

NICKEL REVISTA

LA REVISTA DEDICADA AL NÍQUEL Y SUS APLICACIONES

NICKEL, VOL. 33, NÚM. 2, 2018

El níquel y la sustentabilidad: hacia una economía circular

*Reciclaje de baterías
de iones de litio
Qué deparará el futuro*

*Aleaciones de níquel
de alta temperatura en
la energía solar concentrada*

*Recuperación del níquel
en materiales secundarios*





ACUAMED

ESTUDIO DE CASO 13

PUENTE PEATONAL DE ÁGUILAS



ACUAMED

El sistema de pasamanos de la pasarela está hecho de acero inoxidable austenítico tipo 316 (UNS S31600).

Los peatones del turístico municipio costero de Águilas en el sureste de España no podían caminar directamente desde el centro de la ciudad hasta el puerto deportivo. ¿El obstáculo? La Rambla del Cañarete, que lleva grandes volúmenes de agua en ciertas épocas del año.

El reto: El proyecto del puente de Águilas fue iniciado por Acuamed. Estaban buscando una solución duradera y ligera pero resistente, que fuera atractiva y pudiera soportar el aire costero.

Selección del material: Se seleccionó el acero inoxidable dúplex tipo 2205 (UNS S32205) por su resistencia superior a la corrosión, bajos costos de mantenimiento y aspecto atractivo. La vida útil más larga y los costos inferiores de reparaciones compensaron su costo superior inicial comparado con el del acero al carbono. Además, resultó ser muy adecuado para los elementos portantes de los puentes, satisfaciendo el requisito de una estructura ligera y no recargada.

Diseño: La estructura consta de tres vigas principales longitudinales. Se cortan doce orificios rectangulares del alma sobre los dos tercios centrales de la luz para reducir la tensión inducida por el viento sobre la estructura. La viga central es una viga tubular hueca prefabricada que está conectada por travesaños. El tablero mixto del puente peatonal, que consta de losa de hormigón armado y piso de acero galvanizado, está soportado por los travesaños. Los conectores para esfuerzo cortante conectan el tablero mixto con la viga tubular longitudinal central y los travesaños, con lo que se estabiliza el ala superior de la viga tubular y se crea un diafragma rígido para resistir las acciones sísmicas.

NI

El estudio de caso completo puede descargarse desde www.nickelinstitute.org

EDITORIAL: DAR VUELTAS EN CÍRCULO

Si se oye “estamos dando vueltas en círculo” probablemente no se está avanzando en su reunión. Sin embargo, para los metales como el níquel, eso significa que va por buen camino. Ese círculo ideal presenta el siguiente aspecto:



Un informe reciente¹ concluye que al hacer un mejor uso de los materiales existentes en la economía, la industria de la UE podría recorrer la mitad del camino hacia las emisiones netas cero. La realidad es que, a lo largo del camino, se producen pérdidas: material que no se recoge y pérdidas debidas a las ineficiencias y los límites económicos de los procesos de reciclaje.

Una investigación de la Universidad de Yale muestra que el 17 % del níquel que ha llegado al final de su vida útil acaba en los vertederos. En esta edición de Nickel examinamos ejemplos de cómo está respondiendo la industria a este reto.

El progreso en el reciclaje de las baterías que contienen níquel consiste en el aumento de las tasas de recuperación (recuperarlo) y de la eficiencia del reciclaje (aprovechar más de lo que se recupera). El reciclaje al final de la vida útil de las baterías de iones de litio de automoción está convirtiéndose en un gran negocio y varios de los pioneros y sus tecnologías se incluyen en este ejemplar.

Además de ser un material infinitamente reciclable, el níquel es un facilitador de otras tecnologías que están contribuyendo a la sustentabilidad. Un gran ejemplo es la energía solar concentrada en la que las aleaciones de níquel son esenciales para soportar altas temperaturas. Crescent Dunes es un impresionante ejemplo, tal como lo demuestra nuestra portada. Y la ciudad de Houston tiene una nueva y hermosa escultura que contiene níquel. Afortunadamente, pasará mucho tiempo –si llega a suceder– hasta que se recicle la Columna de Nubes de Anish Kapoor.

Clare Richardson
Editora, Revista Nickel



SOLARRESERVE

Un faro moderno: la planta termosolar Crescent Dunes, Tonopah, Nevada, EE.UU. Un magnífico ejemplo del níquel como facilitador de tecnologías que apoyan la sustentabilidad.

¹La economía del material – La economía circular – Una fuerza poderosa para la mitigación del cambio climático – La innovación transformadora para la industria próspera y baja en carbono

ÍNDICE

- 02 **Estudio de caso núm. 13**
Puente peatonal de Águilas
- 03 **Editorial**
Dar vueltas en círculo
- 04 **Actualidades de Nickel**
- 06 **Reciclaje de baterías de iones de litio**
Qué deparará el futuro
- 09 **Recuperación del níquel en materiales secundarios**
- 10 **Aleaciones de níquel de alta temperatura**
en la energía solar
- 12 **Reciclaje del níquel**
Hacia una economía circular
- 14 **Anuncios**
- 14 **Nuevos videos**
- 14 **Enlaces web**
- 15 **Catalizadores del níquel**
Recuperación al final de la vida útil en Kuwait
- 15 **Detalles UNS**
- 16 **Columna de nubes**
escultura de Anish Kapoor

La revista Nickel es una publicación del Nickel Institute
www.nickelinstitute.org

Dr. Hudson Bates, Presidente;
Clare Richardson, Editora
communications@nickelinstitute.org

Colaboradores: Parul Chhabra, Gary Coates, Isaline de Baré,
Tim Johnson, Larry Martin, Richard Matheson,
Bruce McKean, Geir Moe, Kim Oakes, Kristina Osterman,
Lissel Pilcher, Nigel Ward, Odette Ziezold

Diseño: Constructive Communications

El material aquí contenido ha sido preparado para información general del lector y no deberá utilizarse ni tomarse como base para aplicaciones específicas sin antes obtener asesoramiento. Aunque se considera que el material es técnicamente correcto, el Nickel Institute, sus miembros, su personal y sus consultores no afirman ni garantizan que sea adecuado para ningún uso general o específico ni aceptan ningún tipo de obligación o responsabilidad respecto a la información aquí contenida. ISSN 0829-8351

Impreso en papel reciclado en Canadá por Hayes Print Group

Créditos de las imágenes:

Portada iStock Photo.com©Mlenny
pág. 3 Wikimedia Commons©Linear 77
pág. 4 iStockPhoto.com©4X-image
pág. 5 iStockPhoto.com©jeffstonephoto
pág. 6 iStockPhoto.com©Petmal
pág. 15 Shutterstock

NICKEL

ACTUALIDADES



Un mar de información

El Nickel Institute y la Copper Development Association, trabajando en colaboración, han desarrollado una serie de presentaciones técnicas. Esta serie está dirigida a ingenieros implicados en el diseño, especificación, fabricación u operación de materiales en contacto con agua marina, en industrias como la de la energía del oleaje y mareomotriz, la energía eólica marina, el petróleo y el gas en alta mar, y la construcción y reparación naval. Las presentaciones, realizadas por expertos técnicos, ayudan a los usuarios a comprender mejor el comportamiento de las aleaciones de cobre, los aceros inoxidables y las aleaciones de níquel en los entornos marinos. Las presentaciones están disponibles en el sitio web de la Copper Development Association.





Cuerdas de guitarra

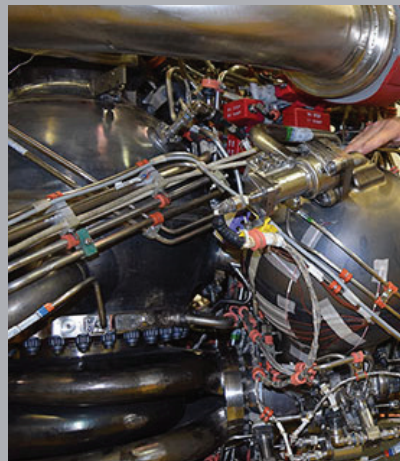
A medida que la guitarra eléctrica se convirtió en un instrumento clave en la evolución de la música pop, las cuerdas de níquel puro eran la norma en la década de los 50 y los 60.

En los últimos años, las cuerdas de acero niquelado se han hecho cada vez más populares, lo cual ha suscitado un debate sobre cuáles son mejores. Algunos puristas de la guitarra anhelan esa clásica suavidad y cálido tono, mientras que otros están satisfechos con los sonidos más claros y alegres que produce el acero niquelado.

Las cuerdas de níquel puro pueden costar un poco más, pero en general duran más. Sea cual sea la elección, el níquel es un actor en la industria de la música desde hace mucho tiempo.

¡Hemos despegado!

El níquel ha desempeñado un pequeño papel en el primer lanzamiento de un motor cohete de la Nasa con una pieza impresa en 3D. Después de varios años de investigación y desarrollo, se descubrió que la pieza de aleación de cobre podía tolerar la presión masiva en la cámara de combustión del motor cuando tenía un revestimiento de aleación de níquel.



AERJET ROCKETDYNE

Temperaturas mínimas

Científicos del Tokyo Institute of Technology han desarrollado un termómetro de un micrómetro de ancho que consta de un termopar de oro y níquel sobre una membrana de nitruro de silicio. Es capaz de medir los cambios de temperatura más pequeños en tiempo real. El dispositivo es un gran avance para muchas aplicaciones importantes de la nanotecnología.



TESLA

Reducir el costo de cada milla eléctrica

En un esfuerzo por reducir los costos de manera considerable, Tesla ha anunciado que están aumentando el contenido de níquel utilizado en sus baterías de VE. Tesla ha podido realizar este cambio conservando al mismo tiempo la mayor densidad de energía que se utiliza en cualquier batería de automóvil eléctrico.

ACELERACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE BATERÍAS DE IONES DE LITIO Y REUTILIZACIÓN DEL MATERIAL:

EL RECICLAJE DE BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE SE ESTÁ CONVIRTIENDO EN UN GRAN NEGOCIO



Alimentado por el creciente uso en la industria automotriz, el sector mundial de baterías de ion-litio se está expandiendo rápidamente. Con la garantía de vida útil de la batería de automóvil de entre cinco y ocho años, el reciclaje al final de la vida constituirá un gran negocio en un futuro no muy lejano.

Dado que se prevé un aumento exponencial en todo el mundo del uso de baterías de iones de litio que contienen níquel en los próximos 20 años, la recogida y reciclaje al final de la vida útil están destinados también a aumentar.

Ya se han establecido tecnologías y procesos de reciclaje que pueden ampliarse según las necesidades. En todo el mundo, empresas innovadoras siguen explorando métodos eficaces y económicamente viables para satisfacer un futuro aumento, impulsadas por las exigencias reglamentarias sobre las responsabilidades al final de la vida útil, así como por el manejo y el transporte seguros de las baterías de iones de litio.

Esto estará respaldado por el valor económico positivo recuperado de los materiales, especialmente del níquel.

La gran diferencia: la automoción y el almacenamiento de energía

En China, donde ya se usan millones de vehículos eléctricos, la nueva legislación ha hecho que la responsabilidad de la recogida y reciclaje de las baterías al final de la vida útil recaiga en los fabricantes de automóviles, que ahora se están preparando para una legislación parecida en el resto del mundo.

Las baterías de automoción de alto voltaje, muy distintas de las baterías de los dispositivos electrónicos portátiles, son conjuntos de baterías grandes que constan de 5000 a 12000 elementos.

El almacenamiento de energía eléctrica mejorado que hace uso de baterías que contienen níquel es cada vez más esencial para proporcionar estabilidad a la red eléctrica, mejorando la eficiencia y confiabilidad de las fuentes de energía eólica y solar. Esas baterías grandes

necesitarán también una gestión al final de su vida útil que incluya la reutilización o el reciclaje.

Impulsores económicos y ambientales

La industria necesita procesos y sistemas de recuperación de recursos de circuito cerrado, bajo consumo energético y sustentables, junto con una propuesta de valor financiero. El motor económico esencial para el reciclaje de las baterías de iones de litio es la recuperación de los metales valiosos y sus compuestos que se encuentran en los cátodos y los ánodos: cobalto, níquel, manganeso, cobre y litio, que pueden utilizarse para nuevas fórmulas de baterías.

El volumen de las baterías disponibles para reciclaje a medio plazo justificará las nuevas instalaciones de reciclaje y la inversión en la investigación tecnológica que resulte en el aumento de la recuperación de los materiales y en la reducción de los costos.

El reciclaje eficiente de las baterías de iones de litio es importante por razones medioambientales debido a la toxicidad y la seguridad. La manipulación y el transporte adecuados son esenciales.

Creciente demanda de innovación

El proceso de reciclaje de baterías, que puede describirse mejor como el proceso de recuperación de recursos de baterías, puede ser pirometalúrgico o hidrometalúrgico, o una combinación de ambos.

Umicore

El proceso de reciclaje de baterías de Umicore, empresa con sede en Bélgica, combina las tecnologías piro y hidrometalúrgica. Esta técnica única es operativa a escala industrial (7000 t/ año) y está diseñada para tratar de manera segura grandes volúmenes de distintos tipos de flujos complejos de residuos ricos en metal.

Los conjuntos de baterías se desarman hasta el nivel de módulos. Estos módulos se introducen directamente en el proceso, lo cual evita la necesidad de cualquier tratamiento previo potencialmente peligroso. Un sistema de limpieza de gas garantiza que todos los compuestos orgánicos estén totalmente descompuestos y que no se produzcan compuestos orgánicos nocivos o volátiles. El proceso reduce el consumo de energía y las emisiones de CO₂ hasta un mínimo utilizando la energía presente dentro de los componentes de la batería (electrolito, plásticos y metales).

El proceso de hidrorrefinado posterior recupera y purifica el níquel, el cobalto, el cobre y el litio. Estas unidades de cobalto, níquel y litio pueden entonces utilizarse de nuevo en los materiales de cátodos de iones de litio de Umicore, cerrando así el ciclo de la batería. Los metales preciosos del sistema de gestión de las baterías se recuperan en un proceso separado.

Glencore

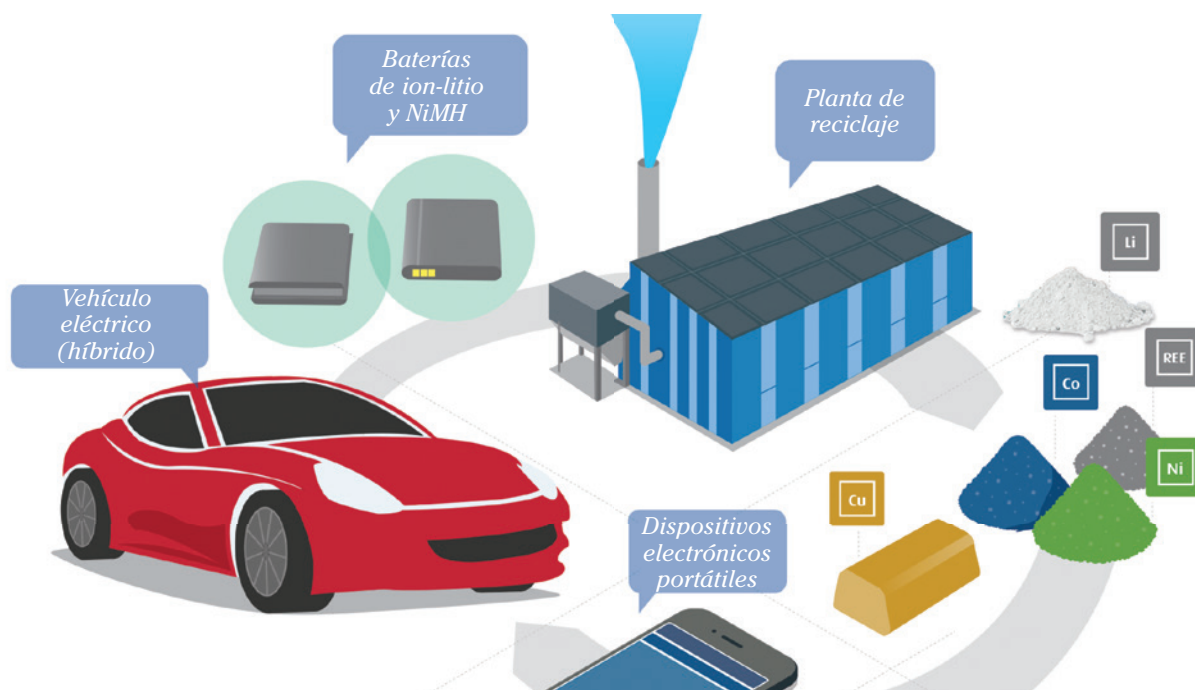
Glencore, un principal productor y comercializador de níquel, es uno de los mayores recicladores y procesadores de materiales que contienen níquel, incluidas las baterías.

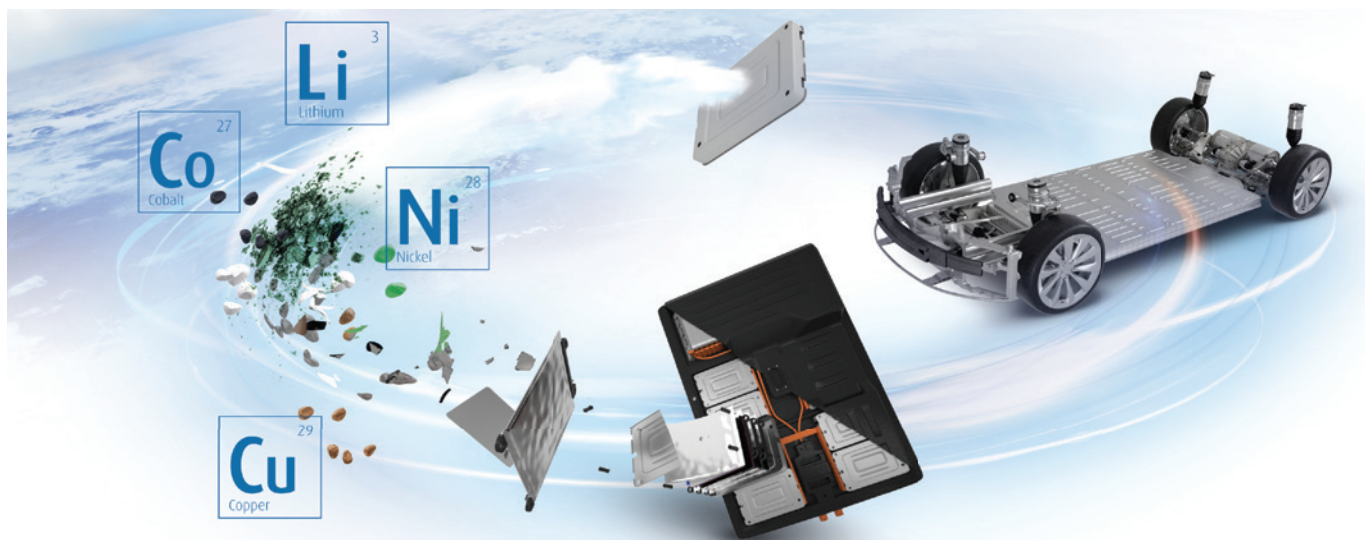
Utilizando un proceso pirometalúrgico en sus instalaciones de fundición de níquel en Sudbury, Ontario, Canadá, Glencore recupera metales como el níquel, el cobalto y el cobre de baterías de NiMH y de ion-litio.

Mediante los esfuerzos continuos para mejorar su horno eléctrico y su tecnología de convertidores, Glencore logra tasas de recuperación de metales muy altas. La empresa ha invertido en un calcinador (un horno rotatorio largo) donde los componentes orgánicos de las baterías se eliminan y las baterías se inertizan de manera segura. Se trata de una tecnología “verde” y todos los gases del calcinador se capturan y se manejan de manera segura.

“Al ampliar nuestro reciclaje de baterías, maximizamos la seguridad mediante el tratamiento previo de los elementos de las baterías en varias instalaciones a nivel mundial”, dice Robert Sutherland, gerente de materias primas de Glencore.

En una reciente previsión, Bloomberg New Energy Finance proyecta que las ventas anuales de vehículos eléctricos alcancen 41 millones de unidades para 2040. La previsión de Avicenne Energy muestra un crecimiento anual del 14 al 17 % en aplicaciones para el sector de la automoción. Asimismo, se espera que la demanda de productos electrónicos de consumo, bicicletas eléctricas, máquinas podadoras de pasto y muchas otras aplicaciones de las baterías de iones de litio siga creciendo del 5 al 12 % al año en el futuro, según Avicenne.





Previendo una fuerte demanda, Bloomberg New Finance proyecta que las capacidades de producción de las baterías de iones de litio aumentarán en más del doble durante los próximos cinco años, llegando a alcanzar 273 GWh en 2021, en comparación con 103 GWh en 2017.

Li-Cycle Corp.

La empresa canadiense, Li-Cycle Corp., con sede en Mississauga, Ontario, ha desarrollado un proceso patentado para satisfacer la creciente demanda internacional.

Li-Cycle Technology™ es un proceso hidrometalúrgico de recuperación de recursos de dos etapas. La primera etapa es un proceso automatizado que desarma los conjuntos/elementos de baterías, sin riesgo de combustión o explosión. La segunda etapa consiste en tratar químicamente el producto intermedio procesado mecánicamente para recuperar el níquel, cobalto, cobre, aluminio y litio en forma de sustancias químicas de la batería. En el caso del níquel, el sulfato de níquel puede utilizarse directamente en la industria de baterías.

Este proceso de circuito cerrado recupera todos los materiales de las baterías, incluidos los plásticos, los electrolitos y el grafito. No hay que capturar gases primarios ni que gestionar residuos sólidos. Todos los materiales vuelven a la economía de alguna forma.

“Creemos que entre el 5 y el 10 % de la demanda de sulfato de níquel podría satisfacerse mediante el reciclaje de baterías de iones de litio para 2025”, afirma Ajay Kochhar, director general de Li-Cycle Corp.

American Manganese Inc.

En Vancouver, Colombia Británica, Canadá, American Manganese Inc. y su contratista externo, Kemetco Research Inc., han desarrollado un proceso hidrometalúrgico de reciclaje de baterías de bajo consumo energético y respetuoso con el medio ambiente.

Kemetco muele las baterías de ion-litio para obtener un polvo y se queman los plásticos. A continuación, el polvo se somete a extracción por lixiviación de los metales. El resultado es un polvo de litio, cobalto, níquel, aluminio y manganeso de gran pureza, adecuado para un reciclaje directo en la fabricación de nuevas baterías de iones de litio. A pequeña escala, Kemetco alcanza tasas de recuperación del 100 % con este proceso. Se espera que las tasas de recuperación de procesamiento a gran escala sean ligeramente inferiores.

“Nuestra estrategia es establecer plantas pequeñas en distintos lugares próximas a los mercados”, manifiesta Larry Reaugh, presidente y director general de American Manganese Inc.

Las empresas con visión de futuro se están asegurando de que, cuando el flujo de baterías que contienen níquel al final de su vida útil se convierta en un torrente, contarán con la capacidad y la tecnología de reciclaje necesarias. Ni

CRECIENTE RECUPERACIÓN DEL NÍQUEL EN MATERIALES SECUNDARIOS

El creciente uso del níquel en muchas aplicaciones tecnológicas importantes ha dado como resultado un crecimiento sostenido de su demanda durante muchas décadas. Con una tasa de crecimiento histórica de alrededor del 4 % al año, la demanda anual del níquel en los últimos años se ha duplicado durante la vida útil de una mina típica (20 años), lo cual significa que tendrían que abrirse dos minas nuevas por cada una que cierra.

No es de extrañar que esto haya provocado un impulso para aumentar las tasas de reciclaje con el fin de complementar la producción primaria. Por ejemplo, en los EE.UU., el níquel procedente del reciclaje constituye el 45 % del suministro primario, en comparación con el 35 % en 1994. Dado que el suministro primario está creciendo, la recuperación del níquel a través del reciclaje también debe crecer para mantenerse al ritmo.

Necesidad de más “minería urbana”

Está claro que se necesitan nuevas fuentes secundarias para satisfacer la creciente necesidad de níquel de la sociedad.

En algunos casos, los residuos de la sociedad contienen un contenido de metal valioso superior al de los minerales en estado natural.

La industria petroquímica promete

La industria petroquímica tiene algunas de las fuentes secundarias de níquel más prometedoras.

El petróleo crudo contiene naturalmente bajos niveles de níquel, que se concentran en la fracción de ceniza y comprenden típicamente alrededor del 10 % por peso en ceniza totalmente quemada de sistemas de combustión de combustóleo pesado. Los catalizadores que se utilizan en las refinerías y en la industria

petroquímica contienen cantidades muy grandes de níquel. Anteriormente a menudo se enviaban a los vertederos, pero cada vez se reciclan más. (Véase el artículo de la página 15.)

La producción de acero tiene un gran potencial

Puesto que más de dos tercios de todo el níquel se utiliza en la producción del acero inoxidable, las ferroaleaciones producidas por la mayoría de los métodos de recuperación mediante fundición se convierten en la fuente más obvia de níquel secundario.

La fundición por chorro de plasma de corriente continua de Tetronics es un ejemplo típico, con dos plantas comerciales operando durante décadas para recuperar níquel, cromo, molibdeno y otros metales obtenidos como residuos de la producción de acero inoxidable.

“Se agrega coque y un agente reductor de antracita al material de trabajo. El chorro de plasma proporciona la energía de entrada para producir una ferroaleación que será reutilizada en la producción de acero inoxidable a una escala óptima para la presente disponibilidad de catalizadores petroquímicos agotados y materiales secundarios relacionados”, explica el Dr. Tim Johnson, director técnico de Tetronics.



TETRONICS

“Los flujos bajos de gas en el horno y las condiciones de fundición de control estricto aseguran una generación mínima de polvos en las descargas gaseosas y excelentes credenciales medioambientales. Con la implacable presión para un mayor suministro de metal, parece seguro que veremos en Tetronics una expansión de la capacidad de procesamiento dedicada para estas y otras fuentes secundarias del níquel en los próximos años”.

— Dr. Tim Johnson
Director Técnico, Tetronics

Ni

EL EXTRAORDINARIO PAPEL DE LAS ALEACIONES DE NÍQUEL DE ALTA TEMPERATURA Y ACEROS INOXIDABLES PARA LA ENERGÍA SOLAR CONCENTRADA



SOLARRESERVE

A partir de 2016 había un total de 4815 MW de capacidad de ESC instalada a nivel mundial. En 2017, España operaba casi la mitad de la capacidad mundial con 2300 MW. Los EE.UU. tienen 1740 MW instalados, con dos de los proyectos más grandes del mundo: la instalación de energía solar Ivanpah (392 MW) y el proyecto solar Mojave (354 MW).

Las aleaciones de níquel y el acero inoxidable que contiene níquel están desempeñando papeles fundamentales en una incipiente fuente de energía renovable conocida como plantas termosolares o energía solar concentrada (ESC). Su uso ha permitido a la industria superar los retos de la tecnología de transferencia de calor y almacenamiento térmico. El uso de estos materiales sirve para evitar los costos de degradación o reemplazo para proyectos con un diseño de vida útil de 40 años o más.

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE 2017), el consumo de la energía proveniente de fuentes de energía renovables (incluida la ESC) crecerá un 2,3 % anual entre 2015 y 2040. Actualmente hay más de 40 centrales termoeléctricas solares en funcionamiento en todo el mundo, y otras 20 se encuentran en fase de planificación o construcción. Suelen estar ubicadas en zonas con alta radiación solar como España, India, Sudáfrica, China, Chile, Australia, la región de Oriente Medio y África del Norte (MENA, por sus siglas en inglés) y el sur de los Estados Unidos.

Las plantas de demostración de ESC empezaron a operar a partir de la década de los 80. Desde entonces, se han realizado avances en la captación y el almacenamiento de energía. Una técnica de concentración que se ha desarrollado es la torre solar. El diseño utiliza sales fundidas como fluido transmisor térmico. Las mezclas de sales de nitrato típicamente se funden a un mínimo de 130 °C (268 °F). Se mantienen como líquidos a temperaturas de 288 °C (550 °F) en un depósito de almacenamiento aislado. Después las sales líquidas se bombean a través de los tubos

en un receptor solar donde la radiación concentrada las calienta a temperaturas de hasta 566 °C (1050 °F). A continuación, el líquido caliente se envía a un depósito de almacenamiento a alta temperatura. Los depósitos calientes también están aislados y pueden almacenar energía térmica durante largos períodos de tiempo.

El almacenamiento de energía térmica (AET) se utiliza para compensar una demanda y condiciones ambientales variables. Cuando es necesario, las sales fundidas se bombean hasta un generador de vapor para producir vapor con el fin de accionar turbinas y generadores convencionales. El AET representa una ventaja distintiva con respecto a otras fuentes de energía renovable a gran escala comercial y en algunas circunstancias puede eliminar la necesidad de combustible de reserva para la generación de energía. Durante el verano de 2013, un sistema de torre con sales fundidas en España produjo electricidad continuamente 24 horas al día durante 36 días, un logro sin precedentes.

Una planta operativa de este tipo es Crescent Dunes. Ubicada en Tonopah,

Nevada, en el desierto al norte de Las Vegas, tiene una capacidad neta de generación eléctrica de 110 MW y diez horas de AET. Esto significa que la planta puede generar energía a plena carga hasta diez horas durante la demanda máxima. El sol se refleja desde más de 10 000 heliostatos que enfocan la energía al receptor ubicado en la parte superior de una torre de 200 m (640 ft). Cada heliostato está compuesto de facetas espejadas que suman una superficie de 115,7 m² (1245 ft²). La superficie de captación total es de 1,2 millones m² (12 millones ft²). La operación comercial comenzó en 2015. Desde entonces Crescent Dunes ha producido más de 173 GWh de electricidad, y se calcula que suministra una potencia pico para 75 000 viviendas. La ESC con torre(s) solar(es) y sales fundidas es la base del diseño para nuevos proyectos planificados en Sudáfrica, Australia y Nevada. El proyecto sudafricano Redstone de 100 MW proporcionará potencia pico a

aproximadamente 200 000 viviendas, y tiene un AET de 12 horas. Un proyecto nuevo de mayor escala en Nevada tendrá una capacidad de 2 GW (2000 MW) con 10 torres solares.

El uso de aleaciones de acero inoxidable y níquel ha hecho que sean viables sistemas de temperaturas más altas, en los que el manejo de las sales fundidas suponía anteriormente un reto. Los diseñadores e ingenieros han recurrido a las aleaciones de níquel como UNS N06617, N06625 y N06230 para las aplicaciones de tubos receptores debido a su resistencia a la alta temperatura mantenida durante largos periodos, conocida como resistencia a la termofluencia. Estas aleaciones se mantienen estables a temperaturas de funcionamiento debido principalmente a su alto contenido de níquel, y además tienen alta resistencia a la oxidación. El acero inoxidable tipo 347H (S34709) se utiliza para los depósitos de almacenamiento de alta temperatura.

Ni

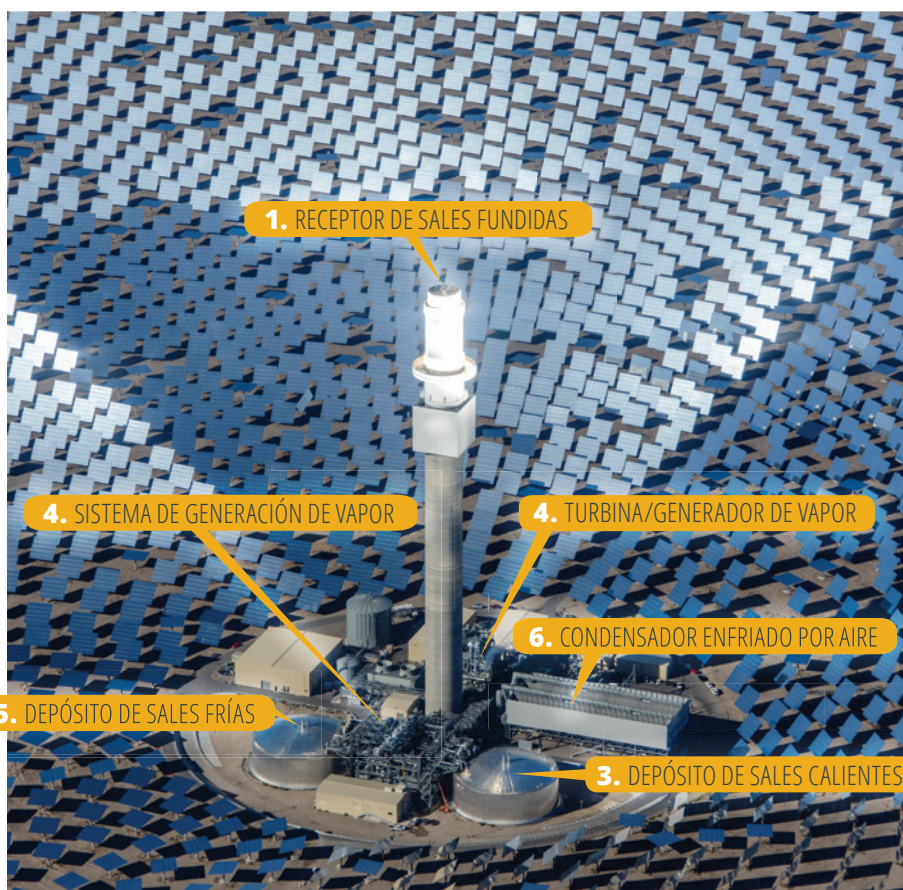


SOLARRESERVE

Crescent Dunes está ubicada en Tonopah, Nevada, en el desierto al norte de Las Vegas. Tiene una capacidad de generación eléctrica neta de 110 MW y diez horas de AET. Esto significa que la planta puede generar energía a plena carga hasta diez horas durante la demanda máxima.

Técnica de concentración de torre solar

1. La luz solar está concentrada y se dirige desde un gran campo de heliostatos hasta un receptor de una torre de 195 m (640 ft)
2. Las sales líquidas del depósito de sales frías se bombean a través del receptor donde se calientan a 566 °C (1050 °F)
3. Las sales calentadas del receptor se almacenan en el depósito de sales calientes
4. Las sales calientes se bombean desde el depósito de sales calientes a través de un generador de vapor para crear vapor, el cual acciona una turbina de vapor, que genera electricidad
5. Las sales frías a 288 °C (550 °F) vuelven al depósito de sales frías
6. El vapor condensado de la turbina de vapor recircula para ser reutilizado



SOLARRESERVE

EL RECICLAJE DEL NÍQUEL: HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR



El níquel reciclado entra en un nuevo ciclo de vida, la mayor parte del mismo como acero inoxidable y alrededor del 15 % en el ciclo del acero al carbono.

El reciclaje es un pilar fundamental en las iniciativas mundiales que se esfuerzan por alcanzar una sustentable más sostenible. Como se expone en los Objetivos de desarrollo sustentable de las Naciones Unidas: 17 objetivos para transformar nuestro mundo, “el consumo y la producción responsables” son esenciales para una economía circular y desempeñan un papel muy importante para mitigar el cambio climático.

En lo que se refiere al reciclaje, ¿qué diferencia al níquel de otras materias primas?

Oportunidad infinita

En primer lugar, el níquel puede reciclarse infinitamente sin pérdida de calidad. En general, los metales procedentes de materias primas primarias no pueden distinguirse de los metales reciclados. Por consiguiente, se pone especial énfasis en asegurar que se recoja y se recicle la mayor cantidad de níquel posible al final de su vida útil.

En segundo lugar, con una tasa de reciclaje del 68 %, el níquel está entre los metales con mayor eficiencia de reciclaje. Esto significa que más de dos tercios de todo el níquel que contienen los productos de consumo se recicla cuando esos productos llegan al final de su vida útil. El níquel reciclado entra en un nuevo ciclo de vida, la mayor parte del mismo como acero inoxidable y alrededor del 15 % en el ciclo del acero al carbono.

Sin embargo, los análisis de datos muestran que el 17 % del níquel sigue sin reciclarse.

Margen para aumentar la eficiencia

La investigación ha desempeñado un papel fundamental en la medición y valoración de las tasas de reciclaje. El objetivo consiste en aprovechar las oportunidades futuras para reducir aún más la cantidad de níquel que acaba en los vertederos.

El Panel Internacional de Recursos del PNUMA, creado en 2007 para generar e intercambiar los conocimientos necesarios para mejorar nuestro uso de los recursos a nivel mundial, publicó un informe sobre el reciclaje de metales en 2011.

Bajo la dirección del Profesor Thomas Graedel de la Universidad de Yale, un equipo de expertos del mundo académico, la industria y la sociedad civil examinó el reciclaje de más de 50 metales. En el informe se evaluaron las eficiencias de reciclaje de metales comunes, metales preciosos y metales menores. El trabajo muestra cuáles son las mayores necesidades para mejorar el reciclaje.

El equipo del Profesor Graedel afirma, “Hay diferencias importantes en las eficiencias de reciclaje de los metales evaluados: por un lado, los metales comunes como el acero al carbono tienen altas eficiencias de reciclaje, mientras que los metales de las tierras raras en la actualidad prácticamente no se reciclan. Influyen diversos factores, como los patrones de uso, si hay un incentivo para la recogida o si existe una infraestructura de recogida y reciclaje”.

Investigación en curso

El níquel y el acero inoxidable están entre las materias primas más investigadas teniendo en cuenta las

reservas (la cantidad de níquel que se usa actualmente en la sociedad) y la modelización del flujo y el reciclaje. Uno de los investigadores que trabajó en la elaboración del informe del PNUMA fue la Dra