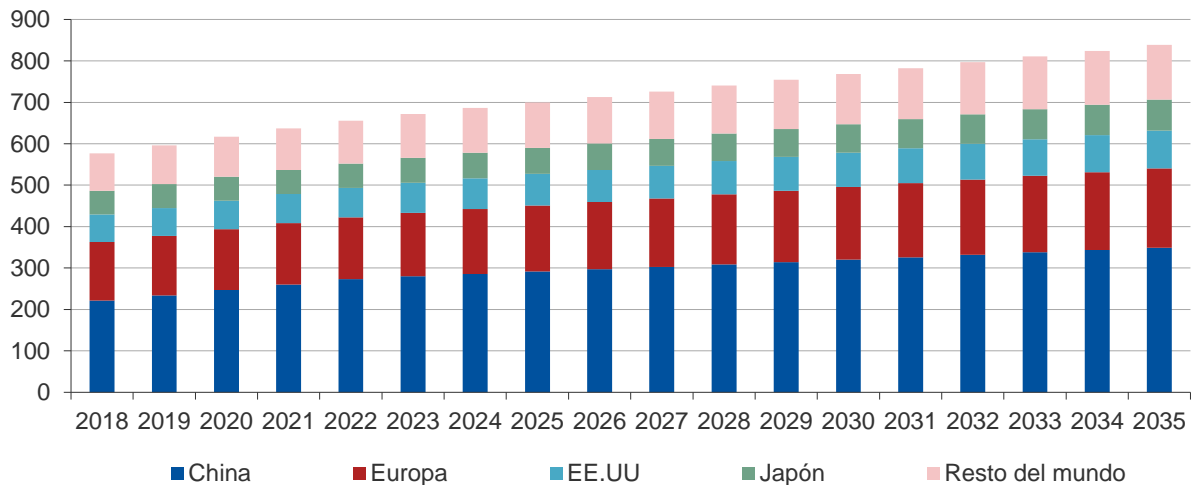
En los últimos años el consumo de molibdeno ha migrado desde las economías más desarrolladas, como Europa, Estados Unidos y Japón, hacia economías emergentes – principalmente China – que presentan un mayor crecimiento en su población, producción industrial y creciente consumo per cápita de molibdeno. En general, el consumo de molibdeno proviene del sector energético, incluyendo inversión en infraestructura y catalizadores para desulfurización. Se espera que el consumo de molibdeno en el 2035 alcance a 838 MIbs frente a un 577 MIbs en el 2018.

Se espera que el liderazgo obtenido por China en consumo de molibdeno en la última década se mantenga en el futuro. China es el principal productor de acero inoxidable y aleaciones de acero, y se espera que su posición se consolide. Además, se entiende que nuevas regulaciones para la construcción incentivarían a aumentar el contenido de molibdeno en algunas aleaciones.

La mayor actividad en gas y petróleo en Estados Unidos, así como su actividad industrial en general, ha apoyado una mayor demanda de molibdeno y se espera que esta tendencia continúe durante el periodo de análisis.

El fortalecimiento de las distintas economías del mundo ciertamente ayuda a restablecer el crecimiento durante el periodo analizado. Dicho esto, CRU espera que el crecimiento del consumo de molibdeno siga las tendencias de China en el mediano plazo y que al año 2022 China represente el 42% de la demanda global de molibdeno. En el largo plazo, el comportamiento de otras economías emergentes podría representar un mayor rol en el desempeño del mercado.

**Figura 6 Pronóstico de la demanda de molibdeno, 2018-2035**



Fuente: CRU

**Tabla 3 Proyección de la demanda del molibdeno, 2018-2035 (MIbs)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	221	234	247	261	273	280	286	292	297	302
Europa	142	144	146	148	150	153	157	160	163	166
Estados Unidos	66	68	69	70	71	73	74	76	77	79
Japón	57	58	58	58	59	60	61	63	64	65
Resto del mundo	90	93	97	100	103	106	108	110	112	114
<b>Total mundial</b>	<b>577</b>	<b>596</b>	<b>617</b>	<b>637</b>	<b>655</b>	<b>672</b>	<b>686</b>	<b>700</b>	<b>712</b>	<b>726</b>
<i>% cambio anual</i>		3,3%	3,5%	3,2%	2,9%	2,5%	2,2%	2,0%	1,8%	1,9%

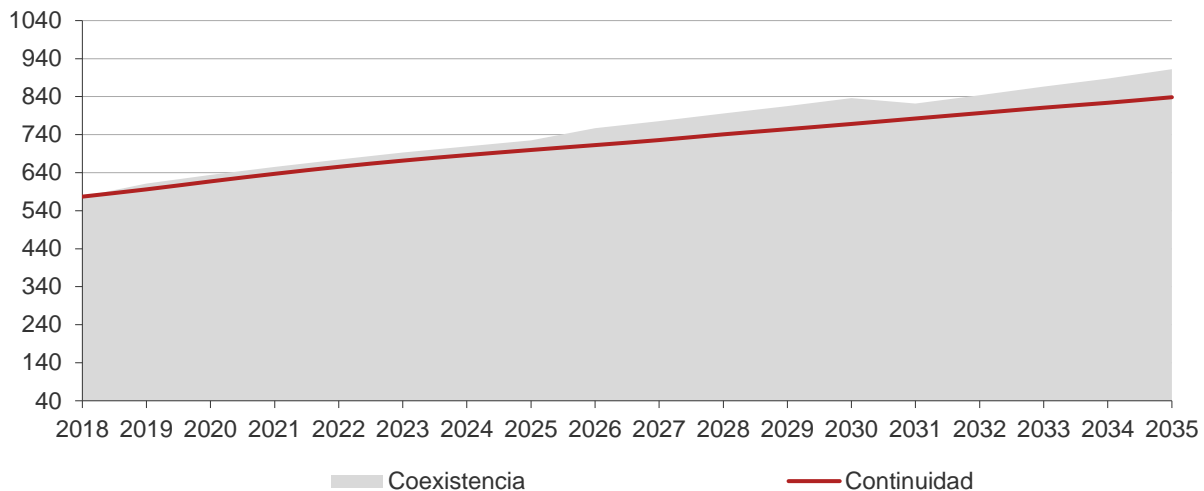
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	309	314	320	326	332	338	343	349	2,7%
Europa	169	172	175	179	182	185	188	191	1,8%
Estados Unidos	80	82	83	85	86	88	89	91	1,9%
Japón	66	67	69	70	71	73	74	75	1,6%
Resto del mundo	116	119	121	123	125	127	130	132	2,3%
<b>Total mundial</b>	<b>741</b>	<b>754</b>	<b>768</b>	<b>783</b>	<b>797</b>	<b>811</b>	<b>824</b>	<b>838</b>	<b>2,2%</b>
<i>% cambio anual</i>	2,1%	1,8%	1,8%	1,9%	1,8%	1,8%	1,6%	1,8%	

Fuente: CRU

## Escenario 2 – Coexistencia

Al comparar el escenario Coexistencia con el caso Continuidad, vemos que la demanda de molibdeno aumenta a un ritmo mayor en el escenario de Coexistencia durante todo el periodo. Este crecimiento se explica principalmente por la utilización del molibdeno en aleaciones asociadas a la construcción de infraestructura para la generación de energía. La instalación de capacidad de generación de energías como la eólica y de energía solar concentrada son intensivas en el uso de acero, lo que impulsa el crecimiento del escenario Coexistencia.

**Figura 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (Mlbs)**



Fuente: CRU

**Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (Mlbs)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	577	596	617	637	655	672	686	700	712	726
Coexistencia	577	611	634	655	674	693	709	725	757	775
Diferencia*	-	15	17	18	19	21	23	26	44	50

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	741	754	768	783	797	811	824	838	2,2%
Coexistencia	795	815	836	822	844	866	888	912	2,7%
Diferencia*	55	61	68	40	47	55	64	74	

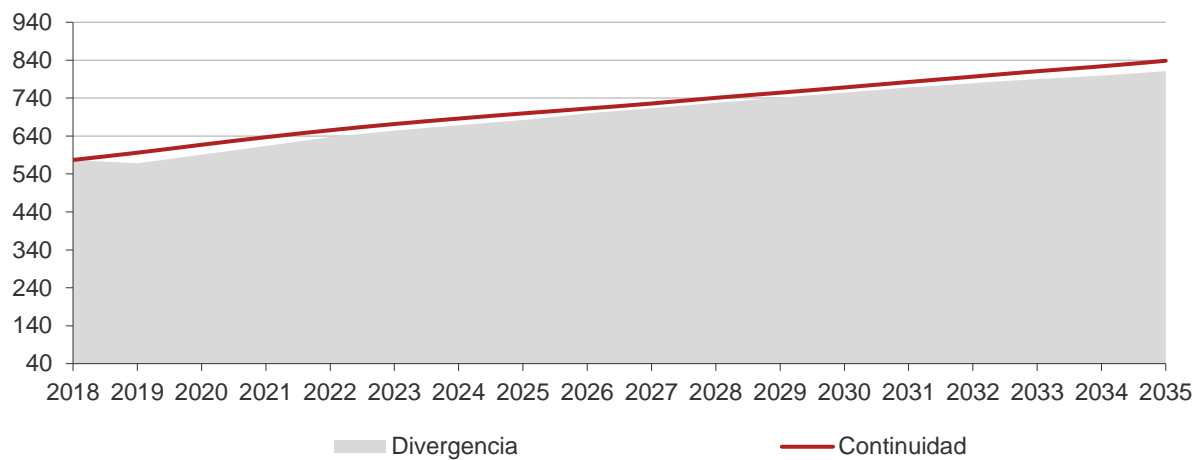
\* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

### Escenario 3 – Divergencia

La demanda en el escenario Divergencia se mantiene constantemente por debajo de la demanda en el escenario Continuidad. Al igual que en el escenario Coexistencia, esta diferencia está ligada principalmente a los distintos consumos de molibdeno en acero para variadas tecnologías.

**Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (Mlbs)**



Fuente: CRU

**Tabla 5 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (Mlbs)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	577	596	617	637	655	672	686	700	712	726
Divergencia	577	569	591	614	637	654	669	682	700	713
Diferencia*	-	27	26	23	18	18	17	17	12	13

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC2018-2035
Continuidad	741	754	768	783	797	811	824	838	2,2%
Divergencia	728	741	755	768	779	790	800	811	2,0%
Diferencia*	13	13	14	14	17	21	24	27	

\* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

## 1.2. Oferta de molibdeno

### 1.2.1. Recursos y reservas de molibdeno: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración

El USGS recopila y publica las reservas y recursos del molibdeno, entre otros minerales y metales, anualmente. Sobre la base de esa información analizamos la evolución de las reservas de molibdeno<sup>1</sup>. El reporte con cifras al 2017 indica que las reservas mundiales de molibdeno alcanzaron un total de 17 Mt (37.478 Mlbs), lo que representa un alza de un 13% respecto al reporte del año 2016 y de una tasa de crecimiento anual compuesta de 7,9% desde el 2008, cuando las reservas totalizaban 8,6 Mt. Perú y Mongolia se mostraron como los países más dinámicos en aportar a tal crecimiento. Estas tasas de crecimiento son una aproximación para las tasas de descubrimiento, pues a medida que las ocurrencias de molibdeno se descubren y son consideradas para la explotación comercial, pues se van incorporando a las reservas.

China alberga a las reservas más altas de molibdeno, las que mayormente se encuentran en depósitos a ser explotados como minas primarias. Las reservas en China alcanzan a 8,3 Mt y representan cerca de la mitad del total mundial, mientras este porcentaje se mantuvo en un rango de 40-50% durante la década. Este liderazgo es resultado del aumento de producción de molibdeno, el cual a su vez responde a los incentivos económicos nacionales hacia las actividades extractivas.

En las américas, las reservas de molibdeno se ubican principalmente en EEUU, Perú y Chile. Las reservas están vinculadas a depósitos de cobre en su mayoría, salvo las operaciones Henderson y Climax, pertenecientes a Freeport-McMoRan, en Colorado (EEUU). Las reservas en EEUU llegaron a 2,7 Mt, las de Perú a 2,2 Mt y Chile a 1,8 en el 2017.

Otros países con participaciones de alrededor del 1% de las reservas mundiales del molibdeno en el 2017 se encuentran principalmente en Asia (Mongolia, Armenia, Turquía, Uzbekistán e Irán) y en las Américas (Canadá, México y Argentina).

---

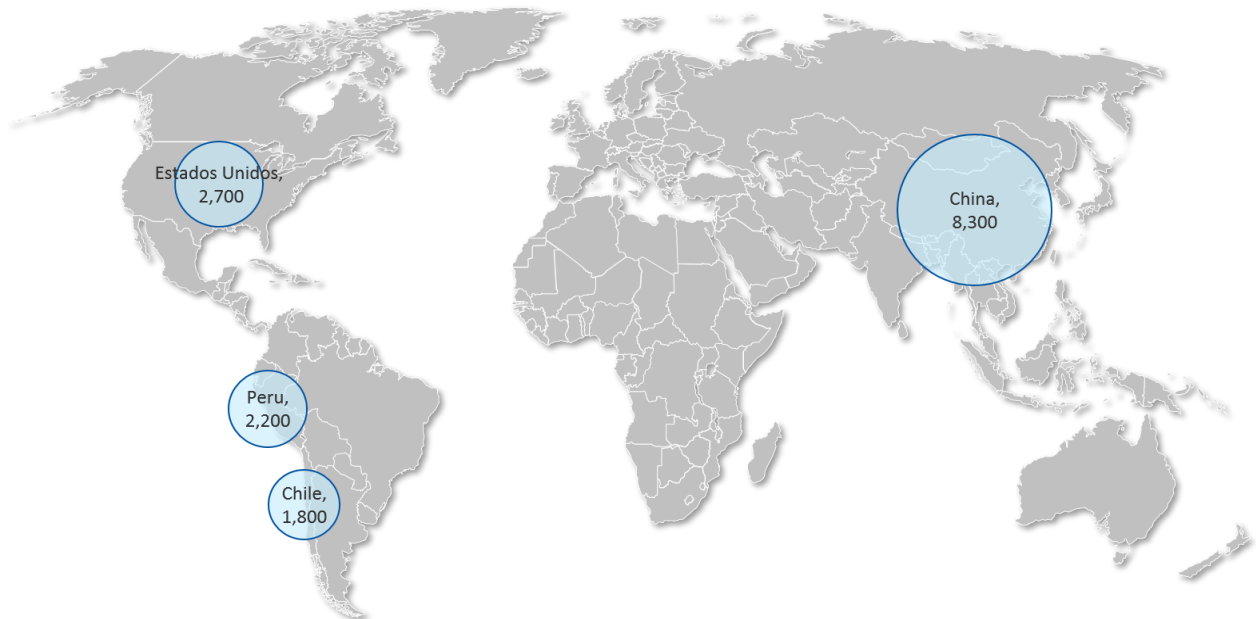
<sup>1</sup> U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2009-2018

**Tabla 6 Reservas y recursos del molibdeno, 2008-2017 (miles de toneladas)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
<b>Reservas</b>											
China	3.300	3.300	4.300	4.300	4.300	4.300	4.300	4.300	8.400	8.300	10,8%
EE.UU	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	0,0%
Perú	140	140	450	450	450	450	450	450	450	2.200	35,8%
Chile	1.100	1.100	1.100	1.200	2.300	2.300	1.800	1.800	1.800	1.800	5,6%
Mongolia	30	100	160	160	160	160	160	160	160	160	20,4%
Armenia	-	200	200	200	150	150	150	150	150	150	-3,5%
Canadá	450	450	200	220	220	220	260	260	260	150	-11,5%
México	135	135	130	130	130	130	130	130	130	130	-0,4%
Argentina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	0,0%
Turquía	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100	0,0%
Uzbekistán	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0,0%
Irán	50	50	50	50	50	50	50	43	43	43	-1,7%
Resto del mundo	635	465	450	530	480	380	840	847	747	1.107	6,4%
<b>Total mundial</b>	<b>8.600</b>	<b>8.700</b>	<b>9.800</b>	<b>10.000</b>	<b>11.000</b>	<b>11.000</b>	<b>11.000</b>	<b>11.000</b>	<b>15.000</b>	<b>17.000</b>	<b>7,9%</b>
<i>% cambio anual</i>		1,2%	12,6%	2,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	36,4%	13,3%	
<b>Recursos</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>14.000</b>	<b>20.000</b>	<b>4,0%</b>
<i>% cambio anual</i>		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	42,9%	

Fuente: CRU

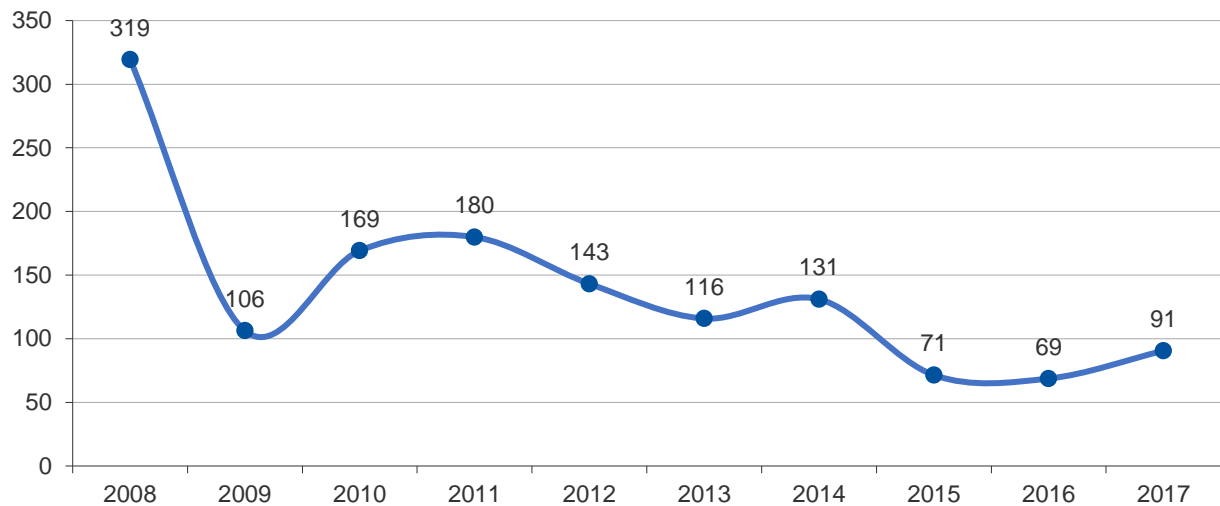
**Figura 9 Mapa de las reservas de molibdeno de los principales productores a 2017 (miles de toneladas)**



Fuente: CRU

El presupuesto de exploración en molibdeno es relativamente bajo, producto del bajo valor de mercado de este elemento en comparación con el total de la industria minera global. Al mismo tiempo, gran parte de la producción de molibdeno se extrae como subproducto del cobre, lo que genera que gran parte de la producción y reservas disponibles no dependan de inversión en exploración.

Teniendo estos puntos en consideración, estimamos que durante el periodo 2008-2017 el gasto en exploración del molibdeno ha sufrido una importante disminución de un 71%, pasando de los 319 millones de dólares en 2008 a los 91 millones en 2017. Lo anterior se explica en parte importante por la fuerte disminución en el precio, el cual paso de los US\$33 /lb en 2008 a los US\$8 /lb en 2017.

**Figura 10 Presupuestos de exploración del molibdeno, 2008-2017 (MUS\$, real 2017)**

Fuente: MinEx Consulting, CRU

### 1.2.2. Método de extracción y procesamiento del molibdeno

El molibdeno se encuentra contenido en distintos minerales. Sin embargo, solo en la molibdenita ( $\text{MoS}_2$ ) se presenta la concentración adecuada para la producción comercial de molibdeno y sus derivados. La molibdenita tiene una apariencia similar al grafito y se asocia geológicamente a otros minerales tales como la pirita (azufre y sulfuro de hierro), la calcopirita (sulfuro de cobre), el cuarzo (sílice), la anhidrita (sulfato de calcio) y la fluorita (fluoruro de calcio). Comercialmente, el molibdeno se asocia a las operaciones de cobre.

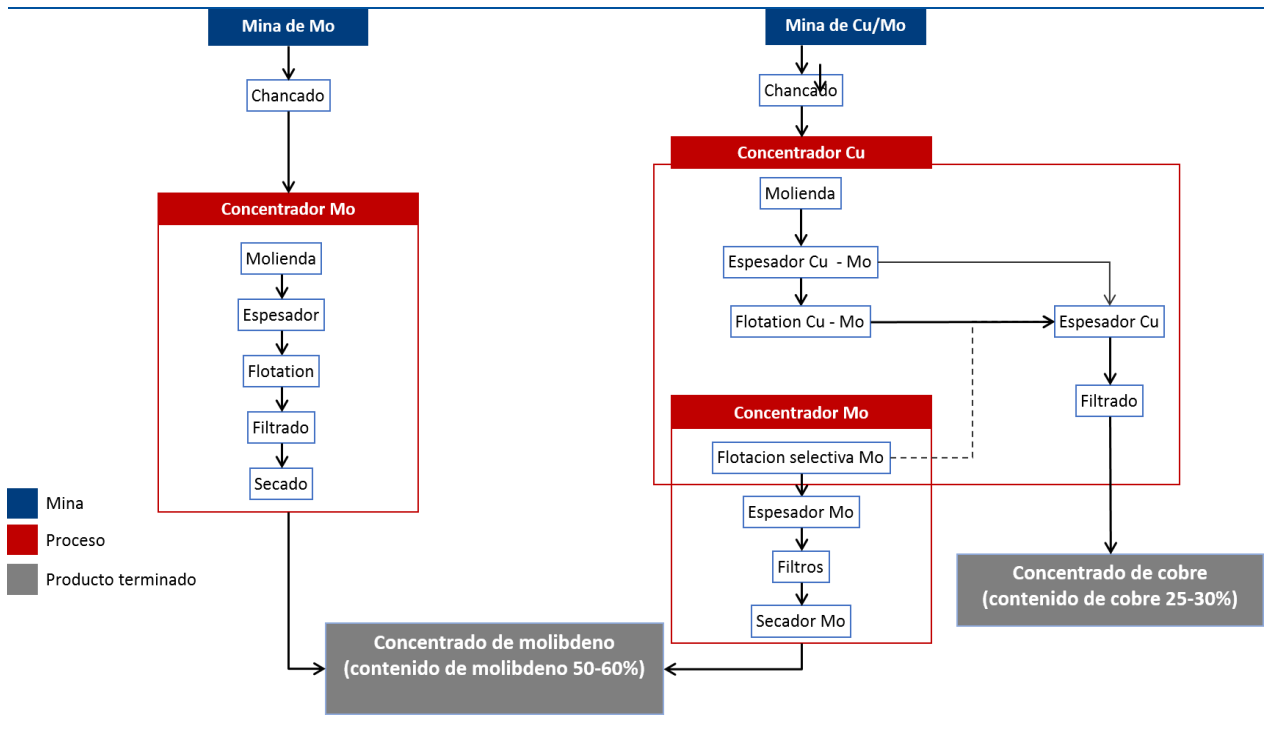
La molibdenita se extrae de minas a tajo o rajo abierto (se retira la capa superior de tierra para explotar el mineral) y de minas subterráneas (túneles). Una vez extraída la roca, esta se tritura y muele para reducir su tamaño y facilitar la separación del mineral. Esta separación ocurre en el proceso de la flotación, en el cual, el mineral en pulpa (roca chancada y molida mezclada con agua) ingresa a unas celdas de agua y reactivos donde mediante una agitación se logra que el mineral flote a la superficie y se adhiera a los reactivos. En las minas primarias flota el molibdeno y en las secundarias el cobre junto con el molibdeno. En las minas secundarias, se ocupa una flotación selectiva para recuperar el molibdeno y luego el cobre sigue su circuito.

Después de la flotación, el concentrado de molibdeno se filtra y seca para retirar el agua. Este concentrado seco usualmente tiene un contenido de 50% de molibdeno. El concentrado de molibdeno se puede ocupar directamente en algunas aplicaciones, o en su mayoría ser tostado

para continuar la cadena de valor. Al concentrado de molibdeno se considera un *commodity* (bien homogéneo producido en grandes cantidades y cuyo precio se determina por la oferta y demanda)

El subproducto de mayor valor del procesamiento de molibdeno es el renio.

**Figura 11 Procesos de producción del molibdeno**



Fuente: CRU

### 1.2.3. Cadena de valor del molibdeno

Las operaciones mineras en las que se extrae molibdeno se distinguen en:

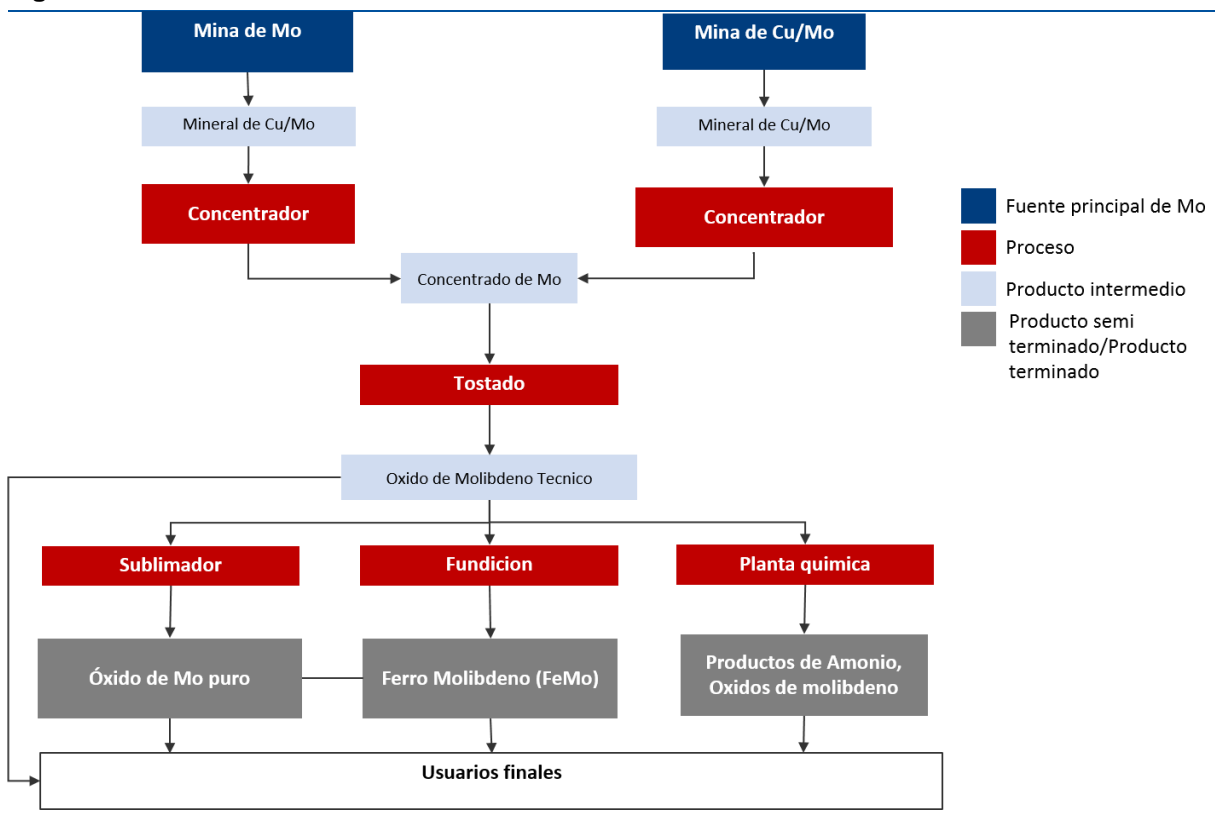
1. Primarias, donde el molibdeno es el principal producto.
2. Secundarias, donde el molibdeno es un subproducto o un coproducto de la extracción de uno o más metales, usualmente cobre.

Históricamente, cerca de la mitad del molibdeno extraído globalmente ha sido de minas primarias, en donde comúnmente las leyes del mineral superan el 0,1%. Estos yacimientos se ubican en China y Estados Unidos en su mayoría y representan aproximadamente el 40% de la reserva mundial de molibdeno. En las minas secundarias, es decir donde el molibdeno es subproducto o coproducto, las leyes de mineral usualmente se ubican en un rango de entre 0,005% y 0,1%.

El concentrado de molibdeno, obtenido de una mina de molibdeno (mina primaria) o de cobre-molibdeno (mina secundaria), es tostado para ser convertido a sulfuro en óxido, también conocido como Óxido de Molibdeno Técnico. Este óxido puede ser utilizado por los usuarios finales para aleaciones de aceros y de ferromolibdeno, o puede ser sometido a otros procesos. Los principales son:

- Sublimador para obtener oxido de molibdeno puro (para lubricantes y químicos), que a su vez pueden purificarse nuevamente.
- Fundición para obtener ferromolibdeno (utilizado en aleaciones de acero) y plantas químicas para obtener óxidos de molibdeno y productos de amonio a ser utilizados como catalizadores.

**Figura 12 Cadena de valor del molibdeno**



Fuente: CRU

#### 1.2.4. Costos de capital del molibdeno

La naturaleza de las operaciones de molibdeno ha resultado en que los costos de operación, y en consecuencia los márgenes mineros, sean menores en las minas secundarias que en las primarias. Esto responde a que en las secundarias (donde el molibdeno puede ser extraído tanto como subproducto como coproducto) el costo está mayormente asociado al producto principal – por lo general cobre. Muchas de las minas que presentan los costos de operación más altos son operaciones primarias y en su mayoría ubicadas en China.

Los bajos costos de producción en las minas secundarias han desincentivado la inversión en minas primarias y reforzado a las secundarias en la última década. La inversión en minas primarias ha continuado en China debido a las políticas de gobierno y subsidios varios. En consecuencia, en el mundo excluyendo China se cuenta con poca referencia de costos de capital en minas primarias.

Respecto de la inversión futura, se tienen registrados 10 proyectos con potencial producción de molibdeno. El proyecto de Planta de Molibdeno en Centinela (Chile) de Antofagasta Minerals se encuentra en ramp-up y es una planta vinculada a su operación de cobre. Los desarrollos de molibdeno en Kaz Minerals (Kazajistán) dependen de las condiciones de mercado del metal. Los proyectos *greenfield* de cobre que consideran plantas de concentrado de molibdeno son Cobre Panamá (Panamá), Rosemont Ranch (EEUU) y Magistral (Perú). Las ampliaciones en Toromocho (Perú) y Toquepala (Perú), así como el Desarrollo Estructural en Spence (Chile) incluyen inversiones en planta de concentrado de molibdeno como parte de una inversión mayor en su procesamiento de cobre.

En resumen, considerando los proyectos de la tabla adjunta, las inversiones que consideran plantas de molibdeno se ubican en un rango de US\$76 millones a US\$5.400 millones, se encuentran principalmente en las Américas y producirían entre 2,0 Mlbpa y 13,2 Mlbpa de molibdeno en concentrado.

**Tabla 7 Proyectos esperados de molibdeno**

Proyecto	Compañía	País	Primera Producción	Capacidad de producción (Milbpa)	CAPEX (US\$M)	CAPEX unitario (US\$/lbpa)
Bozshakol	KAZ Minerals	Kazakhstan	2017	3,6	2160	600
Aktogay	KAZ Minerals	Kazakhstan	2017	2,0	2000	1000
Centinela	Antofagasta	Chile	2018	5,2	192	36,9
Jiama	China Gold International	China	2018	2,0	76	38,0
Ampliación Toquepala	Southern Copper	Perú	2018	6,8	1225	179,6
Ampliación Toromocho	Chinalco	Perú	2018	5,9	1300	220,3
Cobre Panama	First Quantum/Korea Panama	Panamá	2020	8,7	5480	629,9
Chino	Freeport McMoRan	EEUU	2020	2,5	n.d	-
Pampa Norte (Spence Mine)	BHP Biliton	Chile	2021	8,8	2500	284,1
Rosemont Ranch	Hudbay Minerals	EEUU	2022	5,5	1921	349,3
Magistral	Nexa Resources	Perú	2023	7,9	480	60,6

Nota (1) Estos proyectos tienen molibdeno como sub/coproducto - donde es posible se ha asignado Capex específico a la expansión de Molibdeno, las demás cifras hacen referencia al desarrollo de mina.

Nota (2) Todas las cifras de Capex unitario se atribuyen al molibdeno e ignoran la producción de otros metales.

Fuente: CRU

## 1.2.5. Comercialización del molibdeno

### Principales sectores importadores y usos de las importaciones de molibdeno

Dada la naturaleza global del mercado del molibdeno, los principales sectores importadores y los principales usos de las importaciones son los mismos sectores y usos de la oferta total disponible. Estos sectores y usos finales son los definidos en la sección “Determinantes de la demanda de molibdeno y usos finales” de este reporte. Para el caso del molibdeno, éstos corresponden a la fabricación de productos metalúrgicos y químicos.

### Importaciones y exportaciones por país

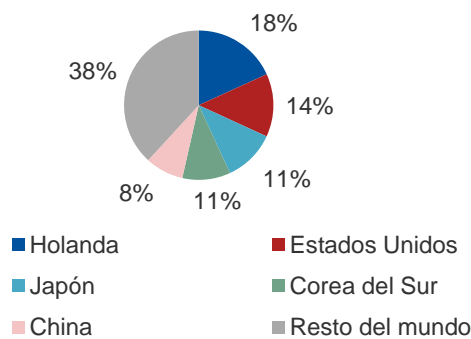
Teniendo en cuenta que la principal característica de los *commodities* es que el mercado trata a distintos productos como prácticamente equivalentes sin importar su precedencia, y que esta es la base para que se den dinámicas de mercado basadas en información global y no regional, esta

sección muestra los principales países importadores y exportadores de molibdeno sin agruparlos por región. De esta manera se logran capturar los flujos de material más importantes a nivel global, entregando información relevante para el mercado de manera clara y transparente.

El concentrado de molibdeno es el primer producto terminado dentro de la cadena y el que más se comercializa, por lo que el análisis de importaciones y exportaciones de molibdeno estará centrado en los movimientos de este producto. Las unidades de volumen para reportar concentrado de molibdeno son las toneladas secas, es decir, el volumen total de concentrado, que usualmente contiene entre 50-60% Mo además de otros metales e impurezas. Es así que en el 2017 se exportaron 318 kt (701 Mlbs) de concentrado de molibdeno mientras que la producción de molibdeno estimada para ese año fue de 260 kt (571 Mlbs) de molibdeno contenido.

**Figura 13 Importaciones de concentrado por país, 2017**

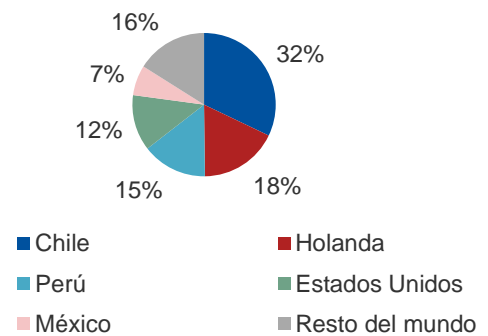
Importaciones totales: 344.4 Mt



Fuente: IHS Markit, UN Comtrade, CRU

**Figura 14 Figura 15 Exportaciones de concentrado por país, 2017**

Exportaciones totales: 317.881 Kt



Fuente: IHS Markit, UN Comtrade, CRU

El comercio de concentrados de molibdeno ha crecido a mayores tasas que la oferta y demanda por el metal en la última década. Esto refleja que en su mayoría las minas no están vinculadas a las plantas de tostación y de demás procesamientos del molibdeno. Muchas veces las plantas de tostación están cercanas a la industria que va a consumir al molibdeno en última instancia, como las acereras y las petroleras. El comercio global de concentrado de molibdeno creció a tasas cercanas al 3% en la última década mientras que la comercialización de productos terminados disminuyó ligeramente en el mismo periodo.

**Importaciones de concentrado de molibdeno**

La importación de concentrado de molibdeno a nivel global alcanzó las 344.413 kt en el 2017, mostrando una tasa de crecimiento anual compuesta de 3% en el periodo 2008-2017.

El mayor importador de concentrado de molibdeno es Holanda, seguido de EEUU y Japón. Estos países, representan un 18%, 14% y 11% respectivamente de las importaciones globales el año 2017. Holanda ocupa un rol especial en el comercio pues re-exporta entre el 70% y el 90% de sus importaciones, posiblemente por ser puerto de entrada a otros mercados de Europa y su consumo de aceros. Freeport-McMoRan tienen una tostadora de concentrados de molibdeno en Rotterdam y sería la planta principal de ese tipo en Holanda.

Los países con mayor tasa de crecimiento de importaciones en el periodo 2008-2017 fueron EEUU (para compensar reducción de producción minera), Corea del Sur (aceros, tuberías para la industria petrolera y plantas de generación de energía) y China (crecimiento de su consumo en varios segmentos).

**Tabla 8 Evolución de las importaciones de concentrado, 2008-2017 (Mt)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Holanda	59,3	44,7	64,2	70,7	74,3	71,3	83,9	70,2	62,6	62,7	0,6%
EE.UU	19,1	10,4	23,8	30,4	22,1	25,0	29,5	18,8	21,6	47,0	10,5%
Japón	37,6	22,2	34,3	38,2	35,2	32,7	39,8	36,1	36,0	38,5	0,3%
Corea del Sur	14,5	11,8	22,2	21,3	21,3	22,3	26,6	30,3	30,2	35,8	10,5%
China	4,9	61,8	29,7	15,4	10,1	14,9	14,8	14,1	21,8	28,6	21,7%
Resto del mundo	19,1	10,4	23,8	30,4	22,1	25,0	29,5	18,8	21,6	47,0	10,5%
<b>Total mundial</b>	<b>262,9</b>	<b>252,1</b>	<b>308,3</b>	<b>329,2</b>	<b>303,4</b>	<b>299,5</b>	<b>341,3</b>	<b>287,6</b>	<b>270,6</b>	<b>344,4</b>	<b>3,0%</b>
<i>% cambio anual</i>		-4,1%	22,3%	6,8%	-7,8%	-1,3%	14,0%	-15,7%	-5,9%	27,3%	

Fuente: IHS Markit, UN Comtrade, CRU

### Exportaciones de concentrado de molibdeno

La exportación de concentrado de molibdeno a nivel global alcanzó las 317.881 kt en el 2017, mostrando una tasa de crecimiento anual compuesta de 3,1% en el periodo 2008-2017.

Chile lidera las exportaciones con 102.003 kt en el 2017 y una tasa de crecimiento compuesta anual de 5,6% en la última década. Chile exporta casi un tercio del total mundial porque es líder en producción de cobre y eso lo convierte en segundo productor de molibdeno al extraerlo como subproducto. Holanda es el segundo exportador de molibdeno en concentrado al ser puerto de entrada a Europa. Las exportaciones registradas de Holanda fueron 56.370 kt en el 2017, el 18% de las exportaciones mundiales. Perú fue el tercer mayor exportador con 46.660 kt en el 2017 y creciendo 3,6% en la última década. Perú es el cuarto productor de concentrado de molibdeno y su consumo local es mínimo.

**Tabla 9 Evolución de las exportaciones de concentrado, 2008-2017 (Mt)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Chile	62,7	72,1	64,6	73,9	76,3	66,4	85,7	98,2	98,1	102,0	5,6%
Holanda	39,5	37,1	44,6	54,1	52,6	53,1	60,8	49,3	47,9	56,4	4,0%
Perú	33,9	22,7	31,0	36,2	33,2	34,3	30,6	32,7	45,3	46,7	3,6%
EEUU	32,8	29,8	40,5	47,8	43,6	49,3	61,1	36,8	28,1	40,2	2,3%
México	21,3	23,3	23,3	21,6	19,4	20,1	32,8	21,4	19,0	21,7	0,2%
Resto del mundo	51,7	41,3	72,0	61,7	54,4	48,6	55,7	41,4	38,7	51,0	-0,1%
<b>Total mundial</b>	<b>241,8</b>	<b>226,3</b>	<b>275,9</b>	<b>295,3</b>	<b>279,6</b>	<b>271,8</b>	<b>326,7</b>	<b>279,8</b>	<b>277,1</b>	<b>317,9</b>	<b>3,1%</b>
<i>% cambio anual</i>		-6,4%	21,9%	7,0%	-5,3%	-2,8%	20,2%	-14,4%	-1,0%	14,7%	

Fuente: IHS Markit, UN Comtrade, CRU

### 1.2.6. Producción histórica de molibdeno

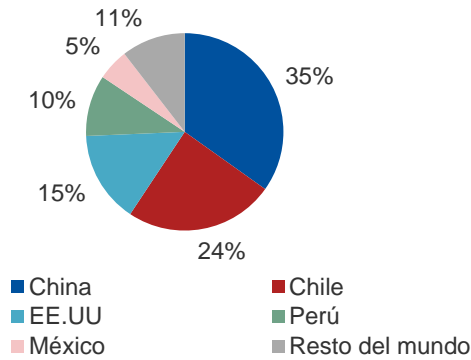
La producción mundial de molibdeno en mina, medida como molibdeno contenido en concentrado, aumentó de 487 Mlbs en el 2008 a 573 Mlbs en el 2017, reflejando un crecimiento a una tasa compuesta anual de 1,8%. El 2017 ha sido el primer año de recuperación, tras las caídas de 2015 y 2016 cuando los precios continuamente bajos de cobre e históricamente bajos de molibdeno motivaron recortes significativos de producción.

Individualmente, los principales países productores mostraron desempeños diversos durante la década. Los más dinámicos fueron Chile, Perú y México cuyas producciones son secundarias y provenientes principalmente de la minería cuprífera. Los países con producciones primarias, China y Estados Unidos, dependen de operaciones primarias cuyo desempeño está más expuesto a las condiciones de mercado.

China se consolidó como primer productor, sus operaciones son principalmente minas primarias y responden a incentivos más políticos o domésticos que de mercado global. China ha alcanzado y mantendría el liderazgo de la producción tras las políticas de incentivos económicos a las actividades extractivas para aumentar la contratación laboral en zonas de baja actividad económica alternativa. Su volumen de producción ha sido ligeramente volátil en la última década. Produjo 180 Mlbs en el 2008, registró un mínimo de 162 Mlbs en el 2010 y se recuperó hasta un *record* de 199 Mlbs en el 2017. En China se tienen identificadas cerca de 50 operaciones con capacidad de producir concentrado de molibdeno, pero solo tres (JDC, China Molybdenum y Yichun Luming) registraron un producto mayor a 30 Mlbs. La mayoría de las restantes estuvo debajo de los 10 Mlbs.

**Figura 16 Producción de molibdeno contenido en concentrado por país, 2017**

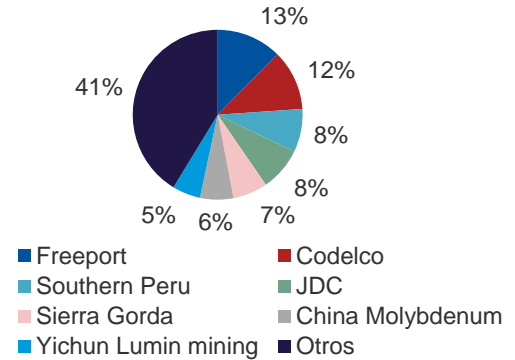
Producción total: 571 Mlbs



Fuente: CRU

**Figura 17 Producción de molibdeno contenido en concentrado por empresa, 2017**

Producción total: 573 Mlbs



Fuente: CRU

Chile, el segundo productor mundial de molibdeno, ha sido el país que más ha aportado al crecimiento mundial de mineral de molibdeno. En el 2008, su producción fue de 74 Mlbs y en el 2017 llegó a 140 Mlbs. Es decir, un incremento de 65 Mlbs en la década, equivalente a 11% del volumen del mercado actual. Esta producción fue incentivada por los bajos costos de las minas que producen cobre y extraen molibdeno como subproducto.

Estados Unidos, el tercer productor mundial de molibdeno, redujo su producción de 124 Mlbs a 86 Mlbs en la década de análisis. En este periodo, varias minas de producción primaria suspendieron operaciones (Thompson Creek, Climax) o recortaron actividades (Henderson) respondiendo a condiciones de mercado.

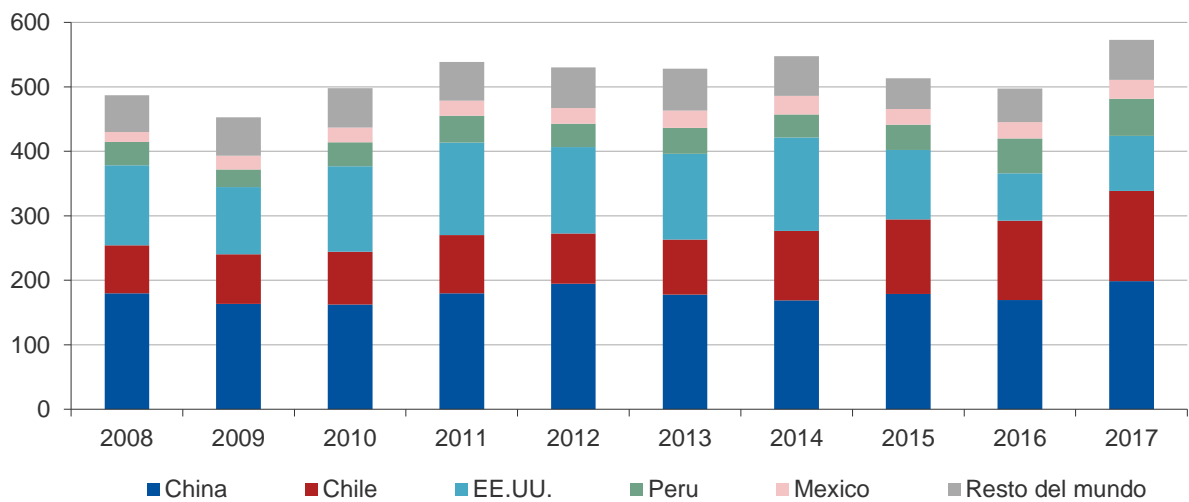
La producción en Perú creció en 21 Mlbs en la última década para alcanzar 57 Mlbs en el 2017. Las operaciones en el Perú se beneficiaron de los altos precios del cobre y otros metales, de manera similar al caso chileno.

A nivel de empresas, Freeport-McMoRan es el productor más grande al cierre del 2017. Sus operaciones, tanto primarias como secundarias, produjeron en conjunto poco más de 70 Mlbs. El aumento de su producción secundaria fue resultado de la expansión de su mina de cobre Cerro Verde en Perú, contrarrestando el cierre temporal de su mina primaria Climax (EEUU) y reducciones en su mina Henderson (EEUU). Freeport ha superado a Codelco, principal productor minero de cobre y con operaciones únicamente en Chile. Codelco produjo 12% del molibdeno en concentrado a nivel mundial en el 2017, monto que provino de sus cinco minas de cobre que

producen molibdeno. Entre ellas, Chuquicamata produjo poco más de 40 Mlbs y es la mayor productora global de este metal. Los resultados en otras minas de Codelco han sido mixtos y con impactos menores durante la década.

Southern Copper y JDC registraron participaciones de mercado de 8% cada una. Southern Copper extrae molibdeno de sus minas en México y Perú, siendo La Caridad (México) la principal con una producción anual cercana a los 20 Mlbs. La suspensión de actividades y su posterior reactivación en su mina Cananea (hoy Buenavista) afectó su desempeño en la década. JDC opera la mina Jinduicheng que tiene una producción anual cercana a los 50 Mlbs de molibdeno.

**Figura 18 Evolución de la oferta de producción primaria de molibdeno (Mlbs)**



Fuente: CRU

**Tabla 10 Producción histórica del molibdeno, 2008-2017 (Mlbs)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	180	163	162	180	195	178	169	179	169	199	1,1%
Chile	74	77	82	90	78	85	107	115	123	140	7,3%
Estados Unidos	124	105	133	143	134	133	145	108	73	86	-4,0%
Perú	36	27	37	42	36	40	36	39	54	57	5,3%
México	15	22	23	23	24	27	29	24	25	29	7,5%
Resto del mundo	57	59	61	60	63	65	61	48	52	62	0,9%
<b>Total mundial</b>	<b>487</b>	<b>453</b>	<b>498</b>	<b>539</b>	<b>530</b>	<b>528</b>	<b>547</b>	<b>513</b>	<b>498</b>	<b>573</b>	<b>1,8%</b>
% cambio anual		-7%	10%	8%	-2%	0%	4%	-6%	-3%	15%	

Fuente: CRU

En cuanto a la tostación, existe una capacidad instalada mundial de 862 Mlbs, de las cuales cerca del 80% está activa y el resto es capacidad inactiva. En el 2017, las tostadoras activas produjeron 555 Mlbs de molibdeno contenido en óxido tostado, es decir, las tostadoras produjeron al 64% de su capacidad. China domina el mercado de las tostadoras, pues alberga alrededor del 40% de la capacidad instalada mundial y en el 2017 produjo 40% del molibdeno tostado. Existe capacidad de procesamiento en tostadoras para absorber mayor producción de concentrados a nivel mundial.

Chile y Estados Unidos son el segundo y tercer país con mayores capacidades instaladas y producciones en el 2017. A nivel de compañías, Molybdenum (Chile) y Freeport McMoran (EEUU) son las tostadoras de molibdeno más grandes a nivel mundial.

### 1.2.7. Proyección de producción de molibdeno

#### Escenario 1 – Continuidad

En el escenario base, CRU proyecta que la producción de molibdeno en mina crecerá a una tasa compuesta anual de 1,9% y llegará a 790 Mlbs en el 2035. Esta proyección considera pronósticos individuales de las operaciones actuales y de proyectos. Cada proyecto tiene asignada una probabilidad de ocurrencia según su nivel de avance, empresa, ubicación y otros factores.

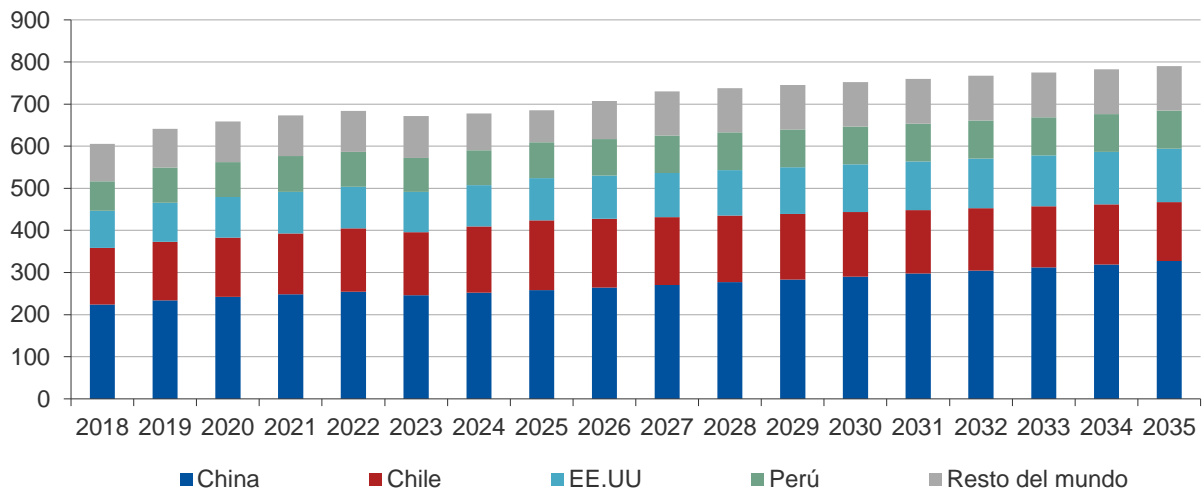
Los pronósticos de producción asumen que los operadores mineros tomarán decisiones económicas respondiendo a los movimientos del mercado. Sin embargo, algunas minas de producción primaria de molibdeno con costos altos responden a otros incentivos llegando a registrar pérdidas. Estas operaciones se encuentran en China, principalmente, y reciben apoyo financiero del estado o pertenecen a él. Este comportamiento ha sido considerado en el escenario base. CRU espera que la producción de molibdeno contenido en concentrado aumente de 224 Mlbs en el 2018 a 327 Mlbs en el 2035 en China, creciendo a una tasa compuesta anual de 2,3%, la más alta entre los países productores más relevantes en la industria.

Chile se mantendría como segundo producto con un volumen relativamente estable en el rango de 130-150 Mlbs. Después de que los proyectos de mediano plazo (Centinela, Desarrollo Spence, Chuquicamata subterráneo) alcancen capacidad máxima, las operaciones actuales enfrentarían menores leyes de cabeza que afectarían sus productos.

La producción en Estados Unidos tiene la tendencia de aumentar y crecer a una tasa compuesta promedio de 2,2% para alcanzar las 127 Mlbs en el 2035. CRU espera que operaciones primarias aumenten sus volúmenes (Henderson, Climax) e incluso minas primarias (Thompson Creek)

podrían considerar su reinicio de actividades alentadas por el precio. Perú, de manera similar a Chile, vería a sus operaciones y proyectos actuales (ampliación Toquepala, ampliación Toromocho y Quellaveco) alcanzar máxima capacidad en niveles totales cercanos a las 90 Mlbs.

**Figura 19 Proyección de la oferta de molibdeno, 2018-2035 (Mlbs)**



Fuente: CRU

**Tabla 11 Proyección de la producción de molibdeno, 2018-2035**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	224	234	243	248	254	246	252	258	264	271
Chile	134	139	141	144	150	150	158	166	164	161
EEUU	88	92	96	99	99	96	98	100	103	105
Perú	70	84	82	85	83	81	83	85	87	89
Resto del mundo	62	58	62	59	59	99	87	76	91	105
<b>Total mundial</b>	<b>578</b>	<b>607</b>	<b>624</b>	<b>636</b>	<b>646</b>	<b>671</b>	<b>677</b>	<b>685</b>	<b>708</b>	<b>730</b>
% cambio anual		5,0%	2,8%	1,8%	1,6%	4,0%	0,9%	1,2%	3,3%	3,2%

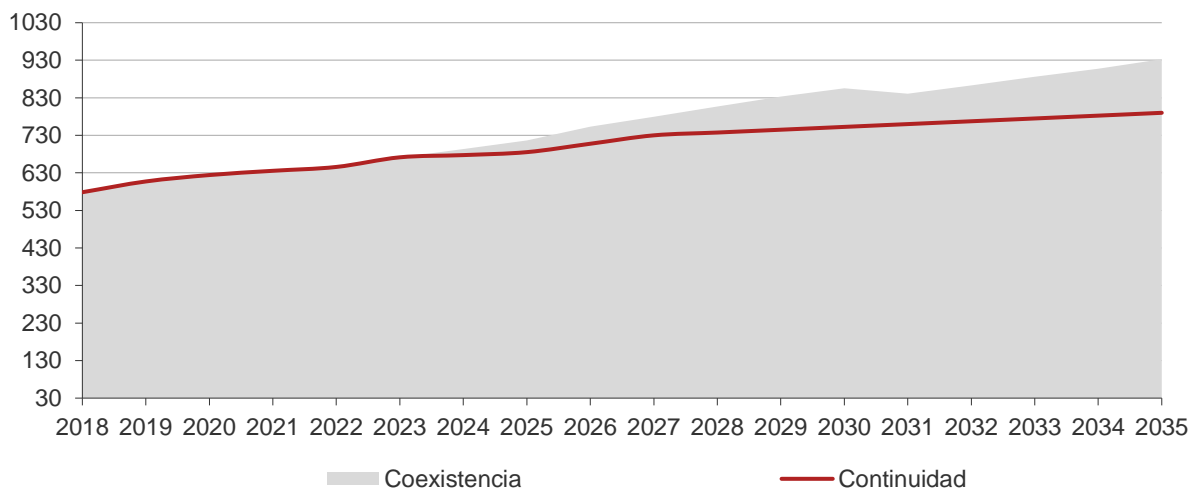
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	277	284	290	297	305	312	319	327	2,3%
Chile	158	156	153	151	148	145	143	140	0,2%
EEUU	108	110	113	116	118	121	124	127	2,2%
Perú	90	90	90	90	90	90	90	90	1,5%
Resto del mundo	104	105	106	106	107	107	106	106	3,2%
<b>Total mundial</b>	<b>738</b>	<b>745</b>	<b>753</b>	<b>760</b>	<b>768</b>	<b>775</b>	<b>783</b>	<b>790</b>	<b>1,9%</b>
% cambio anual		1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	

Fuente: CRU

## Escenario 2 – Coexistencia

Para el mediano plazo, se asume que la oferta no tendrá la capacidad de ajustarse a posibles cambios en la demanda gatillados por las diferencias entre el escenario Continuidad y Coexistencia. En el largo plazo, la oferta sí se adaptaría a la demanda y seguiría la misma tendencia de esta. Como consecuencia de esta dinámica, en el escenario de Coexistencia vemos que la oferta se mantiene igual al escenario Continuidad los primeros cinco años, para luego seguir la tendencia creciente de la demanda.

**Figura 20 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (Mlbs)**



Fuente: CRU

**Tabla 12 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (Mlbs)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	578	607	624	636	646	671	677	685	708	730
Coexistencia	578	607	624	636	646	671	693	716	754	779
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	16	31	46	49

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	738	745	753	760	768	775	783	790	1,9%
Coexistencia	806	834	855	841	863	886	908	933	2,9%
Diferencia*	69	89	103	81	95	111	125	143	

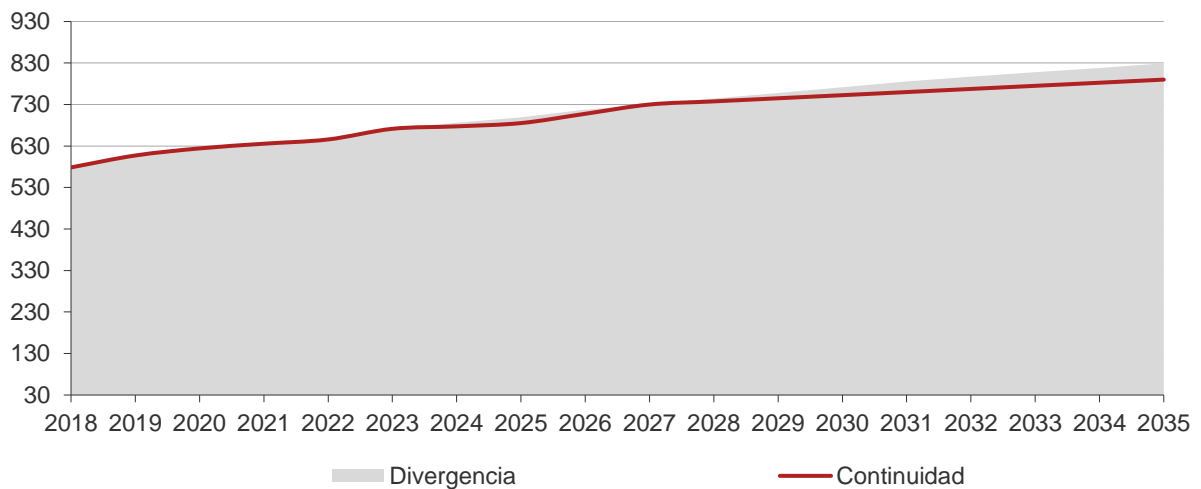
\* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

### Escenario 3 – Divergencia

Al igual que en el escenario Coexistencia, la oferta en el escenario Coexistencia se mantiene igual al escenario Continuidad durante los primeros cinco años proyectados. Desde 2024 en adelante, sin embargo, la oferta comienza a aumentar en línea con la demanda de molibdeno en este escenario. La consecuencia de este crecimiento es que la oferta de molibdeno en Divergencia se mantiene por sobre Continuidad.

**Figura 21 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (MIbs)**



Fuente: CRU

**Tabla 13 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (MIbs)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	578	607	624	636	646	671	677	685	708	730
Divergencia	578	607	624	636	646	671	686	700	717	730
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	9	14	10	0

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	738	745	753	760	768	775	783	790	1,9%
Divergencia	745	758	772	786	797	808	818	829	2,1%
Diferencia*	8	13	19	26	29	33	35	39	

\* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

## 1.3. Balance de mercado y precio del molibdeno

### 1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del molibdeno

El molibdeno cotiza en la Bolsa de Metales de Londres (LME por sus iniciales en inglés) desde febrero del 2010. Esta fue la primera bolsa en incorporar al molibdeno en su portafolio. Sin embargo, la mayoría de los participantes de la industria prefiere tranzar fuera de la bolsa mellando la liquidez de la misma, y por tanto la relevancia de su precio. La LME anunció en setiembre del 2017 que se encuentra revisando las características del contrato para aumentar su atractivo. Así mismo, la mayoría de los actores de la industria reportan estar satisfechos con los mecanismos de precios anteriores al contrato de la LME.

La metodología de revisión de precio de CRU está basada en contactarse permanente con vendedores y compradores, así los precios se reportan quincenalmente sobre la base de transacciones confirmadas y no de sentimiento de mercado. CRU verifica los detalles en ambas partes. En épocas de liquidez limitada, se consideran ofertas y pujas a la luz de la actividad recientes del mercado. Si no se concretan transacciones, CRU toma el promedio de las ofertas y las pujas. Nuestra metodología refleja el marco regulatorio en desarrollo para la evaluación de precios y los principios de IOSCO dispuestos en julio del 2013.

La evaluación de precios de CRU considera tanto a los mercados de óxido de molibdeno como al ferromolibdeno. El óxido de molibdeno se evalúa en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, mientras el ferromolibdeno se cubre en China, Estados Unidos y Europa Occidental.

Si bien las referencias de precios mencionadas reflejan los mecanismos subyacentes del mercado, para los propósitos de este reporte se analiza los precios del óxido US 60% mín, fuera de almacén. Las condiciones de pago son para lotes de 10-20 toneladas (camionadas parciales y totales) que se ofrecen en el mercado al contado.

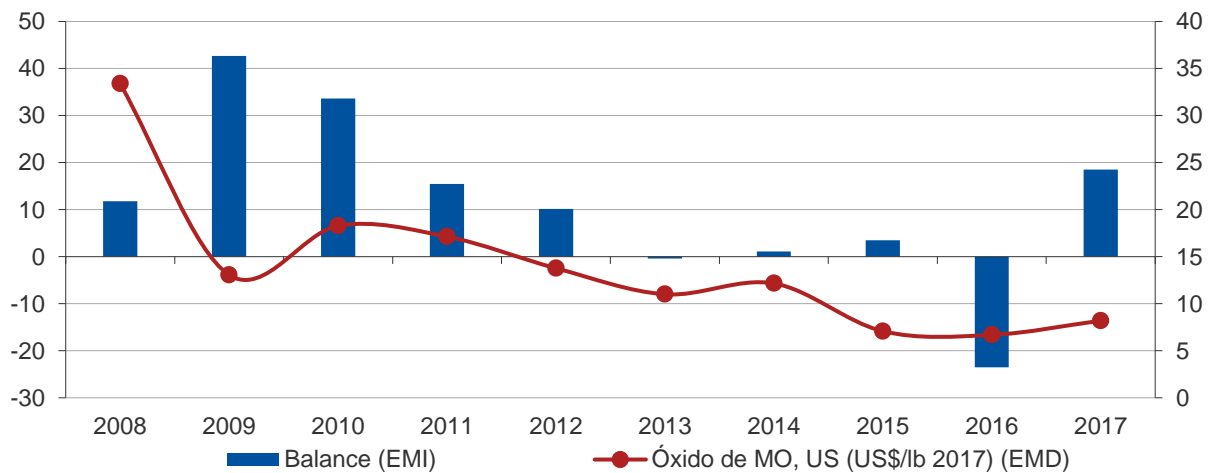
### 1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del molibdeno

El mercado del molibdeno registró superávits importantes durante la Crisis Financiera Global mientras la demanda en países de occidente colapsaba y la producción de aceros y aleaciones en China se desaceleraba. El exceso de oferta se exacerbó por el ciclo de altas inversiones en minas de cobre en Chile y Perú, las cuales a pesar del superávit de mercado de 2009-2012 siguieron produciendo molibdeno a tasas de crecimiento por encima de 10% entre 2013 y 2016. Esto puso presión continua en el mercado que vio caer el precio hasta un mínimo de US\$4.60/lb en octubre del 2015, lo cual resulto en recortes significativos de la producción primaria en China y Estados Unidos.

En el 2016, después de casi una década de constantes superávits, el mercado del molibdeno registró un déficit de 23,5 Mlbs – el déficit más grande desde que CRU hace seguimiento al mercado. Este déficit fue resultado de una caída de 33,5 Mlbs de la producción de minas primarias que cerraron o redujeron actividades tras muchos años de bajos precios. Sin embargo, el déficit también estuvo reforzado por fuertes crecimientos de la demanda de acero inoxidable y para la construcción en China y los Estados Unidos desde inicios del 2016. Si bien este déficit propició un aumento del precio de US\$5,41 /lb en enero 2016 a US\$6,81 /lb en diciembre 2016, un mayor alzo se limitó por la existencia de altos inventarios de molibdeno (que llegaron a equivaler a 15 semanas de consumo). Como resultado, el 2016 se caracterizó por reducciones significativas de inventarios de parte de mineros y consumidores, quienes los habrían acumulado durante varios años de bajos precios.

El mercado retornó a un superávit en el 2017 debido a la reacción de las minas primarias en aumentar su producción y al desarrollo de las minas de cobre en Perú y Chile. El año cerró con un precio de US\$8,79 /lb en diciembre.

**Figura 22 Evolución del balance de mercado y precios**



Fuente: CRU

**Tabla 14 Balance histórico del mercado y precios del molibdeno, 2008-2017**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
<b>Balance de mercado (Mlbs)</b>											
Oferta	487	453	498	539	530	528	547	513	498	573	1,8%
Demanda	475	410	464	523	520	528	546	510	521	554	1,7%
Balance	12	43	34	15	10	0	1	3	-24	19	
<b>Precio molibdeno</b>											
Óxido de MO, US (US\$/lb 2017)	33,4	13,1	18,3	17,1	13,8	11,0	12,2	7,1	6,7	8,2	-14,6%
Óxido de MO, US (US\$/lb)	29,2	11,5	16,3	15,6	12,8	10,4	11,7	6,9	6,6	8,2	-13,2%

Fuente: CRU

### 1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del molibdeno

#### Escenario 1 – Continuidad

Siguiendo la metodología de CRU, el balance de mercado se calcula de manera detallada para el mediano plazo, cruzando oferta y demanda proyectadas. En el largo plazo, sin embargo, la oferta tiene la posibilidad de ajustarse a la demanda. Por lo tanto, **la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo no representa un déficit o superávit real, sino que el espacio que debe ser llenado por los productores para satisfacer la demanda global o la producción que debe dejar el mercado para que éste se estabilice.** Esta visión está alineada con la teoría tradicional de economía de minerales, la cual reconoce que en el largo plazo, si la demanda es mayor a la oferta, el precio debería subir lo suficiente como para lograr que el mercado se estabilice y viceversa. De esta forma, **no se espera que la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo se materialice, sino que se espera que incentive cambios en el precio** que aseguren un relativo balance.

Es de vital importancia comprender que la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo no corresponde a un balance de mercado tradicional al momento de analizar la información entregada por CRU en el largo plazo, ya que los tonelajes observados en este “balance” plazo pueden parecer excesivos y lejos del comportamiento normal de los mercados. Tal como ya se ha explicado, esta diferencia busca reflejar la tendencia que deben seguir los precios para lograr un mercado estable.

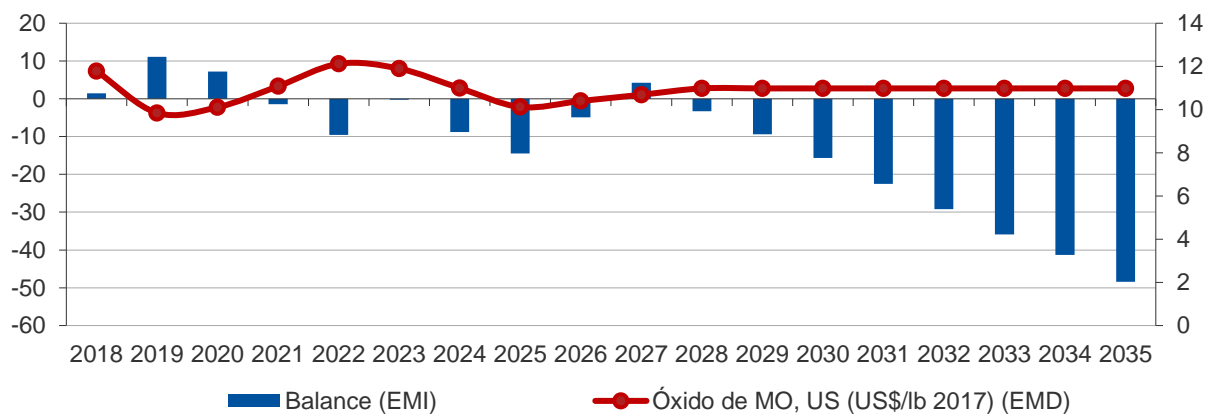
El mercado global de molibdeno se mantendría en superávit hasta el 2020. Este superávit se daría por la fortaleza del precio que se mantendría por encima de los US\$10 /lb, incentivando su producción tanto en operaciones primarias como secundarias. La demanda se mantendría sólida transversalmente en la mayoría de los sectores y regiones, siendo China la más dinámica. El

crecimiento de la producción en este periodo se daría en la maduración de proyectos secundarios y algún desarrollo de minas primarias.

Entre el 2021 y 2028 el mercado estaría prácticamente balanceado, con una oferta y demanda de crecimientos estables cercanos al 2% anual. En este periodo, la proyección de precio pasa de ser basada en los fundamentos de mercado a depender del costo marginal de producción. Es decir, en el largo plazo CRU prevé que el mercado logrará un equilibrio y el precio se igualaría al costo marginal de la última mina en empezar a producir. El costo marginal para estos años estaría en torno a los US\$10-12 /lb a valores del 2017, con alguna corrección hacia el 2025 cuando la oferta secundaria alcance niveles máximos y el crecimiento pase a depender de las minas primarias, principalmente en China.

A partir del 2029 el mercado llegaría al déficit estructural de largo plazo. La proyección de la oferta se vuelve difusa en el largo plazo, la información es imprecisa y muchas variables podrían afectar el desarrollo de proyectos. Sin embargo, existen reservas y recursos suficientes para confiar en que la industria pondrá en marcha las operaciones necesarias para cubrir la diferencia entre oferta y demanda. En el 2017 se reportaron 17.000 kt (37.478 Mlbs) de reservas, lo que equivale a más de 60 años de producción a niveles actuales.

**Figura 23 Proyección den mercado y precios del molibdeno, 2018-2035**



Fuente: CRU

**Tabla 15 Proyección del balance de mercado, 2018-2035 (Mlbs)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Oferta	578	607	624	636	646	671	677	685	708	730
Demanda	577	596	617	637	655	672	686	700	712	726
<b>Balance</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>(1)</b>	<b>(10)</b>	<b>(0)</b>	<b>(9)</b>	<b>(14)</b>	<b>(5)</b>	<b>4</b>
	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>TCAC 2018-35</b>	
Oferta	738	745	753	760	768	775	783	790	1,9%	
Demanda	741	754	768	783	797	811	824	838	2,2%	
<b>Balance</b>	<b>(3)</b>	<b>(9)</b>	<b>(16)</b>	<b>(23)</b>	<b>(29)</b>	<b>(36)</b>	<b>(41)</b>	<b>(48)</b>		

Fuente: CRU

**Tabla 16 Proyección de precios, 2018-2035**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Óxido de MO, US (US\$/lb 2017)	11,8	9,8	10,1	11,1	12,1	11,9	11,0	10,1	10,4	10,7
Óxido de MO, US (US\$/lb)	12,0	10,3	10,8	12,0	13,4	13,4	12,6	11,8	12,4	13,0
	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>TCAC 2018-35</b>	
Óxido de MO, US (US\$/lb 2017)	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	-0,4%	
Óxido de MO, US (US\$/lb)	13,6	13,9	14,1	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	1,6%	

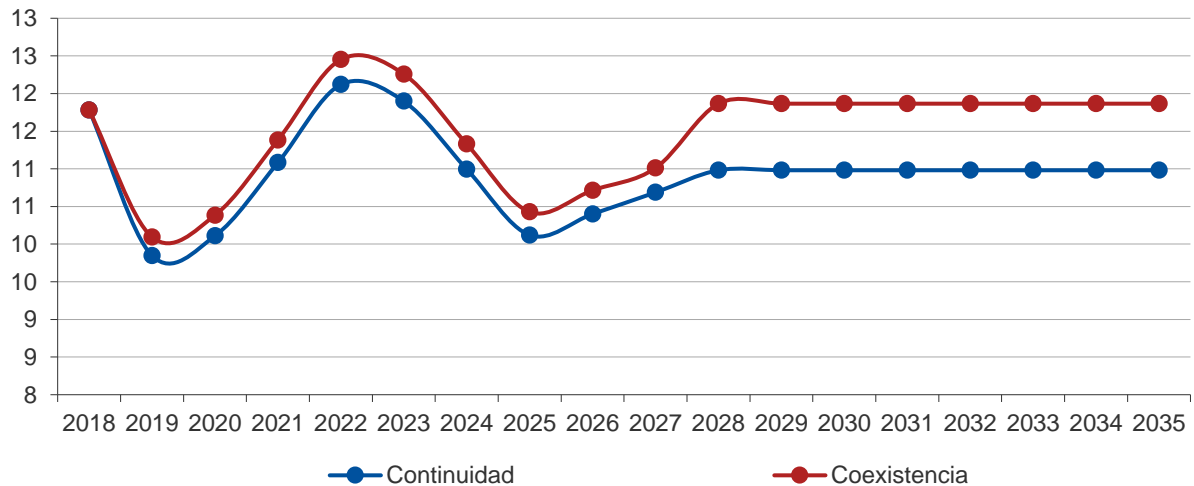
Fuente: CRU

## Escenario 2 – Coexistencia

En el mediano plazo, el escenario de Coexistencia tiene una demanda mayor a la demanda del escenario Continuidad. La oferta se mantiene igual en ambos escenarios. Como consecuencia, el precio del molibdeno en el escenario Coexistencia es mayor que en el escenario Continuidad durante el periodo 2018-2022.

Desde 2023 en adelante, el precio del escenario Coexistencia seguirá la tendencia del precio en el escenario Continuidad hasta alcanzar el CMLP. El CMLP del escenario Coexistencia es de 11,9 (US\$/lb, 2017)

**Figura 24 Precio en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)**



Fuente: CRU

**Tabla 17 Precio en escenario Continuidad vs. Coexistencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	11,8	9,8	10,1	11,1	12,1	11,9	11,0	10,1	10,4	10,7
Coexistencia	11,8	10,1	10,4	11,4	12,5	12,3	11,3	10,4	10,7	11,0
Diferencia*	-	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	-0,4%
Coexistencia	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	0,0%
Diferencia*	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	

\* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

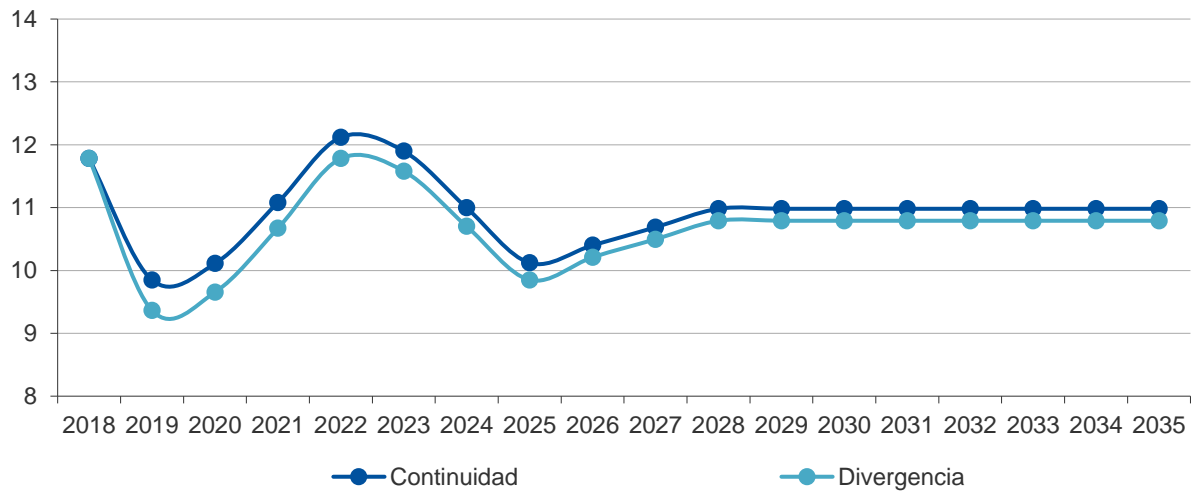
### Escenario 3 – Divergencia

Al igual que en el escenario Coexistencia, el precio en el mediano plazo del escenario Divergencia depende de la diferencia de demanda entre este caso y el caso Continuidad. De esta manera, el precio del escenario Divergencia se mantiene crecientemente por sobre el precio del escenario Continuidad.

Desde 2023 en adelante, el precio del escenario Coexistencia seguirá la tendencia del precio en el escenario Continuidad hasta alcanzar el CMLP. El CMLP del caso Divergencia se encuentra

levente por debajo del CMLP del escenario Continuidad. Esto gatilla un cambio de tendencia el año 2026.

**Figura 25 Precio en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)**



Fuente: CRU

**Tabla 18 Precio en escenario Continuidad vs. Divergencia para el molibdeno (2017 US\$/lb)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	11,8	9,8	10,1	11,1	12,1	11,9	11,0	10,1	10,4	10,7
Divergencia	11,8	9,4	9,7	10,7	11,8	11,6	10,7	9,8	10,2	10,5
Diferencia*	-	-0,48	-0,5	-0,4	-0,3	- 0,3	- 0,3	-0,3	-0,2	-0,2

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC2018-2035
Continuidad	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	-0,4%
Divergencia	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	-0,5%
Diferencia*	-0,2	-0,2	- 0,2	-0,2	-0,2	- 0,2	- 0,2	-0,2	

\* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

## 1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del molibdeno

Figura 26 Análisis de Porter para la industria del molibdeno



Fuente: CRU

- **Productores**
  - Mercado dominado por China, Chile y EEUU que conjuntamente producen cerca del 75% global.
  - Las minas primarias de molibdeno (China y EEUU principalmente) tienden a registrar costos más altos que las minas secundarias (Chile y Perú, principalmente) debido a que no se benefician de las economías de otros metales.
  - Debido a las reservas y recursos registrados, se prevé que los actuales grandes productores se mantengan.

- Nuevos Competidores
  - Actualmente, existe capacidad minera primaria y secundaria sin utilizarse.
  - La producción secundaria de molibdeno se beneficia significativamente de la estructura de mercado del cobre, tanto en inversión como en costos operativos. Por ello se espera que mayores volúmenes de molibdeno continúen extrayéndose de operaciones cupríferas.
  - Ante cambios significativos del precio las minas primarias han tenido capacidad de respuesta rápida para recortar o aumentar producción.
  
- Compradores
  - La industria de aleaciones de acero seguiría dominando el primer consumo de molibdeno.
  - Economías emergentes serán los responsables del crecimiento en el consume de molibdeno.
  
- Sustitutos
  - Actualmente no hay una amenaza concreta de sustitutos para el molibdeno, por el contrario están aumentando sus usos y en consecuencia su demanda se expande. La oferta de elementos para aleaciones así como las necesidades de los usuarios varían según cambios tecnológicos y operativos.
  - Las nuevas regulaciones medioambientales incentivan la búsqueda de aleaciones de bajo peso, lo que favorece al mercado del molibdeno.
  - Metales que potencialmente podrían reemplazar al molibdeno en algunos de sus usos son el cromo, el vanadio, el boro y el manganeso.

## Anexo I. Glosario

A continuación, se presenta un glosario que contiene la terminología utilizada a través del estudio. Este glosario se irá actualizando a medida que se avance en el reporte.

### Monedas y medidas de valor

Sigla	Significado
US\$	Dólar estadounidense
US\$/t	Dólar estadounidense por tonelada

### Empresas e Instituciones

Sigla	Significado
JDC	Jinduicheng Molybdenum Group Co
LME	Bolsa de metales de Londres
Molymet	Molibdenos y Metales SA
USGS	United States Geological Service / Servicio Geológico estadounidense

### Medidas de peso

Sigla	Significado
kt	Miles de Toneladas
Mlbs	Millones de libras
Mlbpa	Millones de libras por año
Mt	Millones de toneladas
t/ton	Tonelada

### Otros

Sigla	Significado
CAPEX	Costos de capital
CMLP	Costo marginal de largo plazo
CMCP	Costo marginal de corto plazo
EMI	Eje mano izquierda
EMD	Eje mano derecha
LRMC	Costo Marginal de Largo Plazo
OPEX	Costos de operación
PIB	Producto Interno Bruto
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto

## Anexo II. Bibliografía

1. MinEx Consulting
2. Global Trade Information Services. IHS Markit GTA
3. DESA/UNSD, *United Nations Comtrade database*
4. MARSHALL, Alfred. Principles of Economics. XVIII ed. Nueva York, Cosimo Inc, 2006.
5. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. 2009 – 2016. Disponible en Internet: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf>