



Platino

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 ha proporcionado de manera privada y confidencial al cliente. No debe divulgarse por completo o por partes, directa o indirectamente o en cualquier otro formato a ninguna otra compañía, organización o individuo sin el permiso previo por escrito de CRU International Limited.

Se otorga permiso para la divulgación de este informe a las subsidiarias de propiedad mayoritaria de una compañía y su organización matriz. Sin embargo, cuando el informe se proporciona a un cliente en su calidad de administrador de una empresa conjunta o sociedad, no puede divulgarse a los demás participantes sin autorización adicional.

La responsabilidad de CRU International Limited es exclusiva con su cliente directo. Su responsabilidad se limita al monto de las tarifas efectivamente pagadas por los servicios profesionales involucrados en la preparación de este informe. No aceptamos responsabilidad hacia terceros, independientemente de cómo surja. Aunque este informe ha sido elaborado de forma diligente y cuidado razonable, no garantizamos la exactitud de ningún dato, supuesto, pronóstico u otra declaración prospectiva.

Copyright CRU International Limited 2018. Todos los derechos reservados.

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

Tabla de Contenidos

1. Mercado del platino	1
Resumen ejecutivo de la industria del platino	1
Introducción	2
1.1. Demanda de platino	2
1.1.1. Determinantes de la demanda de platino y usos finales	2
1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del platino	8
1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda del platino	9
1.1.4. Demanda histórica del platino	10
1.1.5. Proyección de demanda del platino	13
1.2. Oferta de platino	19
1.2.1. Recursos y reservas de platino: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración	19
1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento del platino	21
1.2.3. Cadena de valor del platino	22
1.2.4. Costo de capital del platino	23
1.2.5. Comercialización del platino	24
1.2.6. Producción histórica de platino	26
1.2.7. Proyección de producción de platino	28
1.3. Balance de mercado y precio del platino	32
1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del platino	32
1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del platino	33
1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del platino	34
1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del platino.....	38
Anexo I. Glosario	39
Anexo II. Bibliografía	40

Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, platino	10
Tabla 2 Demanda histórica del platino, 2008-2017 (miles de onzas)	13
Tabla 3 Proyección de la demanda de platino, 2018-2035 (miles de onzas)	16
Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)	17
Tabla 5 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)	18
Tabla 6 Reservas globales de metales del grupo de platino, 2008-2017 (toneladas)	19
Tabla 7 Costo de capital del platino, 2017	23
Tabla 8 Importaciones de platino, 2008-2017, (miles de onzas)	25

Tabla 9 Exportaciones de platino, 2008-2017, (miles de onzas)	26
Tabla 10 Producción histórica de platino, 2008-2017 (miles de onzas)	28
Tabla 11 Proyección de la producción de platino, 2018-2035, (miles de onzas)	30
Tabla 12 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)	31
Tabla 13 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)	32
Tabla 14 Balance histórico del mercado y precios del platino, 2008-2017	34
Tabla 15 Proyección del balance del mercado del platino, 2018-2035 (miles de onzas)....	35
Tabla 16 Proyección de precios del platino, 2018-2035 (\$/oz)	35
Tabla 17 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (2017 US\$/oz)	36
Tabla 18 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (2017 US\$/oz) ..	37

Índice de Figuras

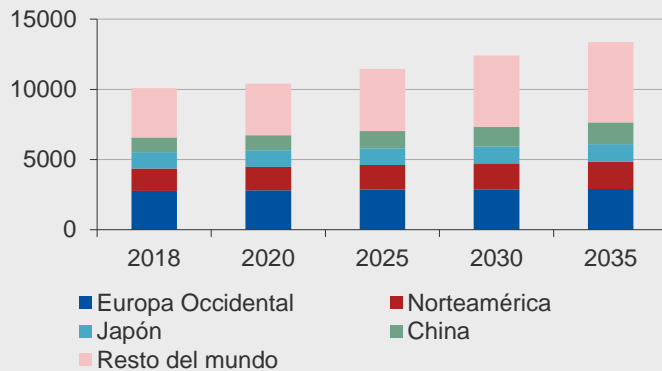
Figura 1 Carga de metales del Grupo de elementos del platino por catalizador catalítico a nivel global, 2008-2017 (gramos por catalizador)	3
Figura 2 Demanda total por país, 2017	8
Figura 3 Demanda total por sector, 2017	8
Figura 4 Intensidad de uso según PIB per cápita en 2017	9
Figura 5 Demanda histórica de platino, 2008-2017 (miles de onzas)	13
Figura 6 Proyección de la demanda de platino, 2018-2035 (miles de onzas de platino)....	15
Figura 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)	16
Figura 8 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el platino – Caso Continuidad...	17
Figura 9 Demanda promedio 2018-2035 sector para el platino – Caso Coexistencia	17
Figura 10 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)	18
Figura 11 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el platino – Caso Continuidad.	18
Figura 12 Demanda promedio 2018-2035 sector para el platino – Caso Divergencia	18
Figura 13 Mapa de las reservas de platino de los principales productores a 2017 (toneladas).....	20
Figura 14 Presupuestos de exploración del platino, 2008-2017 (MUS\$, real 2017)	21
Figura 15 Métodos de procesamiento del platino.....	22
Figura 16 Cadena de valor del platino	23
Figura 17 Importaciones de platino, 2017	25
Figura 18 Exportaciones de platino, 2017	25
Figura 19 Producción por país, 2017	27
Figura 20 Producción por productor, 2017	27
Figura 21 Producción histórica de platino, 2008-2017 (miles de onzas).....	28

Figura 22 Proyección de la producción de platino, 2018-2035 (miles de onzas de platino)	29
Figura 23 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)	30
Figura 24 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)	31
Figura 25 Balance histórico del mercado y precios del platino, 2008-2017	34
Figura 26 Proyección del balance del mercado y precios del platino, 2018-2035	35
Figura 27 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (2017 US\$/oz)	36
Figura 28 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (2017 US\$/oz)	37
Figura 29 Modelo de las cinco fuerzas de Porter	38

1. Mercado del platino

Resumen ejecutivo de la industria del platino

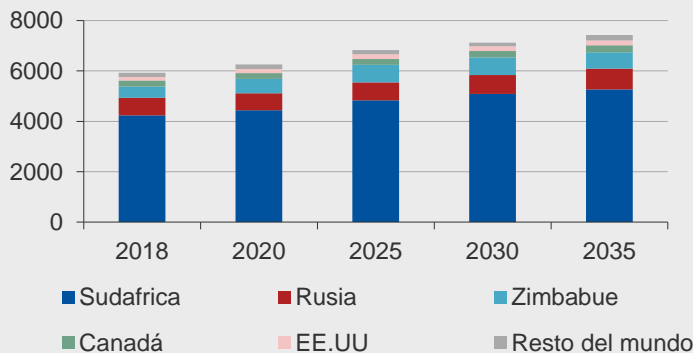
Proyección de demanda (koz)



DEMANDA

1. La demanda global de platino alcanzará las 13.356 koz en 2035 (+33% vs 2017), impulsada por crecimientos en todos sus segmentos consumidores.
2. Las economías desarrolladas disminuirán su peso en la demanda global hasta alcanzar un 46% en 2035 (vs. 56% en 2017).
3. Dos de los principales sectores consumidores, el automotriz y la joyería, verán crecimientos modestos comparados con el resto, afectados por un creciente lobby anti-diésel, sumado a la sensibilidad al precio pronosticado al alza por parte de la industria de la joyería.
4. China y el resto del mundo (incluyendo regiones como India, América Latina y el Sudeste Asiático) verán tasas de crecimiento anual en su demanda de 2,3% y 2,9% respectivamente, mayores al promedio del 1,7%.

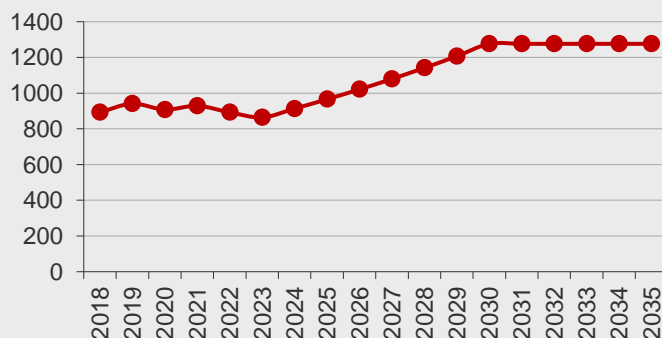
Proyección de oferta (koz)



OFERTA

1. La producción mina de platino se verá afectada a la baja hasta 2019, influenciada por las malas condiciones de mercado de la década anterior, caracterizada por bajos precios e interrupciones en el suministro sudafricano.
2. A partir de 2020, se espera una reactivación de la producción, aumentando constantemente hasta alcanzar un máximo de 7.425 koz en 2035.
3. Los tres principales productores de platino mina, Sudáfrica, Zimbabwe y Rusia mantendrán su posición monopólica en el mercado de un 91% de la oferta global a 2035.

Precio Platino \$/oz (\$,2017)



PRECIO

1. A partir de mediados de la década de 2020 se verá un incremento mayor de la demanda comparado con la oferta, lo cual sumado al limitado margen de respuesta de la producción mina, tendrá un efecto alcista en los precios del platino.
2. Se pronostica que el precio del platino alcanzará los 1.276\$/oz en 2030 (+35% vs 2017), periodo a partir del cual se estabilizará hasta 2035.

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.

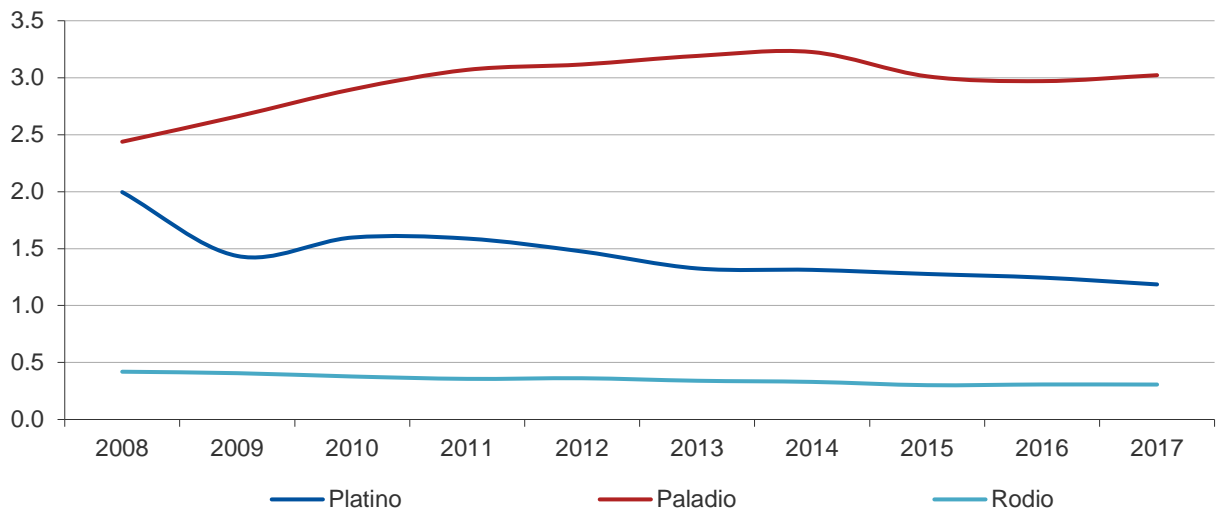
1.1. Demanda de platino

1.1.1. Determinantes de la demanda de platino y usos finales

El platino tiene una serie de usos, dentro de los cuales destaca su importante rol en la fabricación de convertidores catalíticos para automóviles y su extensivo uso en el diseño y fabricación de joyas. Estos dos usos finales representan hoy en día más de la mitad de la demanda de platino a nivel mundial.

Si bien la cantidad de platino utilizada en los catalizadores o convertidores catalíticos es menor a la del paladio, el gran número de autos producidos a nivel mundial hoy en día hace que la cantidad de platino requerida sea significativa. Con respecto a las joyas, un porcentaje importante de estas son demandadas desde China, país que se ha caracterizado en los últimos años por presentar altos índices de crecimiento.

Figura 1 Carga de metales del Grupo de elementos del platino por catalizador catalítico a nivel global, 2008-2017 (gramos por catalizador)



Fuente: CRU

Otros usos importantes ocurren en la industria química, específicamente en el procesamiento de fertilizantes y explosivos, y en la fabricación de vidrio, donde destacan las pantallas de cristal líquido (LCD) y la fibra de vidrio. La industria del petróleo hace uso del platino en el proceso de refinación de éste, y se puede encontrar platino también en la fabricación de artículos electrónicos.

Además de sus usos en fabricación, el platino también se usa como forma de inversión. Sin embargo, la cantidad de platino que se demanda para estos fines es bastante pequeña y no alcanza a ser suficiente como para que la especulación a la que está sujeta afecte significativamente su precio.

Catalizadores

El mayor sector consumidor de platino es la industria automotriz, la cual representó un 33% de la demanda total del metal en el mundo en 2017. En la industria automotriz se requieren convertidores catalíticos para tratar las emisiones de escape mediante la oxidación de monóxido de carbono e hidrocarburos y la reducción de óxidos de nitrógeno – reacciones que se ven favorecidas, catalizadas, en presencia de algunos metales, como platino. Éstos se transforman en gases y productos menos tóxicos como dióxido de carbono, agua y gas de nitrógeno cuando pasan por el tubo de escape para ser emitidos finalmente a la atmósfera.

Los catalizadores para vehículos se construyen mediante la aplicación de un revestimiento de platino, paladio y rodio – los cuales pertenecen al conjunto de “metales del grupo de elementos del platino” (MGP). El total de MGP dentro del catalizador puede variar de 5 a 25 gramos por cada uno. En 2017 el consumo promedio de platino es de alrededor de 1,4 gramos (0,05 oz) en catalizadores instalados en países emergentes, 0,2 gramos en catalizadores instalados en China

(0,006 oz), 0,6 gramos (0,02 oz) en catalizadores instalados en América del Norte, 1,3 gramos (0,04 oz) en catalizadores equipados en Japón y 3,2 gramos (0,10 oz) en catalizadores instalados en Europa Occidental. El promedio mundial actual se estima que es del orden de 1,2 gramos de platino (0,038 oz) por catalizador.

Aunque cada MGP actúa de una manera sutilmente diferente, además de ser más eficiente en catalizar algunas reacciones y menos en otras, de esta forma los MGP se comportan como sustitutos imperfectos en el mercado de catalizadores. De esta forma, la cantidad de platino utilizado en la producción de catalizadores para automóviles depende de siete factores:

- La producción mundial de vehículos y el desglose regional de ventas;
- La legislación de emisiones: normas más estrictas casi siempre requieren cargas de metal más altas;
- Las restricciones del motor: dado que los límites de emisión permisibles se establecen en base a la distancia recorrida y no por unidad de combustible consumido, los vehículos con motores más grandes deben transformar una proporción mayor de flujos más altos de gases contaminantes, por lo que deben utilizar catalizadores más grandes, que redundan en mayor consumo por unidad;
- Tipo de motor: dado que el paladio es generalmente más barato que el platino, el paladio tiende a ser utilizado siempre que sea técnicamente factible; sin embargo, su rendimiento suele ser inferior en motores diésel, por lo que los catalizadores de dichos vehículos han presentado históricamente mayor uso de platino;
- La tecnología del motor: en la medida que los motores que aumentan su eficiencia de combustible, tienden a presentar como efecto secundario una reducción las emisiones totales por distancia recorrida. Por lo tanto, la cantidad de gases contaminantes que se deben procesar; sin embargo, otro efecto es que la temperatura de los flujos de escape es menor, y los MGP son catalizadores menos eficientes a temperaturas más bajas, disminuyendo su eficiencia. Por estos efectos opuestos el efecto global sobre el uso de MGP no es claro);
- Tecnología del catalizador: en la medida que se producen mejoras en la eficiencia también se ahorra en el uso del metal;
- Los precios del metal: tanto en términos absolutos como relativos (entre los MGP dada su sustituibilidad imperfecta).

Cabe notar, sin embargo, que a pesar de que los MGP puedan comportarse como sustitutos, en la mayoría de los convertidores el paladio y el rodio actúan como complemento del platino – donde la proporción usada de cada metal puede variar en un rango sin alterar las propiedades del

catalizador. En concordancia con esto, los mayores precios que ha evidenciado el platino desde su abrupta subida en 2003 han incentivado el aumento del uso del paladio en la fabricación de convertidores catalíticos. Esto no ocurre en el caso del rodio, cuyos precios han sido y siguen siendo aún más elevados que los del platino.

Químicos

En la industria de productos químicos, el platino se utiliza principalmente en la producción de fertilizantes y explosivos, donde mallas de platino actúan como catalizadoras para la conversión de amoníaco a ácido nítrico. También se utiliza en la fabricación de siliconas para el sector aeroespacial, automotor y de la construcción. Además, el platino es un catalizador en la producción de elementos biodegradables para detergentes domésticos. Este sector presentó una participación de 20% de la demanda total del metal en 2017.

Debido a la función del ácido nítrico como un componente importante en la producción de fertilizantes, sus niveles de producción siguen muy de cerca las tendencias en el consumo de éstos. Es complejo estimar el número de plantas de producción de ácido nítrico en todo el mundo, ya que estas plantas normalmente forman parte de instalaciones más grandes que fabrican productos utilizando ácido nítrico, tales como fertilizantes y explosivos. Por esto, nuestro impulsor para la demanda de platino en este sector es la producción mundial de amoníaco – un componente principal en la producción de ácido nítrico, que se produce principalmente por la oxidación de amoníaco. Cabe señalar que, durante el uso de catalizadores que contienen platino, el metal puede quedar disuelto o suspendido como un coloide en el ácido nítrico, resultando en un promedio de pérdidas de alrededor de 0,035 gramos de platino por tonelada de ácido nítrico producido. Por lo tanto, las mallas de platino deben ser reemplazadas periódicamente. Sin embargo, posteriormente se recupera el metal perdido, así como también las mallas; esta recirculación del metal en el mismo circuito significa que la demanda neta de platino en el sector químico es mucho menos que la demanda bruta del metal.

En cuanto al riesgo de sustitución, un sustituto del platino en algunas áreas de la industria química es el tantalio. Dentro de las características de este último se encuentra una mayor resistencia a la corrosión.

Joyería

La joyería es el tercer segmento más grande de la demanda de platino, representando un 16% de la demanda mundial del metal en 2017. Además del valor estético del platino, hay que considerar su dureza y durabilidad – lo que hace que sea utilizado ampliamente en joyería especialmente utilizado en diseños con piedras preciosas y semi preciosas para ajustes más seguros de éstas. Adicionalmente, el platino es hipoalergénico, lo que hace que sea la mejor opción en cuanto a joyería para las personas que sufren reacciones alérgicas a otros metales.

Debido a estas cualidades, el platino se está convirtiendo en una opción popular para la joyería moderna, robando poco a poco participación de mercado al oro. La joyería de platino ha sido muy popular entre los consumidores asiáticos quienes sienten que el platino es una opción novedosa al oro, el cual está más arraigado en su cultura históricamente. En términos de preferencias de consumidor el platino tiene la ventaja comercial sobre el oro o la plata ya que es considerado como un producto de calidad superior. Esto le da a la joyería de platino un prestigio adicional, lo cual puede ser reflejado en su precio.

En términos de la dinámica de oferta y demanda del mercado del platino, la joyería desempeña un papel fundamental como un segmento balanceador. A diferencia de los catalizadores para automóviles y de la mayoría de las aplicaciones industriales, la demanda de platino en joyería ha sido históricamente sensible precio. Así, la demanda de joyas normalmente disminuye cuando los precios son altos, liberando metal para catalizadores de automóviles y segmentos industriales. Por el otro lado, cuando los precios son bajos, la demanda de joyería tiende a subir, absorbiendo el exceso de oferta.

Vidrio

La industria del vidrio representó en 2017 una participación del 16% de la demanda total de platino. Ésta compone de cuatro segmentos principales:

- vidrio para contenedores: botellas, tarros, y similares;
- vidrio plano : ventanas, parabrisas, espejos, entre otros;
- fibra de vidrio: aislamiento en edificios y fibras para productos textiles;
- vidrios especiales: utensilios de cocina, pantallas planas, bombillas, fibra óptica, equipos médicos, y otros.

Su alto punto de fusión, fuerza y alta resistencia a la corrosión le permiten al platino soportar la acción abrasiva del vidrio fundido en su proceso de producción. Debido a que no reaccionan con el vidrio y no se oxidan a altas temperaturas, el platino y las aleaciones del platino se utilizan en los equipos de fabricación de varios tipos de vasijas. En general, mientras más corrosivo es el vidrio, mayor es la cantidad de platino que se requiere.

Las pantallas de cristal líquido (LCD) y la fibra de vidrio son los principales impulsores de la demanda de platino en la industria del vidrio. Estos segmentos son además los más intensivos en uso del metal por unidad de vidrio producido.

En la industria del vidrio, el platino tiene riesgo de ser sustituido por otros metales. En particular, los principales sustitutos al platino en este sector son otros MGP, particularmente el paladio.

Petróleo

El reformado catalítico es un proceso importante dentro de la refinación de petróleo y se utiliza para convertir nafta de bajo octanaje en componentes para mezcla de gasolina de alto octanaje. Los procesos de reformado utilizan catalizadores de platino en una malla y dan cuenta del 5% del total de la demanda para fabricación de 2017. Existen otras tecnologías que pueden separar el crudo, pero actualmente los procesos catalíticos que utilizan platino son más económicos y amigables con el medio ambiente.

Al igual que en otros procesos catalíticos, en el refinado de petróleo se consume totalmente una fracción del platino desgastado, ya el metal es normalmente recuperado, reciclado y reutilizado. Esto hace que la demanda de platino en la industria del petróleo sea altamente volátil.

Artículos eléctricos

El platino cuenta con una amplia variedad de aplicaciones en los sectores de electricidad y electrónica, que representaron en conjunto aproximadamente el 3% de la demanda total de fabricación en 2017. Estas aplicaciones incluyen termopares para medir la temperatura en las industrias de vidrio, acero y semiconductores, y detectores infrarrojos para aplicaciones militares y comerciales. El platino también se emplea en cables y contactos eléctricos para el uso de éstos en ambientes corrosivos o de alta tensión y en condensadores cerámicos. Sin embargo, la mayor área de uso del platino en estos sectores está en las unidades de disco duro de alta densidad para computadores (HDD, por su sigla en inglés), donde el metal juega un importante papel como componente de revestimientos magnéticos.

Otros

Otros usos en donde el platino es requerido, si bien son menores y representaron en conjunto un 7% de la demanda total en 2017 son los componentes no catalíticos para automóviles, sistemas de control de emisiones para vehículos todo terreno, prótesis dentales, aplicaciones médicas y aspas de turbinas para motores de avión.

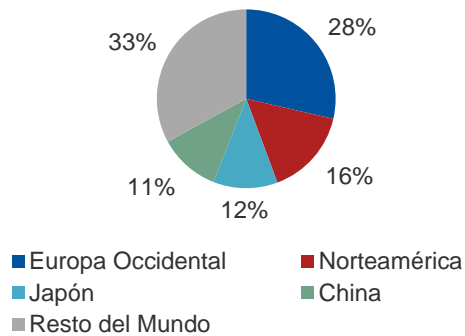
Inversión

Al igual que otros *commodities* como el oro y la plata, el platino se utiliza también como forma de inversión. A diferencia de la mayor parte de la demanda para fabricación, la demanda por platino como inversión dependerá principalmente del precio del metal y de cómo el mercado especulativo espera que éste se comporte. Al mismo tiempo, cada inversionista se puede comportar de manera distinta según su motivación para invertir en platino. Algunos pueden querer lograr una ganancia rápida y otros esperar retornos en el largo plazo, así como también pueden existir aquellos que busquen simplemente diversificar su portafolio.

En cuanto al riesgo de sustitución, éste es bastante difícil de medir. Dependiendo de lo que el inversionista busque podría ser sustituido por otros metales de alto valor unitario – como por ejemplo, el oro.

Figura 2 Demanda total por país, 2017

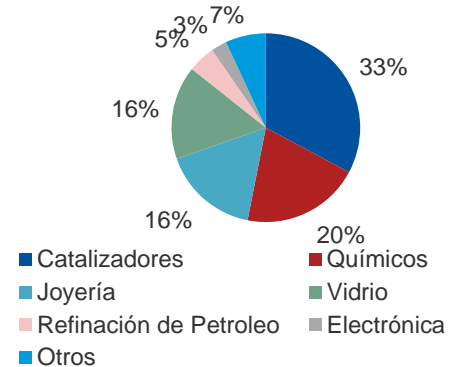
Demanda total: 10.029 koz



Fuente: CRU

Figura 3 Demanda total por sector, 2017

Demanda total: 10.029 koz



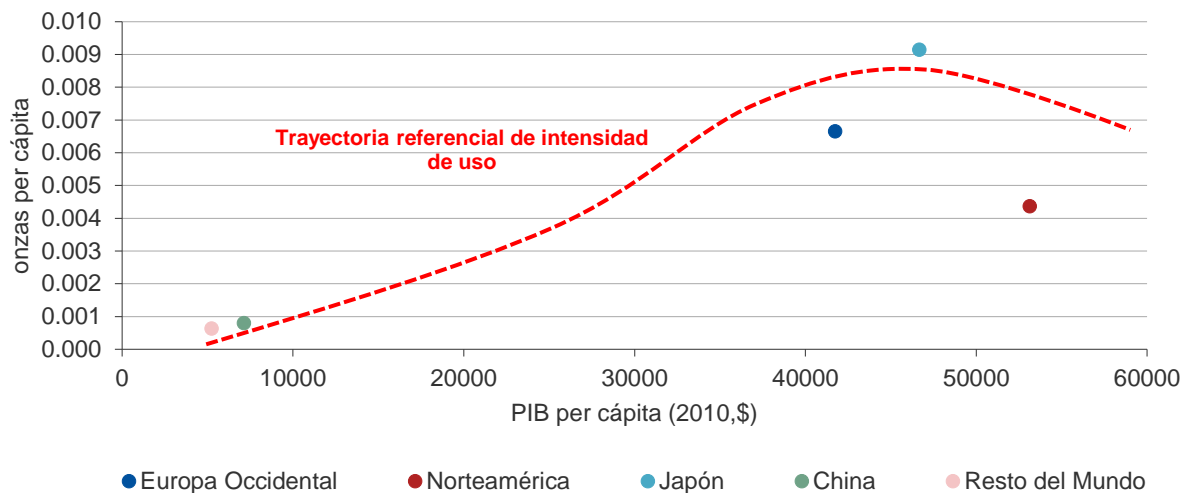
Fuente: CRU

1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del platino

Debido al alto valor del platino por unidad de volumen, los distintos sectores que utilizan el metal tienden a recuperarlo y reutilizarlo internamente dentro de sus procesos. Cabe notar que, sin embargo, este volumen reciclado del metal nunca llega al mercado abierto de platino, donde el uso del metal en la industria del vidrio, petróleo y químicos son ejemplos de material que periódicamente debe ser devuelto a los fabricantes para retratamiento. Por el otro lado, el platino en catalizadores ya en el fin de su vida útil y en circuitos electrónicos viejos encuentra su camino a las refinerías de metales preciosos a través de la vía convencional de la chatarra. Para ambos casos, el ciclo de vida del platino presenta un ciclo de vida muy particular, dado que cuando es dejado de utilizar, el metal será muchas veces reutilizado posteriormente.

Con respecto a la intensidad de uso del platino en una economía, cabe resaltar que esta es mayor en aquellas economías industrializadas, sobre todo aquellas con industrias automotrices potentes como la japonesa y la europea y química como la norteamericana. Adicionalmente, estas economías cuentan con una mayor disponibilidad de chatarra, lo cual incrementa la disponibilidad de platino para el uso en las diversas industrias.

Figura 4 Intensidad de uso según PIB per cápita en 2017



Fuente: CRU

1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda del platino

Sustitución

El principal riesgo de sustitución del platino está en la industria automotriz, en donde su uso ha venido progresivamente siendo sustituido por el paladio, otro metal del grupo de los MGP. Hoy en día, el platino puede ser sustituido en una proporción cada vez mayor por el paladio hasta acercarse a una relación de 1:1 onza, lo cual ha fortalecido la demanda por paladio en este segmento. Adicionalmente, el paladio es significativamente más barato que el platino, siendo el precio promedio del paladio durante el periodo 2008-2017 de 660\$/oz comparado con los 1.459\$/oz del platino. Lo anterior, sumado al hecho que se esperan precios del platino al alza a 2035, suponen una sustitución creciente de este por el paladio en su principal sector consumidor.

En cuanto a la sustitución del platino en joyería, el oro actúa como principal sustituto. Sin embargo, dicha sustitución se lleva a cabo como una respuesta a cambios inmediatos – o de corto plazo – en los precios de ambos metales.

Elasticidad de la demanda de platino

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 platino, los cuatro factores de análisis de la teoría marshalliana se comportan de la siguiente manera:

Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, platino

Factor de análisis	Características específicas del platino
Usos principales	Catalizadores, joyería, producción de amoníaco, vidrio, artículos electrónicos
Baja sustituibilidad	No. Puede ser sustituido de forma creciente por el paladio en catalizadores de automóviles y por el oro en la joyería.
Participación de bajo valor	Si en la industria de catalizadores y No en joyería
Baja elasticidad de la oferta de sustitutos	La oferta del paladio proviene de la misma fuente que el platino
Baja elasticidad precio final	Sí

Fuente: CRU

1.1.4. Demanda histórica del platino

Principales consumidores por actividad económica en los últimos diez años

Tal como se plantea en la sección “Determinantes de la demanda de platino y usos finales” de este reporte, los principales sectores económicos ligados al consumo de platino son el automotriz,

químico y de joyería, seguido por su uso para en la producción de vidrio y artículos electrónicos. Dado que el platino 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 platino

En esta sección se presentan los principales países y/o regiones consumidoras de platino 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.

Producto de su amplia variedad de usos, la demanda de platino no se caracteriza por ser dependiente de un sector o zona geográfica específica, lo cual la hace significativamente estable y resiliente a los vaivenes de los mercados globales. Sin embargo, el segmento de consumo más importante es el de catalizadores para automóviles en Europa Occidental; segmento que totalizó 1.776 koz de platino en 2017, equivalente a un 17% de la demanda total. Esta importancia del sector automotriz europeo en la demanda global se hizo sentir en 2009, año en donde la crisis financiera golpeó fuertemente a los mercados europeos, disminuyendo su demanda de platino en un 51% comparado con el año anterior, lo cual se reflejó en una baja de un 11% en la demanda global de platino entre 2008 y 2009.

Sin embargo, cabe destacar que la demanda global de platino ha estado dominada por 4 grandes sectores de consumo durante el periodo 2008-2017. En su conjunto, estos cuatro sectores representaron un 85% de la demanda den 2017, siendo el principal el de los catalizadores para automóviles (33%), seguido por el Químico (20%), Joyería (16%) y Vidrio (16%). Adicionalmente, de los cuatro segmentos mencionados todos crecieron durante el periodo 2008-2017 excepto el segmento de catalizadores para automóviles; el sector químico fue el de mayor crecimiento interanual compuesto (3,3%), seguido por la joyería (2,2%) y el vidrio (1,9%). El sector de catalizadores para automóviles tuvo un descenso anual compuesto de un 1,2% durante el mismo periodo.

En línea con el párrafo anterior, cabe resaltar que en Europa Occidental la demanda del sector automotriz es por lejos el sector dominante en lo que respecta a la demanda total de platino, representando un 62% de la demanda total. Sin embargo, si bien la demanda del sector automotriz se ha recuperado desde lo mínimos de 2009, esta no ha logrado volver a los niveles de 2008, año en donde esta alcanzó las 1.970 koz (vs 1.776 koz en 2017). Un factor a tomar en cuenta en esta tendencia es la creciente legislación europea de control de emisiones de dióxido de carbono, la cual ha obligado a los productores de automóviles a implementar nuevas tecnologías de control

de emisiones como los “sistemas selectivos de reducción catalítica”, los cuales en promedio requieren un 20% menos de platino que la tecnología LNT previamente utilizada.

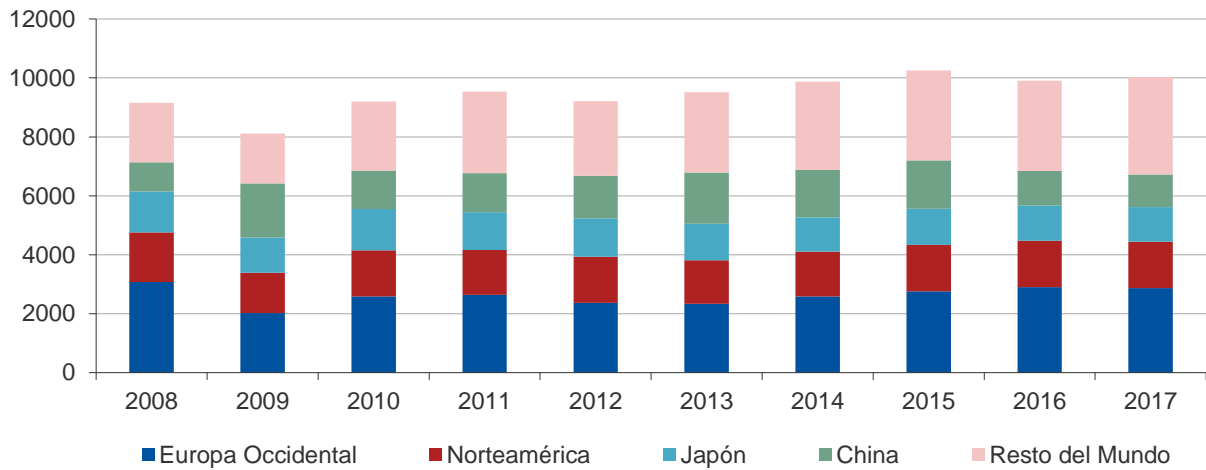
En Norteamérica, la demanda de platino alcanzó las 1.578 koz en 2017. A diferencia de Europa Occidental, el consumo de platino en Norteamérica está significativamente más balanceado entre diferentes sectores, siendo la industria química el principal demandante con 503 koz, seguido por los catalizadores para automóviles (320 koz) y la joyería (238 koz). Cabe resaltar que, si bien tanto la demanda por parte de los sectores químico como de joyería aumentaron en un 11% y 22% respectivamente en 2017 con respecto a 2008, no fue suficiente para contrarrestar el fuerte descenso de un 37% en el consumo por parte del sector automotriz, lo cual causó un descenso de un 7% en la demanda total hasta alcanzar las 1.578 koz en 2017 (vs 1.690 koz en 2008).

Japón, el tercer mayor consumidor de platino a nivel global tuvo el descenso más importante en su demanda entre los principales consumidores durante el periodo 2008-2017. Con un total de 1.116 koz en 2017 (-16% vs 2008), la demanda japonesa se ha visto afectada principalmente por un menor consumo por parte del sector automotriz, el cual ha mostrado un descenso anual de un 4,9% en su consumo de platino entre 2008-2017, en línea con las bajas ventas de automóviles que ha visto la industria japonesa durante los últimos años.

China, el principal mercado para la joyería de platino a nivel global, alcanzó una demanda total de platino de 1.112 koz en 2017, en donde la industria de la joyería representó un 86% del total con 951 koz consumidas. Sin embargo, este mercado ha sido el principal responsable del descenso en la demanda global de platino desde 2015, ya que la demanda de platino por parte de la industria de joyería china pasó de 1.498 koz en 2015 a 951 koz en 2017; esto equivale a una contracción de 37% en solo dos años. Lo anterior se explica en gran parte por el enfriamiento en el crecimiento de la economía china, sumado a un cambio en las preferencias en los consumidores chinos, quienes han disminuido su apetito por bienes de lujo.

Gran parte del crecimiento en la demanda de platino durante el periodo 2008-2017 tuvo lugar en el resto del mundo, en donde la demanda tuvo un incremento anual de un 5,7% hasta alcanzar las 3.305 koz en 2017 (vs 2.015 koz en 2008). Entre los segmentos más destacados de este crecimiento se encuentran el sector de aplicaciones menores, el cual tuvo un incremento de un 295% en su demanda entre 2008-2017, seguido por el sector joyería, con un aumento de un 225% en su demanda durante el mismo periodo.

La demanda global de platino durante el periodo 2008-2017 alcanzó su máximo en 2015, con un volumen total de 10.253 koz. Lo anterior se produjo principalmente gracias a importantes crecimientos en la demanda ese año del sector automotriz europeo y el productor de vidrios japonés (pantallas LCD principalmente), los cuales aumentaron su demanda en 196 koz y 85 koz respectivamente.

Figura 5 Demanda histórica de platino, 2008-2017 (miles de onzas)

Fuente: CRU

Tabla 2 Demanda histórica del platino, 2008-2017 (miles de onzas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Europa Occidental	3.070	2.020	2.585	2.640	2.373	2.341	2.589	2.760	2.903	2.868	-0,8%
Norteamérica	1.690	1.365	1.565	1.525	1.555	1.476	1.515	1.579	1.572	1.578	-0,8%
Japón	1.385	1.200	1.400	1.275	1.312	1.236	1.161	1.228	1.196	1.166	-1,9%
China	995	1.835	1.300	1.330	1.443	1.734	1.610	1.634	1.170	1.112	1,2%
Resto del Mundo	2.015	1.695	2.355	2.765	2.532	2.725	2.999	3.052	3.064	3.305	5,7%
Total Mundial	9.155	8.115	9.205	9.535	9.215	9.512	9.874	10.253	9.905	10.029	1,0%
% cambio anual		-11,4%	13,4%	3,6%	-3,4%	3,2%	3,8%	3,8%	-3,4%	1,3%	

Fuente: CRU

1.1.5. Proyección de demanda del platino

Escenario – Continuidad

El consumo global de platino está pronosticado a crecer hasta las 13.356 koz en 2035 (+33% vs 2017). Si bien todos los sectores de consumo de platino aumentarán durante el periodo, los sectores consumidores importantes como los catalizadores para automóviles y joyería verán crecimientos menos significativos que el resto. Lo anterior, se explica en parte por un mayor rechazo a nivel global hacia los vehículos diésel, cuya imagen se ha visto afectada por escándalos como el de la empresa Volkswagen ocurrido en 2015; a lo cual se suma un creciente *lobby* favorable a los autos eléctricos, con ejemplos como el de la empresa Volvo, quien anunció que a partir de 2019 solo producirá autos eléctricos e híbridos. La joyería, por su parte, al ser un bien de lujo, es significativamente más sensible a la variabilidad en los precios, los cuales están pronosticados al alza durante el periodo 2018-2035.

En línea con lo anterior, se espera que durante el periodo 2018-2035 el sector consumidor con el mayor incremento interanual en su demanda sea el eléctrico (2,7%), seguido por el vidrio (2,3%), otros (2,2%), químico (2,2%), petróleo (1,6%), automotriz (1,2%) y joyería (0,8%).

Adicionalmente, se espera que las economías desarrolladas cedan terreno frente al mundo en desarrollo en el consumo de platino, con Norteamérica, Europa Occidental y Japón pasando de representar en conjunto un 56% de la demanda total en 2017 a un 46% en 2035. China, mostrará un leve incremento en su consumo total, pasando de representar un 11% de la demanda global en 2017 a un 12% en 2035. Sin embargo, el mayor incremento tendrá lugar en el resto del mundo, cuyo consumo pasará de representar un 33% en 2017 a un 43% en 2035.

Son precisamente economías emergentes como China e India quienes liderarán el crecimiento en el sector automotriz durante el periodo. Dado que ambos países han comenzado a aplicar restricciones a las emisiones de dióxido de carbono cada vez más altas, en línea con los estándares europeos, sumado al crecimiento de sus economías y de sus industrias automotrices, habrá un mayor consumo de platino por parte de este sector a futuro. Precisamente el consumo en el sector de catalizadores para automóviles chino mostrará un crecimiento interanual de un 5,5% durante el periodo, comparado con un global de 1,6%. En la vereda opuesta, Europa Occidental y Japón verán leves disminuciones en su demanda (-0,07% y -0,08% respectivamente), en línea con una incipiente transición hacia vehículos en base a combustibles menos contaminantes.

En línea con lo anterior, un segmento creciente dentro de la industria automotriz como lo son los vehículos de celda de combustible tiene un elevado consumo de platino y se espera aumenten su peso en la flota de vehículos a futuro más allá del horizonte de tiempo que el estudiado en este reporte. Este tipo de vehículos tiene un elevado consumo de platino, hasta alcanzar ~ 30 gr por vehículo. Este volumen, si bien se espera que disminuya en el largo plazo hasta el rango de 15-20 gr por vehículo, representará un incremento progresivo en el consumo de platino, ya que este tipo de vehículos pasará a representar un 2% de las ventas totales de automóviles en 2030, comparado con un 0,1% en 2017.

La demanda futura de platino por parte del sector joyería continuará estando dominada por China. En línea con lo anterior, si bien este sector es significativamente más sensible al alza de precios del platino con respecto al resto, el descuento favorable del platino frente al precio del oro lo seguirá volviendo más atractivo. Es por esto que se espera que China aumente su importancia en el consumo global neto de platino destinado a la joyería, pasando de representar un 57% de la demanda total en 2017 a un 62% en 2035.

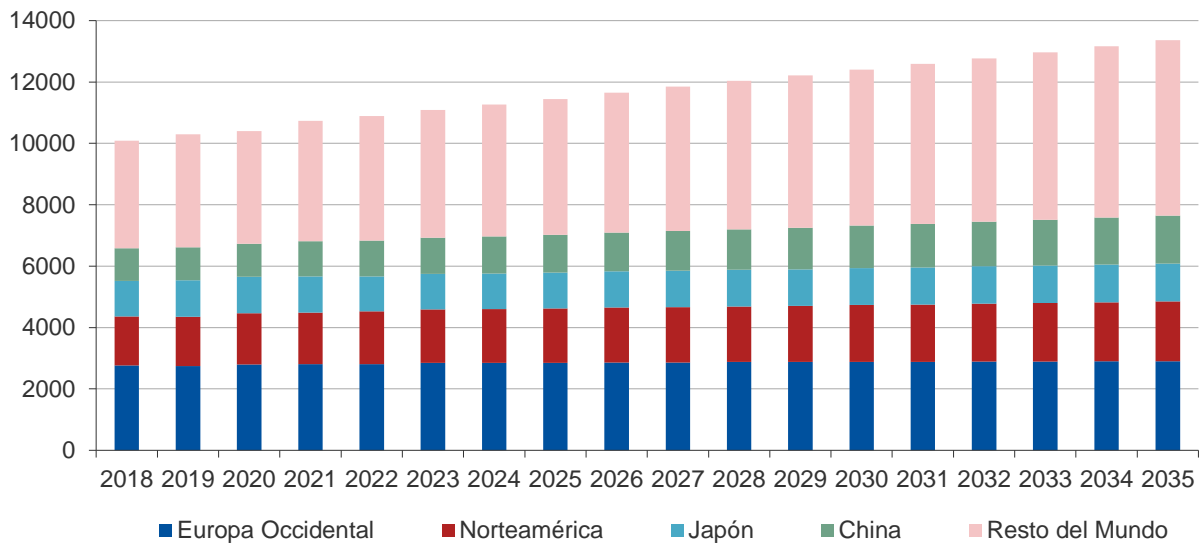
Con respecto a los sectores del vidrio y petróleo, estos se espera que vean aumentos en capacidad de producción a futuro, incrementando su consumo de platino. El primero, se verá impulsado por

una tendencia generalizada hacia la digitalización en economías en desarrollo, por lo que sectores como las pantallas LCD de alta definición incrementarán su producción, principalmente en regiones como Asia. El segundo, beneficiado por mejores precios del petróleo en los últimos años, sumado a una masificación de la producción de combustibles fósiles no convencionales como el petróleo de esquisto o “*shale oil*”, tendrá un efecto positivo en el consumo de platino por parte de las refinerías, principalmente en el resto del mundo.

El sector químico se verá impulsado por aumentos en capacidad de producción de amoníaco, su principal sector demandante, en regiones como CIS, Medio Oriente y EEUU. Precisamente regiones como Norteamérica y el resto del mundo verán los crecimientos más significativos en su demanda por parte del sector químico a 2035, con incrementos interanuales de 1,7% y 3,16% respectivamente.

Por último, el sector eléctrico verá el incremento más significativo en su consumo, impulsado por una mayor demanda de productos electrónicos y tecnológicos a nivel global. En todas las regiones analizadas incrementará la demanda en este sector, siendo Europa Occidental la de mayor crecimiento, con un incremento compuesto interanual de un 6,5%, seguida por el resto del mundo (+3,1%), Japón (+2,1%) y Norteamérica (+1,42%).

Figura 6 Proyección de la demanda de platino, 2018-2035 (miles de onzas de platino)



Fuente: CRU

Tabla 3 Proyección de la demanda de platino, 2018-2035 (miles de onzas)

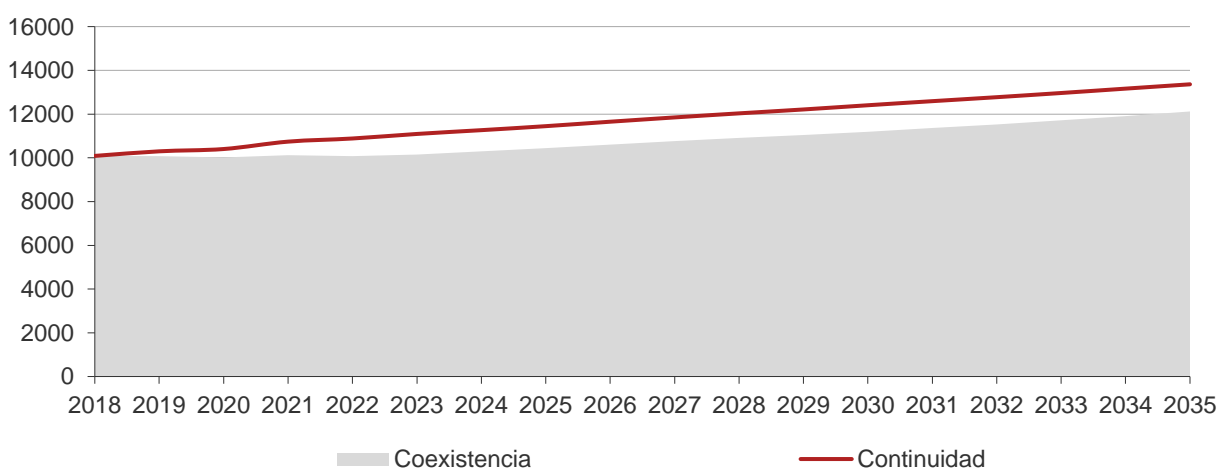
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Europa Occidental	2.764	2.746	2.796	2.806	2.812	2.849	2.845	2.852	2.863	2.864
Norteamérica	1.598	1.600	1.673	1.681	1.716	1.738	1.752	1.768	1.788	1.803
Japón	1.160	1.196	1.185	1.174	1.141	1.158	1.166	1.166	1.177	1.184
China	1.059	1.075	1.070	1.150	1.165	1.185	1.206	1.231	1.262	1.294
Resto del mundo	3.506	3.681	3.679	3.923	4.055	4.161	4.297	4.431	4.560	4.702
Total mundial	10.087	10.298	10.403	10.735	10.889	11.091	11.265	11.447	11.651	11.847
% cambio anual		2,09%	1,02%	3,19%	1,44%	1,86%	1,57%	1,62%	1,78%	1,68%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Europa Occidental	2.876	2.877	2.883	2.883	2.894	2.895	2.900	2.901	0,3%
Norteamérica	1.814	1.829	1.849	1.865	1.886	1.902	1.924	1.947	1,2%
Japón	1.190	1.191	1.207	1.208	1.215	1.226	1.231	1.232	0,4%
China	1.320	1.352	1.384	1.421	1.454	1.492	1.530	1.569	2,3%
Resto del mundo	4.833	4.963	5.081	5.212	5.324	5.451	5.578	5.707	2,9%
Total mundial	12.033	12.211	12.404	12.591	12.772	12.964	13.163	13.356	1,7%
% cambio anual	1,57%	1,48%	1,58%	1,50%	1,44%	1,50%	1,54%	1,47%	

Fuente: CRU

Escenario 2 – Coexistencia

La demanda de platino en el escenario de Coexistencia es menor al escenario Continuidad durante todo el periodo 2018-2035. Lo anterior se explica en gran medida por un mayor lobby anti-diesel, afectando el consumo de catalizadores, principal sector consumidor de platino. También se prevé que la principal disminución en la demanda de platino provenga del sector joyería, en respuesta a una mayor consciencia de la población respecto a las consecuencias medioambientales de la extracción minera de metales preciosos con fines de lujo.

Figura 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)

Fuente: CRU

Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)

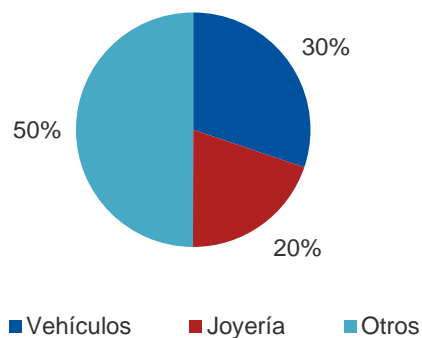
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	10.087	10.298	10.403	10.740	10.884	11.091	11.265	11.447	11.651	11.847
Coexistencia	10.087	10.077	10.015	10.124	10.073	10.156	10.289	10.441	10.607	10.770
Diferencia*	-	-221	-387	-615	-811	-935	-976	-1.007	-1.044	-1.077

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	12.033	12.211	12.404	12.591	12.772	12.964	13.163	13.361	1,7%
Coexistencia	10.909	11.046	11.193	11.363	11.533	11.715	11.911	12.119	1,1%
Diferencia*	-1.124	-1.165	-1.211	-1.227	-1.239	-1.249	-1.252	-1.242	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad
Fuente: CRU

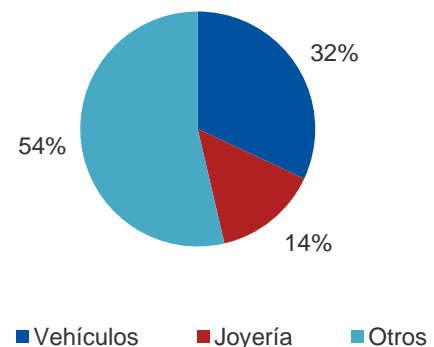
En línea con lo anterior, se espera que el sector de la joyería sea el más afectado con respecto a su consumo de platino bajo el escenario Coexistencia. Asimismo, gran parte de la demanda futura provendrá de otros sectores consumidores como el Químico, vidrio y electrónico.

Figura 8 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el platino – Caso Continuidad



Fuente: CRU

Figura 9 Demanda promedio 2018-2035 sector para el platino – Caso Coexistencia

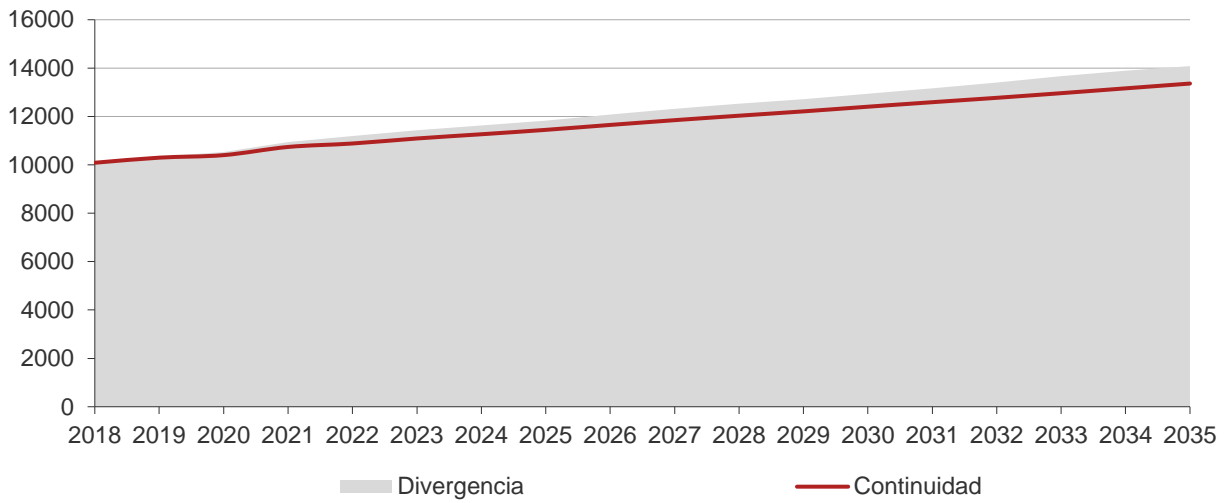


Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

A diferencia del escenario de Coexistencia, el escenario de Divergencia verá un aumento sostenido en la demanda de platino, mayor durante prácticamente la totalidad del periodo a la del escenario Continuidad. Esto se explica en gran medida por un crecimiento económico sostenido durante todo el periodo, el cual sumado a una menor consciencia ambiental y mayor apetito por bienes de lujo, dará un importante impulso a sectores como el diesel y la joyería, los cuales son grandes consumidores de platino. En línea con lo anterior, a 2035 el escenario de divergencia tendrá una demanda mayor en 721 koz a la del escenario de Continuidad.

Figura 10 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)



Fuente: CRU

Tabla 5 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)

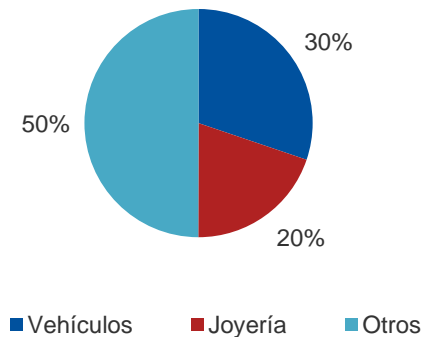
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	10.087	10.298	10.403	10.740	10.884	11.091	11.265	11.447	11.651	11.847
Divergencia	10.087	10.350	10.533	10.936	11.192	11.428	11.625	11.833	12.079	12.314
Diferencia*	-	52	131	196	308	337	360	385	427	466

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	12.033	12.211	12.404	12.591	12.772	12.964	13.163	13.361	1,7%
Divergencia	12.524	12.713	12.938	13.162	13.405	13.662	13.898	14.082	2,0%
Diferencia*	491	502	534	571	633	698	735	721	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

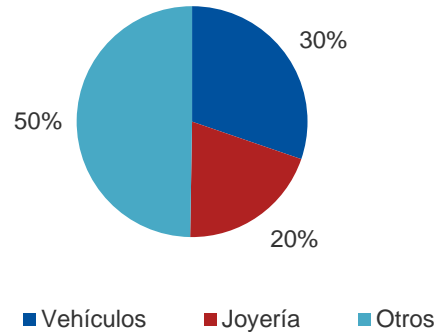
Fuente: CRU

Figura 11 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el platino – Caso Continuidad



Fuente: CRU

Figura 12 Demanda promedio 2018-2035 sector para el platino – Caso Divergencia



Fuente: CRU

En el escenario de divergencia se observa que la proporción de la demanda por sector se mantendrá igual a la del escenario continuidad durante el periodo 2018-2035.

1.2. Oferta de platino

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

El platino presenta una ocurrencia muy baja en la corteza terrestre, siendo esta de sólo 5 ppb (partes por billón inglés, o miles de millones en español). Si bien la concentración del platino en la corteza es similar a la del oro, se suele considerar al platino como un metal más escaso que el oro. Esto se debe a que, de los depósitos de platino conocidos, muy pocos concentran la cantidad de metal suficiente para que su explotación minera sea económicamente factible. A pesar de esto el precio del oro ha estado ligeramente por sobre el del platino en el último tiempo, principalmente por el rol del oro en mercados especulativos que no se relacionan con su escasez a nivel geológico.

En la naturaleza el platino se encuentra asociado a otros metales del grupo del platino como el paladio y el rodio. Estos metales se encuentran tanto en depósitos primarios, es decir depósitos en los que la mineralización ocurrió en el mismo lugar en el que está, como en depósitos aluviales, donde el mineral ha sido sedimentado y transportado por flujos de agua. Los depósitos aluviales son de más fácil acceso y han sido en su mayoría explotados. La producción mundial hoy en día y la mayor parte de las reservas conocidas se encuentran en depósitos primarios, donde destacan depósitos de níquel y cobre con importantes concentraciones de MGP. Dada la baja ocurrencia del platino, existen eventos geológicos puntuales de los cuales depende su extracción hoy en día. Estos son el complejo de Bushveld en África, el complejo Norilsk-Talnakh en Rusia, Stillwater en Estados Unidos y la cuenca de Sudbury en Canadá.

Tabla 6 Reservas globales de metales del grupo de platino, 2008-2017 (toneladas)

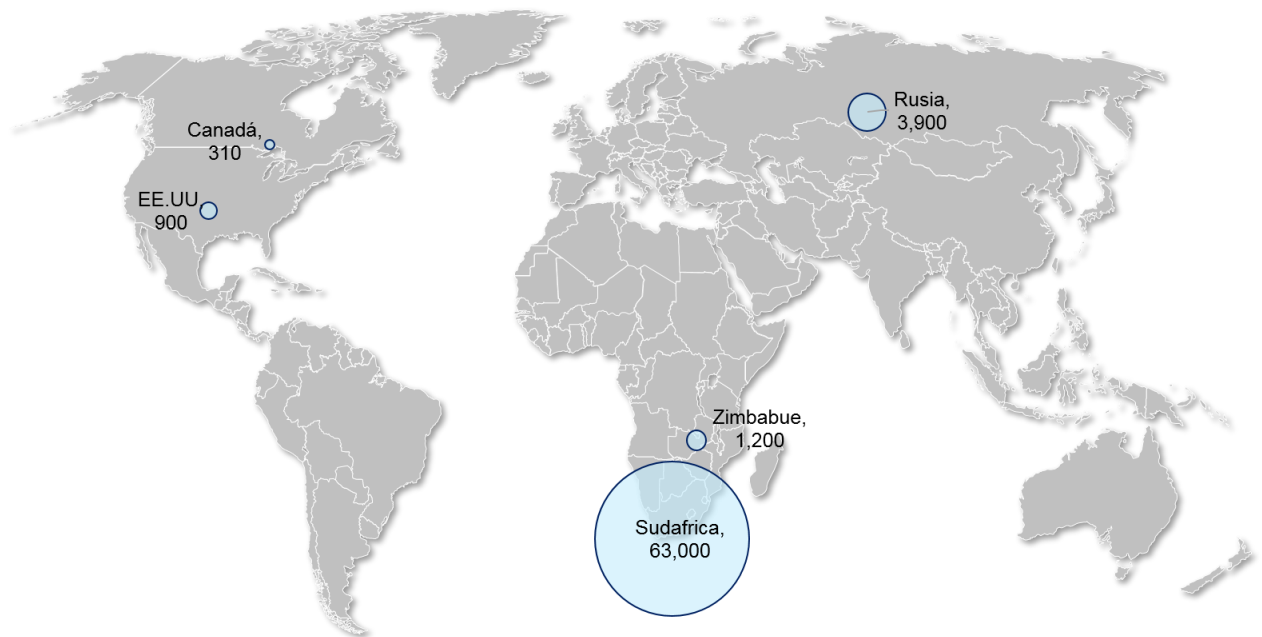
Reservas	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Sudáfrica	70.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	-1,2%
Rusia	6.600	6.200	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	3.900	-5,7%
Zimbabue	-	-	-	-	-	-	-	-	1.200	1.200	-
EE.UU	2.000	900	900	900	900	900	900	900	900	900	-8,5%
Canadá	390	310	310	310	310	310	310	310	310	310	-2,5%
Resto del mundo	850	800	800	800	800	800	800	800	-	-	-
Total mundial	79.840	71.210	66.110	66.110	66.110	66.110	66.110	66.110	66.510	69.310	-1,6%
<i>% cambio anual</i>		-11%	-7%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	4%	
Recursos	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	

Fuente: CRU

Las reservas globales de platino en 2017, según las estimaciones del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), alcanzan un total de 69.310 toneladas. Con respecto a los recursos totales, en 2017 los recursos identificados totalizan por lo menos 100.000 toneladas de Metales del Grupo de Platino a nivel global.

Cabe destacar que estas reservas están sumamente concentradas, con Sudáfrica representando un 91% del total.

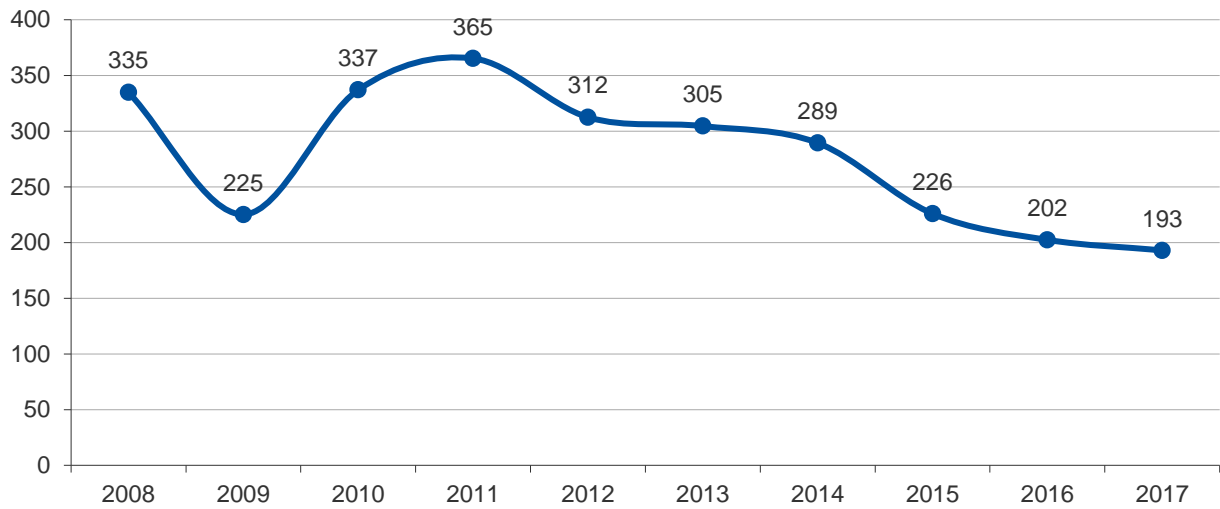
Figura 13 Mapa de las reservas de platino de los principales productores a 2017 (toneladas)



Fuente: USGS

El presupuesto de exploración es relativamente bajo producto de su bajo volumen de producción (en valor) en comparación con el total de la industria minera global. En general la exploración de platino está asociada a la exploración de los otros MPG, y estamos mostrando en esta sección la fracción atribuible a al platino mismo.

En línea con lo anterior, se observa que el gasto en exploración en yacimientos de platino ha visto una disminución progresiva durante el periodo 2008-2017. Con un máximo de 365 millones de dólares alcanzado en 2011, lo cual se alinea con el máximo de precios alcanzado ese mismo año de \$1.888/oz, el gasto en exploración ha venido decreciendo progresivamente hasta alcanzar los 193 millones de dólares en 2017.

Figura 14 Presupuestos de exploración del platino, 2008-2017 (MUS\$, real 2017)

Fuente: MinEx Consulting, CRU

1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento del platino

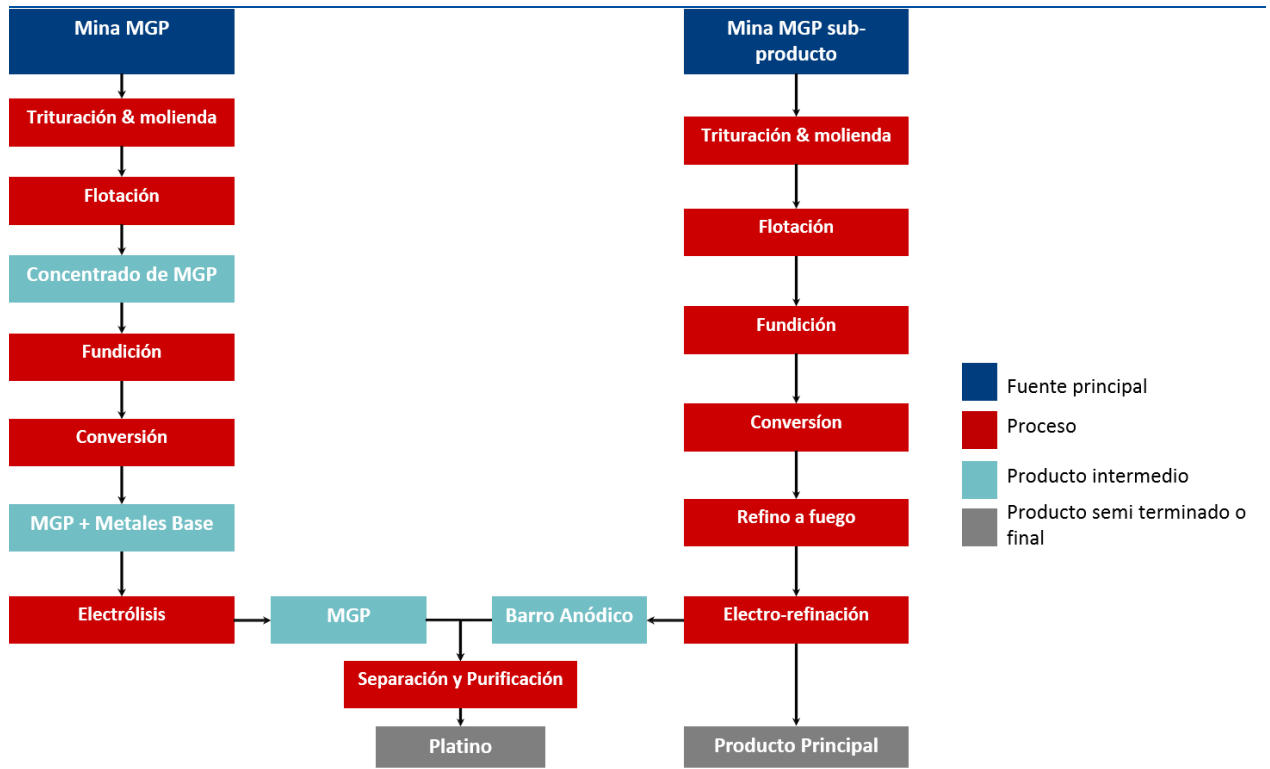
En cuanto a métodos de explotación, gran parte del platino producido hasta la primera mitad del siglo XX era extraído de depósitos aluviales a través de métodos artesanales. Fue el descubrimiento de grandes depósitos con altas concentraciones del metal como los de Sudáfrica lo que permitió que el platino se comenzara a explotar a gran y mediana escala a través de métodos mineros convencionales. Hoy en día el platino se explota tanto a cielo abierto como con métodos subterráneos. En este sentido, la mayor parte de los recursos conocidos se encuentran en el complejo de Bushveld en Sudáfrica, complejo que se caracteriza por su gran profundidad – por lo que gran parte se desarrolla a través de métodos subterráneos.

Una vez que el mineral es extraído de la tierra y fragmentado, pasa a un proceso de flotación a través del cual se aumenta la concentración de MGP en el producto. Este mineral concentrado es fundido a altas temperaturas para lograr una primera separación entre los metales con valor económico y el material sin valor. Luego se traspa a un convertidor donde el contenido de MGP aumenta aún más por tonelada tratada, para finalmente pasar a refinación. En la refinación se separan los MGP de los metales base como el cobre y el níquel a través de electrólisis. El último paso en la obtención del platino consiste en un complejo proceso de separación y purificación. En general el proceso de refinación requiere de una tecnología muy específica y compleja de manejar.

Por otro lado, existe una importante parte de la oferta proveniente del reciclaje de platino. Existe una fracción relevante de esta oferta secundaria que proviene de procesos industriales que reutilizan el metal internamente, no entrando abiertamente al mercado mundial de platino – no obstante, sigue siendo considerada parte de la oferta dado que es igualmente reutilizado posteriormente y formando parte del volumen de platino acumulado sobre la Tierra. Por el otro

lado, existe otra fracción de oferta secundaria de platino que sigue un proceso de reciclaje convencional. Es decir, es procesado en refinерías de metales preciosos que recuperan el metal de artículos desechados.

Figura 15 Métodos de procesamiento del platino



Fuente: CRU

1.2.3. Cadena de valor del platino

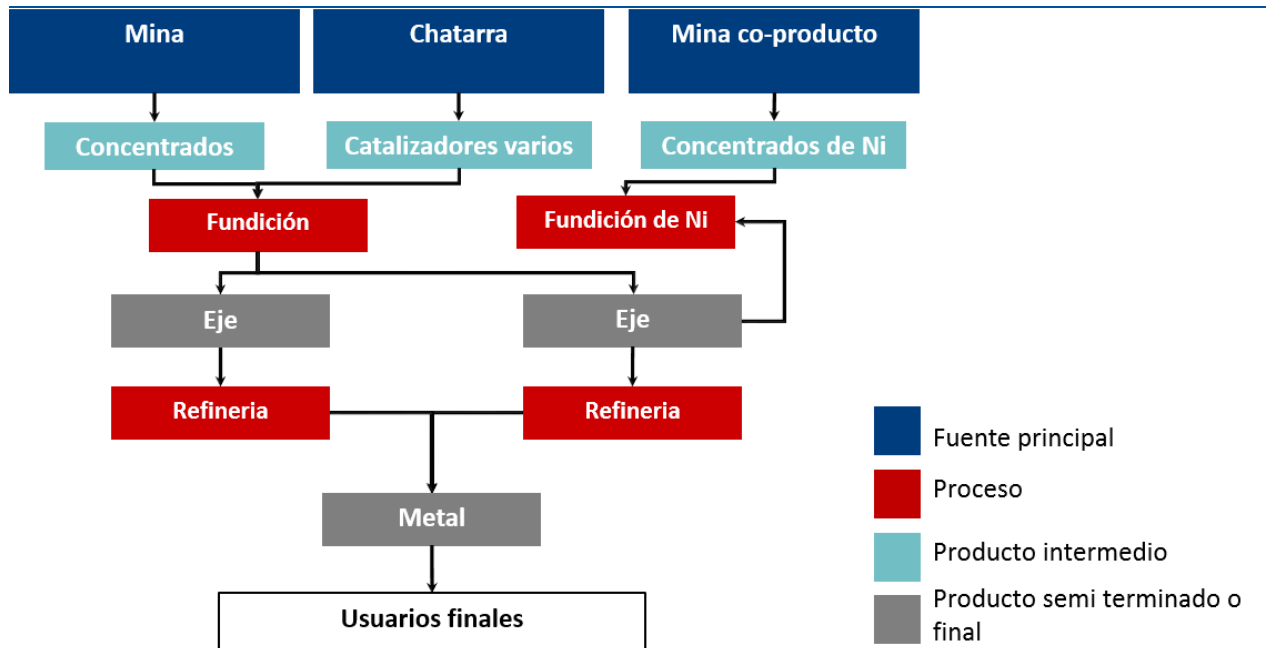
En 2017 un 58% de la producción total de platino provino de la minería, mientras que el 42% restante provino del reciclaje de chatarra.

Con respecto a la producción desde minería, alrededor del 71% de la producción mundial mina de platino proviene de Sudáfrica, específicamente del Complejo Bushveld.

En el caso del reciclaje de chatarra en 2017, del total de 4.374 koz de platino recicladas, la mayor cantidad provino de la industria química, la cual aportó con un 35% del total. Le siguieron los catalizadores (29,2%), vidrio (28,5%), Petróleo (5,7%) y eléctrico (1,6%).

Como se mencionó anteriormente, la refinación del concentrado de MGP es un proceso complejo y delicado. Como consecuencia gran parte de las compañías productoras cuenta con un proceso vertical integrado, haciéndose cargo del procesamiento completo del metal.

Figura 16 Cadena de valor del platino



Fuente: CRU

1.2.4. Costo de capital del platino

Basándose en el análisis de una muestra de 39 proyectos mineros a nivel global, CRU estima que la intensidad promedio de capital de un proyecto de platino en 2017 es de \$15.472 por tonelada. Naturalmente, la región de África y el Medio Oriente es la que concentró mayor capital en 2017, con un 89% del total y conformada exclusivamente por productores importantes de platino como Sudáfrica y Zimbabue. Adicionalmente, esta región se consolidó como aquella con los menores costos de producción, promediando 3,9\$/t comparado con el promedio global de 4,3\$/t.

Tabla 7 Costo de capital del platino, 2017

Región	US\$M	US\$/t
África & Medio Oriente	13.707	3,9
Australasia	226	7,5
Europa, Norte de África y Rusia	691	6,6
Norteamérica	848	6,1
Total mundial	15.472	4,33

Fuente: CRU

1.2.5. Comercialización del platino

Principales sectores importadores y usos de las importaciones de platino

Dada la naturaleza global del mercado del platino, 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 platino y usos finales” de este reporte. Para el caso del platino, éstos corresponden a la fabricación de productos varios en donde el platino cumple diversas funciones, desde agente catalizador de emisiones de automóviles hasta su uso en joyería producto de su belleza.

Importaciones y exportaciones por país

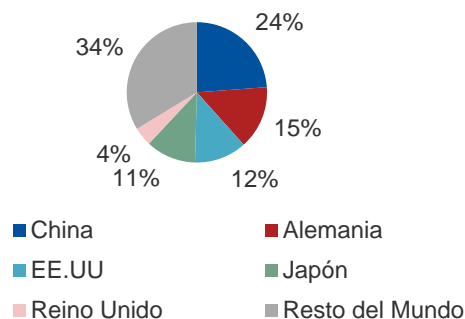
Teniendo en cuenta que la principal característica de los *commodities* es que el mercado trata a distintos productos como prácticamente equivalentes sin importar su precedencia, y que esta es la base para que se den dinámicas de mercado basadas en información global y no regional, esta sección muestra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

Los flujos comerciales del platino, así como la mayoría de los metales preciosos, tienen dinámicas propias distintas al resto de los *commodities*. Factores como la limitada y concentrada oferta en pocos productores, una alta demanda para diferentes usos a nivel mundial y sobre todo el alto volumen de inventarios acumulados “sobre-tierra” producto del alto valor del platino, influyen en que las importaciones y exportaciones de platino no tengan una relación directa con las dinámicas de oferta y demanda. Es por esto que las importaciones solo pueden ser usadas como un *proxy* de la demanda de aquel año, al incluir estos inventarios acumulados durante años previos. Adicionalmente, la mayoría de los productores sudafricanos envían el platino metálico al Reino Unido o Suiza primero, desde donde se exporta al resto de Europa y Asia. Esta dinámica produce un elemento de doble conteo cuando el metal cruza fronteras, por lo que las exportaciones tienden a ser significativamente diferentes a la oferta.

A raíz de lo anterior, los volúmenes comercializados de platino tienden a ser utilizados como indicadores de variaciones súbitas en el precio (generalmente a nivel local), o para entender el impacto que cambios en las tarifas comerciales tienen en la demanda de algunos países.

Figura 17 Importaciones de platino, 2017

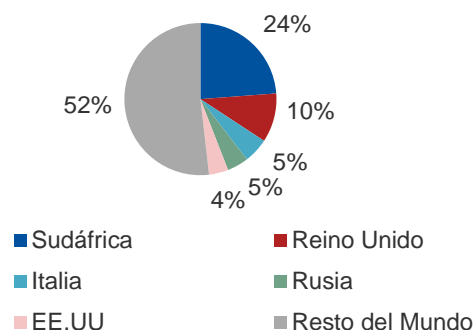
Importaciones totales: 11.789 koz



Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU.

Figura 18 Exportaciones de platino, 2017

Exportaciones totales: 16.266 koz



Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU.

Importaciones de platino

Las importaciones de platino en 2017 alcanzaron un total de 11.789 koz. En línea con los principales sectores consumidores, países con importantes industrias automotrices, de joyería y química se posicionaron en 2017 como los principales importadores a nivel mundial. China, responsable de un 24% de las importaciones totales en 2017, se consolidó como el principal importador de platino con un total de 2.807 koz importadas ese mismo año. Cabe resaltar que Hong Kong por si solo representó un 52% de las importaciones totales chinas, con un total de 1.471 koz el mismo año.

Alemania, con 1.717 koz ocupó el segundo lugar entre los principales importadores de platino en 2017. La siguieron EEUU, Japón y el Reino Unido con 1.421 koz, 1.359 koz y 513 koz respectivamente.

Tabla 8 Importaciones de platino, 2008-2017, (miles de onzas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	1.350	1.416	1.896	2.112	2.285	2.922	2.433	2.714	2.084	2.807	8,5%
Alemania	1.185	1.084	1.084	1.028	875	461	1.091	1.582	1.643	1.717	4,2%
EE.UU.	1.780	658	583	1.425	1.284	1.085	1.262	1.142	1.054	1.421	-2,5%
Japón	2.275	1.816	1.619	1.879	1.410	1.475	515	1.503	1.398	1.359	-5,6%
Reino Unido	354	755	869	1.805	697	954	867	438	2.999	513	4,2%
Resto del Mundo	8.745	5.766	2.725	3.408	2.212	2.075	1.991	1.623	2.834	3.972	-8,4%
Total mundial	15.689	11.496	8.775	11.657	8.763	8.972	8.158	9.002	12.012	11.789	-3,1%
% cambio anual		-26,7%	-23,7%	32,8%	-24,8%	2,4%	-9,1%	10,3%	33,4%	-1,9%	

Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU.

Exportaciones de platino

Las exportaciones globales de platino en 2017 estuvieron dominadas por el principal productor del mineral, Sudáfrica. Con un total de 3.038 koz exportadas en 2017, Sudáfrica representó un 19% de las exportaciones totales. Sin embargo, cabe destacar que países que no producen platino como el Reino Unido e Italia, se posicionaron como el segundo y tercer exportador a nivel global. Esto, y en línea como se explicó previamente, se debe principalmente a la estructura del mercado en donde gran parte del platino producido en Sudáfrica se re-exporta desde países europeos, para luego ser exportado al resto del mundo.

Tabla 9 Exportaciones de platino, 2008-2017, (miles de onzas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Sudáfrica	8.610	5.790	5.407	3.127	3.604	1.748	1.515	3.151	2.095	3.038	-10,9%
Reino Unido	1.062	1.156	6.248	1.061	1.296	1.139	1.926	1.423	1.778	1.697	5,3%
Italia	410	308	317	307	282	289	334	380	780	863	8,6%
Rusia	344	271	0	26	46	40	32	206	543	740	8,9%
EE.UU	770	328	634	505	451	468	665	510	515	667	-1,6%
Resto del Mundo	9.380	8.579	4.304	11.313	11.067	8.749	9.680	3.128	2.212	9.262	-0,1%
Total mundial	20.576	16.432	16.910	16.338	16.747	12.434	14.151	8.798	7.922	16.266	-2,6%
<i>% cambio anual</i>		-20,1%	2,9%	-3,4%	2,5%	-25,8%	13,8%	-37,8%	-10,0%	105,3%	

Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU.

1.2.6. Producción histórica de platino

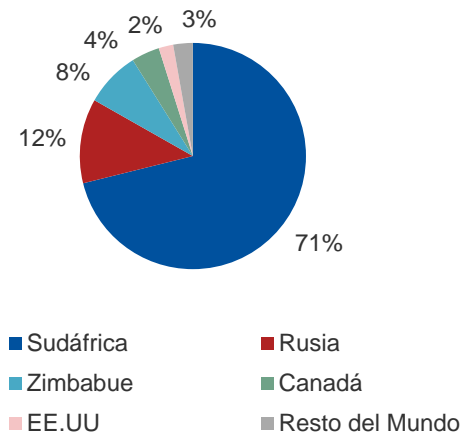
En 2017 la oferta a partir de minería, u oferta primaria, representó un 58% de la oferta total de platino con 6.050 koz producidas. El reciclaje de chatarra, también conocido como oferta secundaria, representó el restante 42% con 4.374 koz. Durante los últimos años la producción primaria ha tendido a disminuir en su aporte a la oferta total en comparación con la producción secundaria, pasando de ser un 63% de la producción total de 2008 al 58% mencionado en 2017. En línea con lo anterior, el reciclaje de chatarra tiene una capacidad de adaptación a cambios en el precio importante, siguiendo la misma tendencia que la producción mina durante el periodo. El hecho que la oferta secundaria haya aumentado responde principalmente a su mayor diversificación geográfica y por ende menor dependencia de unos cuantos productores como si es el caso de la producción mina

Sin embargo, llama la atención que si bien los precios bajaron en un 45% durante el periodo 2011-2017, la producción mina solo lo hizo en un 5%, pasando desde las 6.373 koz en 2011 a 6.050 koz en 2017. Esto se explica por la resiliencia que han logrado tener los productores sudafricanos y rusos, responsables de un 83% de la producción global en 2017, a la disminución del precio gracias a la devaluación que han tenido tanto el rand sudafricano como el rublo ruso frente al dólar estadounidense durante los últimos años. Lo anterior, les permitió a ambos países mantener sus

márgenes de rentabilidad a pesar de un precio alicaído, logrando mantener sus niveles de producción relativamente estables.

Figura 19 Producción por país, 2017

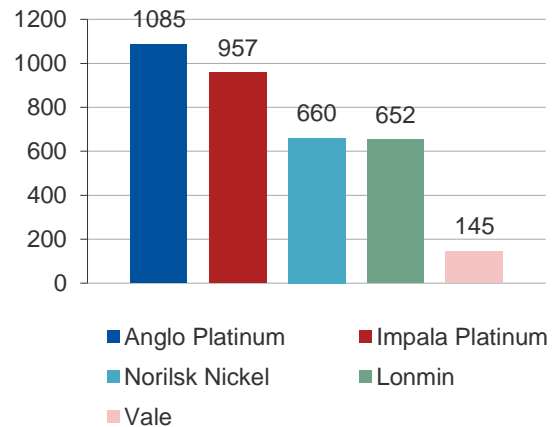
Producción total: 6.050 oz



Fuente: CRU

Figura 20 Producción por productor, 2017

Producción total: 3.500 oz



Fuente: CRU

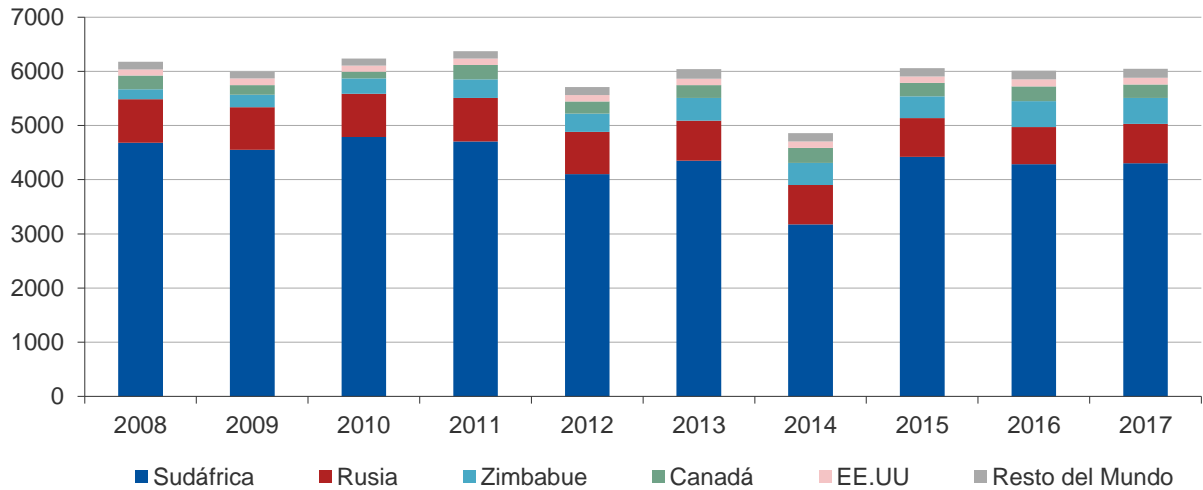
Sudáfrica cuenta con un rol clave en la oferta global de platino. Responsable de un 71% de la producción mina total en 2017, Sudáfrica es por un amplio margen el mayor productor de platino a nivel global, aportando 4.303 koz de las 6.050 koz producidas ese mismo año. Adicionalmente, esta dependencia de la oferta global de la producción sudafricana quedó plasmada en 2014, año en donde una huelga sin precedentes del sector minero sudafricano afectó a gran parte de las operaciones de tres de las mayores empresas productoras a nivel global: Anglo Platinum, Impala Platinum y Lonmin. Lo anterior, redujo la producción sudafricana en 1.176 koz, lo cual causó una reducción de un 20% en la producción global de platino, causando el mayor déficit anual en la historia del mercado del platino.

Rusia, el segundo mayor productor de platino a nivel global en 2017 alcanzó un volumen total de producción de 731 koz. Esta producción provino casi exclusivamente de las operaciones de Norilsk Nickel, tercera mayor empresa productora de platino a nivel global, con un volumen total de 660 koz provenientes de su yacimiento Taymy & Kola.

El tercer mayor productor a nivel global, Zimbabue, ha mostrado los índices de crecimiento más altos en su producción durante el periodo 2008-2017. Con una producción total de 477 koz en 2017, Zimbabue vio un aumento exponencial en su producción, mostrando un crecimiento de un 264% comparado con las 181 koz producidas en 2008. Sin embargo, cabe resaltar que la industria extractiva de platino en Zimbabue esta subdesarrollada, al ser prácticamente la totalidad de las empresas operadoras subsidiarias de empresas establecidas en su vecina Sudáfrica, las cuales

exportan el mineral de platino proveniente de Zimbabue para ser procesado y refinado en Sudáfrica.

Figura 21 Producción histórica de platino, 2008-2017 (miles de onzas)



Fuente: CRU

Tabla 10 Producción histórica de platino, 2008-2017 (miles de onzas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Sudáfrica	4.681	4.554	4.787	4.708	4.101	4.354	3.178	4.423	4.284	4.303	-0,9%
Rusia	807	786	802	801	780	738	727	713	688	731	-1,1%
Zimbabue	181	229	283	342	342	416	408	406	482	477	11,3%
Canadá	252	177	123	269	222	237	277	244	271	244	-0,3%
EEUU	115	123	111	119	118	120	118	118	125	126	1,0%
Resto del Mundo	141	127	132	134	147	176	154	155	161	169	2,1%
Total Mundial	6.176	5.997	6.239	6.373	5.709	6.041	4.861	6.059	6.011	6.050	-0,2%
% cambio anual		-3%	4%	2%	-10%	6%	-20%	25%	-1%	1%	

Fuente: CRU

1.2.7. Proyección de producción de platino

Escenario 1 - Continuidad

La producción mina de platino se ha visto afectada desde 2011 por múltiples factores adversos, lo cual ha alicaído a la industria, reduciendo los presupuestos de exploración de la mayoría de las empresas. No solo los bajos precios del periodo, los cuales se han reducido prácticamente a la mitad desde los \$1.719/oz en 2011 a \$948/t en 2017, sino que también múltiples interrupciones en el suministro (como la huelga sudafricana de 2014), no han propiciado un ambiente favorable para el desarrollo de nuevos proyectos. En línea con lo anterior, se espera que este ambiente se mantenga hasta por lo menos 2019.

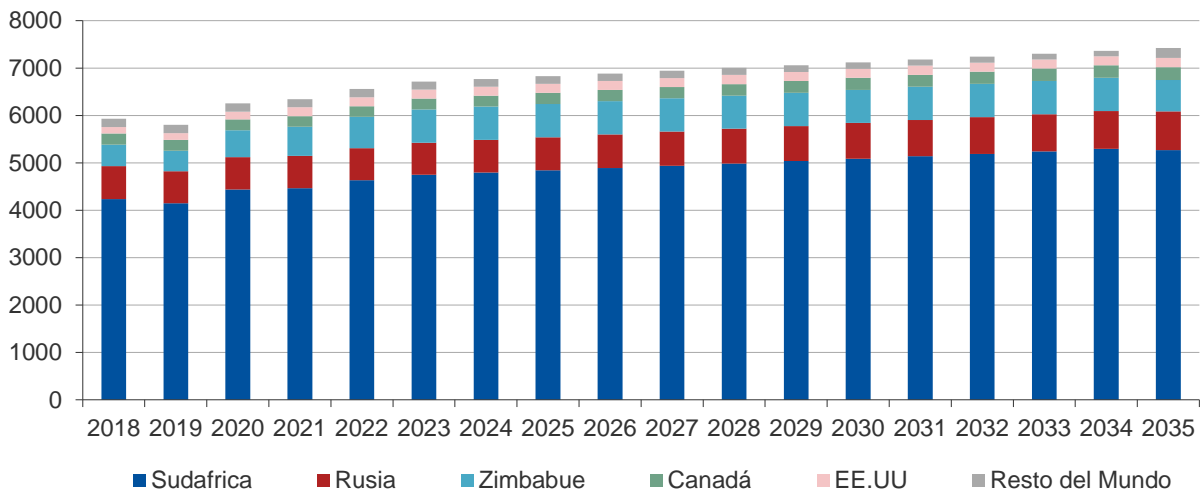
Sin embargo, a partir de 2020 se espera una reactivación en la producción global de platino, impulsada por la apertura o reactivación de múltiples minas en Sudáfrica y Zimbabue. En línea

con lo anterior, se espera que ambos productores africanos, incrementen de forma importante sus volúmenes de producción hasta alcanzar las 5.268 koz y 656 koz a 2035, lo cual representa aumentos respectivos de 22% y 37% comparado con las 4.303 koz y 477 koz de 2017.

Rusia, el segundo mayor productor a nivel global también verá un aumento importante en su producción hasta alcanzar las 821 koz en 2035, lo cual representa un aumento de un 12% comparado con las 731 koz producidas en 2017.

Canadá y EEUU también verán aumentos en su producción, aunque partiendo de bases bastante menores. Impulsados por los altos precios esperados del platino, se espera que ambos productores norteamericanos aumenten su producción en un 12% y 58% respectivamente, hasta alcanzar las 274 koz y 198 koz en 2035. El caso de EEUU específicamente verá un importante crecimiento en su producción debido a aumentos en la producción de minas como Stillwater y East Boulder.

Figura 22 Proyección de la producción de platino, 2018-2035 (miles de onzas de platino)



Fuente: CRU

Tabla 11 Proyección de la producción de platino, 2018-2035, (miles de onzas)

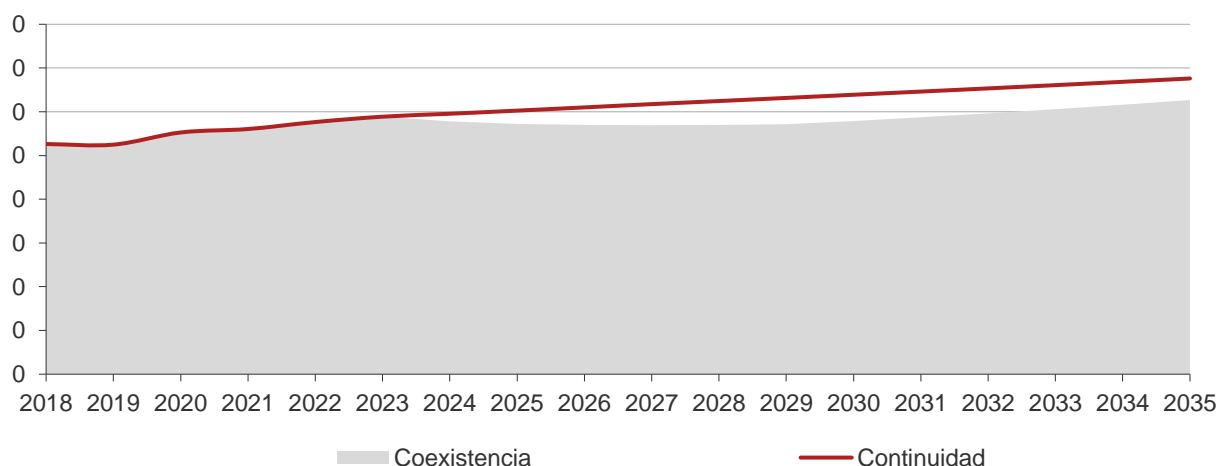
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sudáfrica	4.237	4.145	4.436	4.468	4.631	4.746	4.792	4.839	4.886	4.933
Rusia	694	680	680	680	680	680	690	700	710	720
Zimbabue	454	432	573	614	657	702	702	702	702	701
Canadá	238	224	225	225	226	226	229	233	236	240
EE.UU	134	147	165	186	192	188	188	189	189	189
Resto del mundo	173	173	173	173	173	173	168	164	159	153
Total mundial	5.930	5.801	6.253	6.345	6.559	6.715	6.770	6.825	6.881	6.937
% cambio anual		-2,2%	7,8%	1,5%	3,4%	2,4%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Sudáfrica	4.982	5.030	5.079	5.129	5.179	5.229	5.280	5.253	1,3%
Rusia	730	741	751	762	773	784	795	818	1,0%
Zimbabue	701	701	701	701	700	700	700	654	2,2%
Canadá	243	247	250	254	258	261	265	273	0,8%
EE.UU	190	190	191	191	191	192	192	198	2,3%
Resto del mundo	148	142	137	131	124	118	111	207	1,1%
Total mundial	6.994	7.051	7.109	7.167	7.225	7.284	7.344	7.404	1,3%
% cambio anual	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	

Fuente: CRU

Escenario 2 – Coexistencia

Para los escenarios Coexistencia y Divergencia, se asume que la oferta no tendrá la capacidad de ajustarse a posibles cambios en la demanda gatillados por las diferencias entre el escenario en el mediano plazo ya que los tiempos de desarrollos mineros son extensos. En el largo plazo, sin embargo, la oferta sí tendría la capacidad de reaccionar a estos cambios. Como consecuencia, en el escenario de Coexistencia vemos que la oferta se mantiene en el mediano plazo y luego se mueve siguiendo a la demanda desde el 2024 en adelante.

Figura 23 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)

Fuente: CRU

Tabla 12 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (koz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	10.524	10.496	11.053	11.210	11.529	11.775	11.908	12.051	12.199	12.349
Coexistencia	10.524	10.496	11.053	11.210	11.529	11.775	11.560	11.439	11.394	11.388
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	- 349	-611	- 805	-960

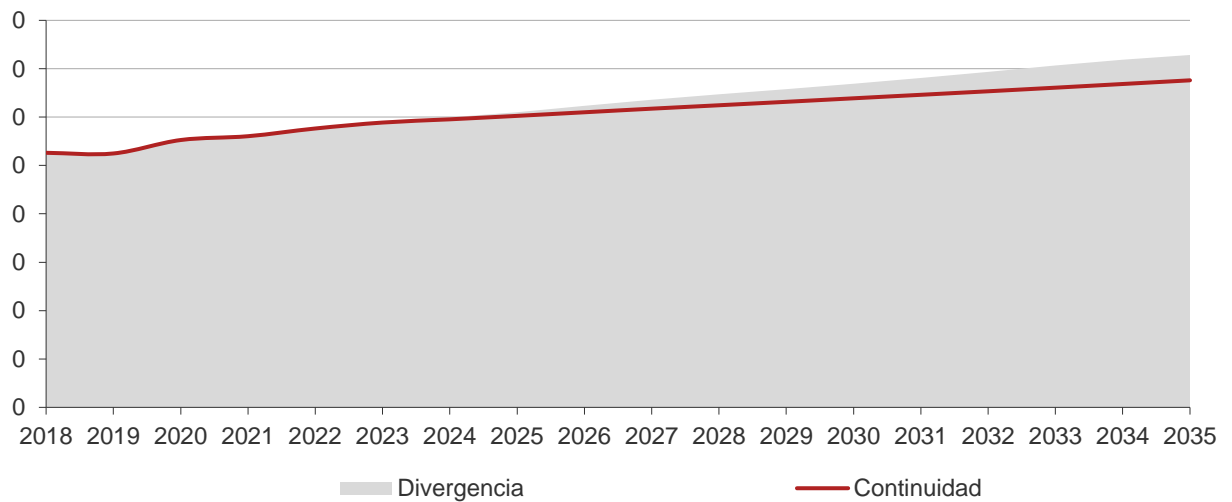
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	12.489	12.632	12.777	12.922	13.068	13.216	13.368	13.521	1,5%
Coexistencia	11.394	11.426	11.578	11.755	11.930	12.118	12.321	12.537	1,0%
Diferencia*	-1.095	-1.206	-1.199	-1.167	-1.137	-1.098	-1.047	-984	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad
 Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

Dado que la oferta no se ajusta a la demanda en el corto plazo, no se ven diferencias entre la oferta de los escenarios Continuidad y Divergencia entre 2018 y 2023. Desde 2024 en adelante, la oferta sigue la tendencia de la demanda y va en aumento.

Figura 24 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)



Fuente: CRU

Tabla 13 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (koz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	10.524	10.496	11.053	11.210	11.529	11.775	11.908	12.051	12.199	12.349
Divergencia	10.524	10.496	11.053	11.210	11.529	11.775	11.985	12.207	12.469	12.720
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	77	156	270	372

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	12.489	12.632	12.777	12.922	13.068	13.216	13.368	13.521	1,5%
Divergencia	12.947	13.151	13.383	13.615	13.867	14.133	14.377	14.567	1,9%
Diferencia*	457	519	606	693	800	916	1.009	1.046	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

1.3. Balance de mercado y precio del platino

1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del platino

Debido a su alto precio, el mercado del platino no debe analizarse a nivel regional, sino que más bien a nivel mundial, al igual que la oferta, la demanda y el balance entre ambos.

El mercado del platino se caracteriza por tener una oferta muy concentrada tanto en productores como geográficamente, a diferencia de otros *commodities* como son la mayoría de los metales base.

La concentración de la oferta del platino es una característica que ha seguido al metal desde el inicio de su explotación comercial. Durante el siglo XIX, esto permitía que los productores impusieran un precio superior al precio competitivo a sus principales compradores, los productores de joyas. Después de la segunda guerra mundial, el precio reconocido como referencia en el mundo era el establecido por los productores sudafricanos. En 1979 los principales comerciantes de platino de Londres y Zúrich acordaron estandarizar las especificaciones de calidad y origen del platino, aunque el comercio aún se desarrollaba de manera informal. Esto cambió en 1987, año en el que se reglamentaron las transacciones del metal con la fundación del Mercado del Platino y Paladio de Londres (MPPL). Actualmente, el precio que fija el MPPL es reconocido a nivel mundial como el precio de referencia del platino, y se utiliza como base en acuerdos comerciales entre privados. Este precio se determina a través de un proceso de fijación (*fixing process*) en el que se va variando el precio hasta que la oferta iguale a la demanda dentro de un grupo de cuatro instituciones miembros del MPPL. Este proceso se lleva a cabo dos veces al día y es publicado y difundido inmediatamente. El metal transado durante el proceso de fijación debe cumplir con las normas de calidad establecidas por el MPPL: el metal debe venir en forma de cátodo o lingote, con un peso de entre 1 y 6 kg y tener una pureza de al menos 99,95% platino. Al mismo tiempo, existe una lista de las refinerías a las cuales se les puede comprar el producto terminado. Es importante destacar que el MPPL es un mercado *Over The Counter* (OTC), es decir, las

transacciones se llevan a cabo a través de una negociación entre privados. En este sentido, como se mencionó antes, el precio fijado por el MPPL funciona sólo como referencia.

1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del platino

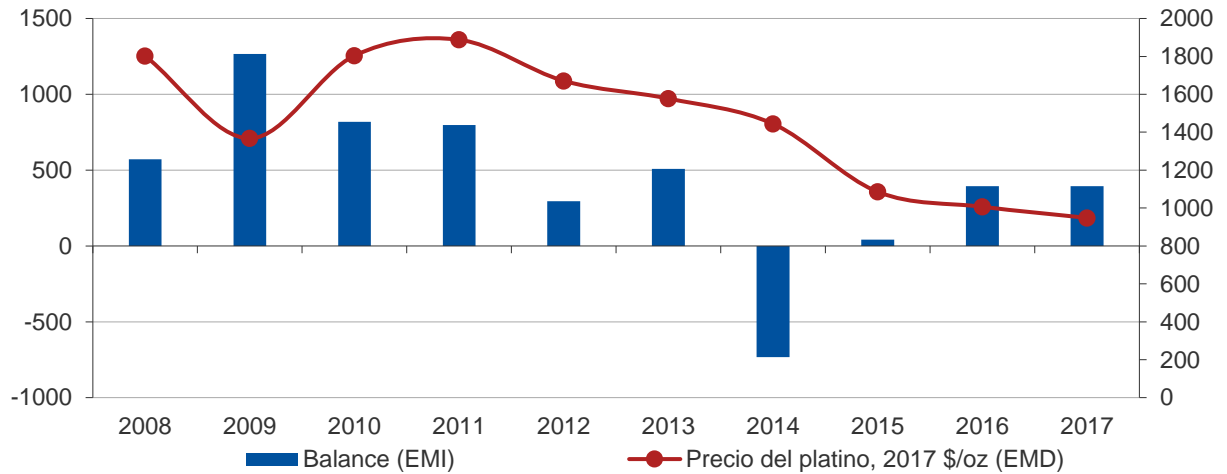
El balance de mercado se calcula de manera detallada para el mediano plazo, cruzando oferta y demanda proyectadas. En el largo plazo, sin embargo, la oferta tiene la posibilidad de ajustarse a la demanda. Por lo tanto, **la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo no representa un déficit 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.

En 2017 el mercado del platino vio un superávit por segundo año consecutivo, manteniéndose en las 395 koz, pero lejos del máximo alcanzado en 2009 en donde se llegó a un récord de exceso de oferta de 1.267 koz. Sin embargo, si bien el superávit de oferta se mantuvo durante media década, en 2014 el mercado cayó en un fuerte déficit de 733 koz producto de la huelga generalizada de 5 meses en las minas sudafricanas.

Lo anterior, salvo la excepción en el balance durante 2014, ha llevado los precios del platino a la baja durante el periodo 2008-2017. Desde el máximo de \$1.719/oz alcanzado en 2011, el precio del platino ha visto un descenso de un 45% hasta alcanzar los \$948/oz.

Figura 25 Balance histórico del mercado y precios del platino, 2008-2017



Fuente: CRU

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

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Balance (koz)											
Oferta	9.726	9.382	10.024	10.333	9.509	10.020	9.141	10.296	10.300	10.424	0,8%
Demanda	9.155	8.115	9.205	9.535	9.215	9.512	9.874	10.253	9.905	10.029	1,0%
Balance	571	1.267	819	798	294	508	-733	43	395	395	
Precio (\$/oz)											
Precio, 2017,\$	1.802,3	1.367,4	1.804,0	1.887,6	1.670,8	1.577,5	1.444,1	1.085,6	1.006,8	948,0	-6,9%
Precio nominal	1.577,2	1.205,6	1.609,9	1.719,4	1.550,0	1.487,0	1.385,7	1.053,0	989,0	948,0	-5,5%

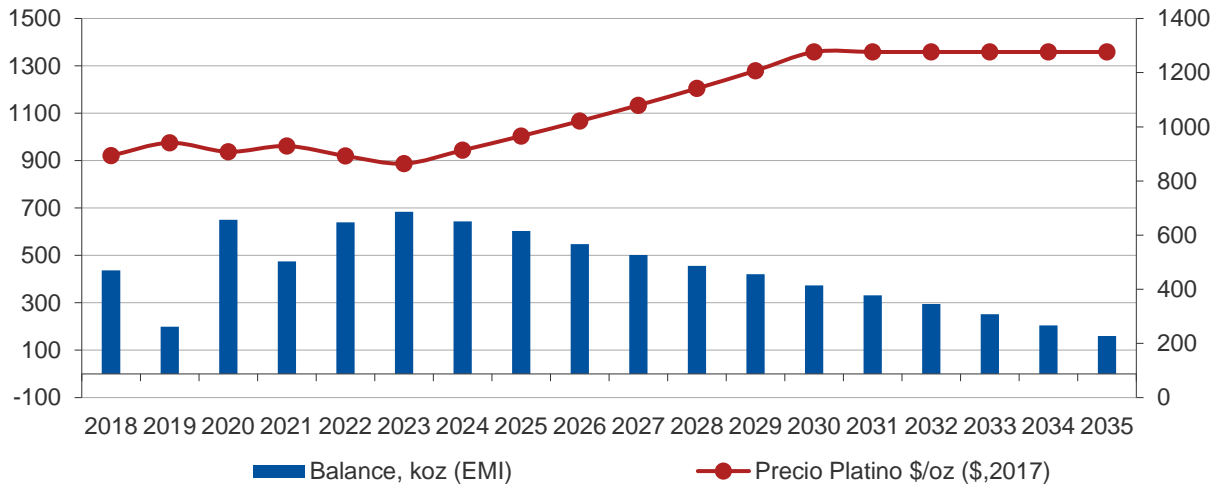
Fuente: CRU

1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del platino

Escenario 1 – Continuidad

El mercado global del platino continuará en un superávit estructural durante todo el periodo 2018-2035. Sin embargo, el máximo esperado a 2023 de 684 koz es prácticamente la mitad del récord alcanzado en 2011, cuando el mercado del platino llegó a un superávit de 1.267 koz. Lo anterior, indica que a partir de mediados de la década de 2020 la demanda verá un incremento mayor a la oferta, las cuales verán incrementos anuales durante el periodo de un 1,7% y 1,5% respectivamente. Esta disminución progresiva del superávit de mercado tendrá un efecto alcista en los precios del platino, los cuales llegarán a los 1.276\$/oz en 2030, fecha a partir de la cual se estabilizarán dentro de ese rango.

Figura 26 Proyección del balance del mercado y precios del platino, 2018-2035



Fuente: CRU

Tabla 15 Proyección del balance del mercado del platino, 2018-2035 (miles de onzas)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Oferta	10.524	10.496	11.053	11.210	11.529	11.775	11.907	12.048	12.194	12.342
Demanda	10.087	10.298	10.403	10.735	10.889	11.091	11.265	11.447	11.651	11.847
Balance	437	199	650	475	640	684	642	600	543	495

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Oferta	12.481	12.622	12.765	12.909	13.052	13.199	13.349	13.500	1,5%
Demanda	12.033	12.211	12.404	12.591	12.772	12.964	13.163	13.356	1,7%
Balance	448	411	361	318	280	235	186	143	

Fuente: CRU

Tabla 16 Proyección de precios del platino, 2018-2035 (\$/oz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Precio (\$2017)	893,4	940,8	907,8	928,9	892,5	864,2	913,4	965,8	1.021,2	1.079,7
Precio nominal	910,0	979,2	965,3	1.005,9	983,1	969,7	1.044,7	1.126,3	1.214,5	1.309,7

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Precio (\$2017)	1.141,6	1.207,0	1.276,2	1.276,2	1.276,2	1.276,2	1.276,2	1.276,2	2,1%
Precio nominal	1.412,4	1.523,2	1.642,7	1.675,5	1.709,1	1.743,2	1.778,1	1.813,7	4,1%

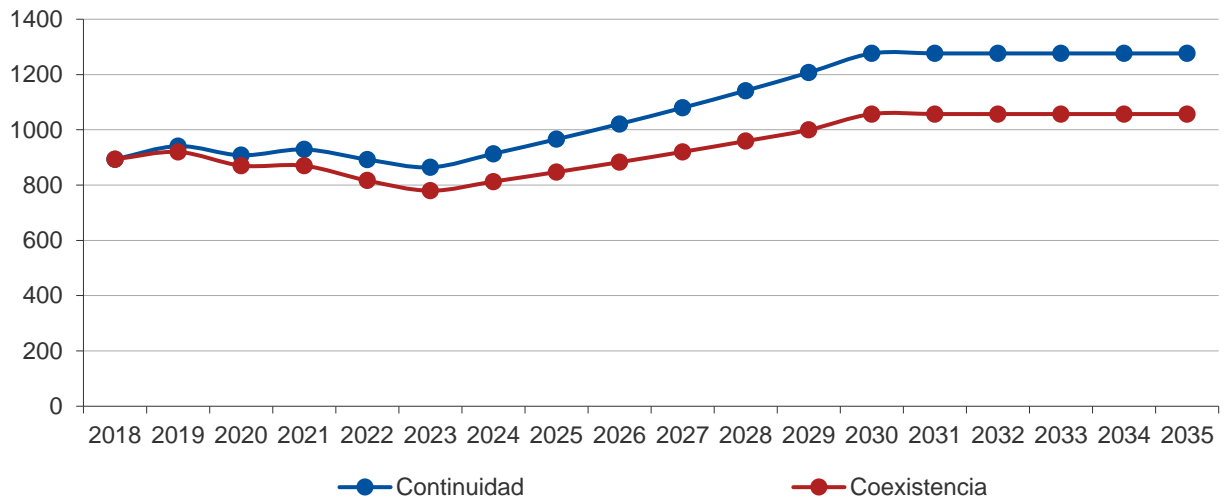
Fuente: CRU

Escenario 2 – Coexistencia

Al ser la demanda menor durante todo el periodo en el escenario de Coexistencia comparado con el escenario de Continuidad, esto se reflejará en menores precios. Lo anterior, tendrá como

resultado una diferencia creciente entre ambos precios, hasta alcanzar los \$219/oz de diferencia entre ambos en 2035.

Figura 27 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (2017 US\$/oz)



Fuente: CRU

Tabla 17 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para platino (2017 US\$/oz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	893	941	908	929	892	864	913	966	1.021	1.080
Coexistencia	893	920	871	870	816	780	813	847	883	920
Diferencia*	-	-21	-37	-59	-76	-84	-101	-119	-138	-159

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	1.142	1.207	1.276	1.276	1.276	1.276	1.276	1.276	2,1%
Coexistencia	959	1.000	1.057	1.057	1.057	1.057	1.057	1.057	1,0%
Diferencia*	-182	-207	-219	-219	-219	-219	-219	219	

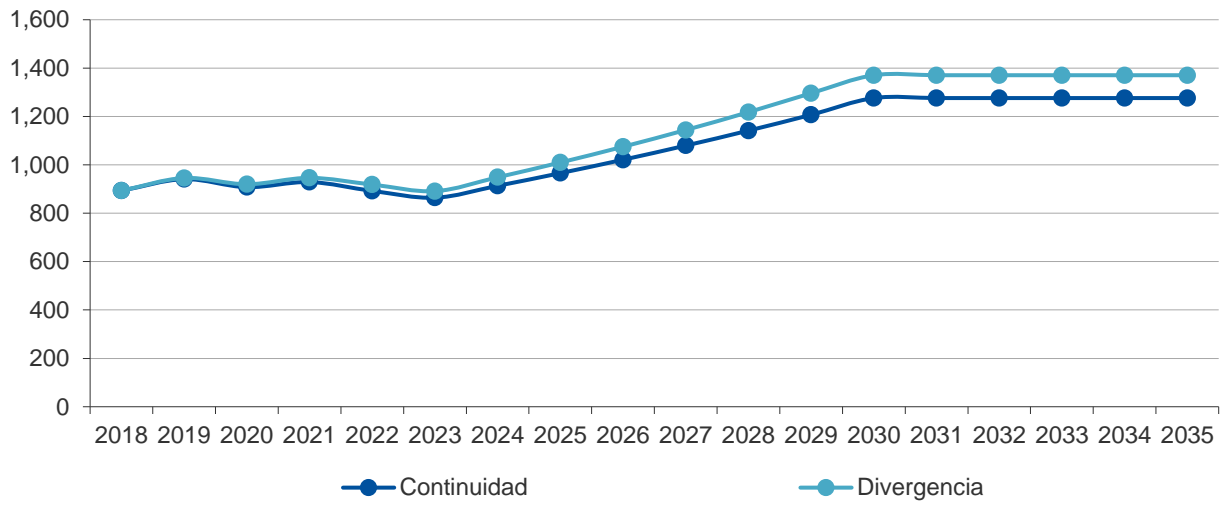
* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

En el escenario de divergencia se espera que la demanda de platino sea mayor a la del escenario Continuidad durante prácticamente la totalidad del periodo. Este diferencial tendrá como resulta mayores precios en este escenario, los cuales alcanzarán una diferencia de \$94/oz en 2030, para luego estabilizarse en ese rango durante el resto del periodo.

Figura 28 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (2017 US\$/oz)



Fuente: CRU

Tabla 18 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para platino (2017 US\$/oz)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	893	941	908	929	892	864	913	966	1.021	1.080
Divergencia	893	946	920	946	918	891	949	1.010	1.075	1.144
Diferencia*	-	5	12	17	26	27	35	44	54	64

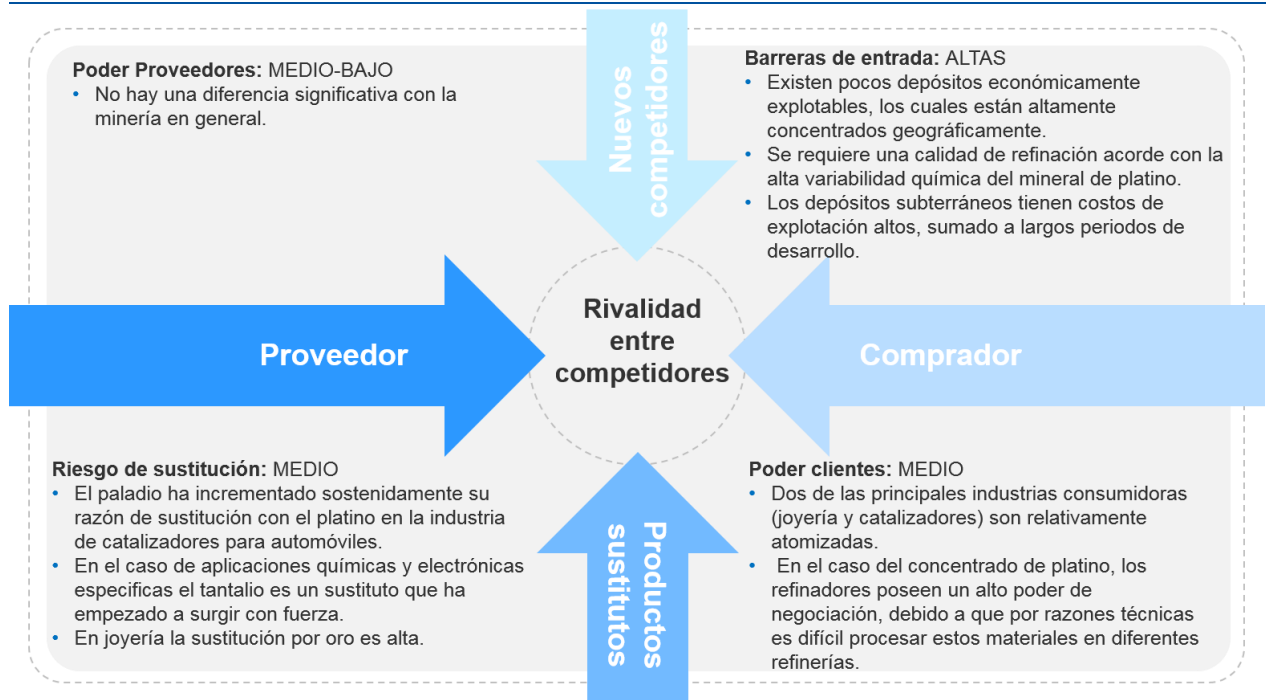
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	1.142	1.207	1.276	1.276	1.276	1.276	1.276	1.276	2,1%
Divergencia	1.218	1.296	1.371	1.371	1.371	1.371	1.371	1.371	2,5%
Diferencia*	76	89	94	94	94	94	94	94	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

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

Figura 29 Modelo de las cinco fuerzas de Porter



Fuente: CRU

Analizando las cinco fuerzas de Porter se puede concluir que la industria del platino presenta un atractivo medio bajo a largo plazo. Al ser un metal escaso y altamente concentrado geográficamente a nivel global, sumado a los altos costos de desarrollo, el precio al alza esperado no llega a ser un factor suficiente a la hora de entrar en este mercado. En línea con lo anterior, el atractivo del mercado podría aumentar siempre y cuando se logren encontrar nuevos depósitos los cuales permitan la entrada de nuevos actores para disminuir la fuerte concentración del mercado.

Adicionalmente, la creciente amenaza de sustitución por parte de otros metales como el paladio y el tantalio, sumado al alto poder de mercado de los clientes consumidores de platino, dificultan que nuevos productores de platino puedan posicionarse en el mercado.

Por último, el alto grado de concentración de los productores sudafricanos y rusos, quienes concentraron un 83% de la oferta en 2017, lleva a CRU a pronosticar que no existen motivos para predecir que esta dinámica cambiará a largo plazo, por lo que seguirá siendo un mercado altamente concentrado por parte de la oferta mina de platino.

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
MMPL	Mercado del Platino y Paladio de Londres
USGS	United States Geological Service / Servicio Geológico estadounidense

Medidas de peso

Sigla	Significado
koz	Miles de onzas
kt	Miles de Toneladas
Mlbs	Millones de libras
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
FOB	<i>Free on Board</i> / Libre a bordo
HDD	Unidades de disco duro de alta densidad para computadores
LCD	Pantallas de cristal líquido
LRMC	Costo Marginal de Largo Plazo
MGP	Metales del grupo platino
OTC	<i>Over the counter</i> / Actividades extrabursátiles
OPEX	Costos de operación
PIB	Producto Interno Bruto
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto

Anexo II. Bibliografía

1. Global Trade Information Services. IHS Markit GTA
2. MARSHALL, Alfred. Principles of Economics. 1890. XVIII ed. Nueva York, Cosimo Inc, 8va edición publicada en 2006.
3. DESA/UNSD, United Nations Comtrade database
4. MinEx Consulting
5. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. 2009 – 2016. Disponible en Internet: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf>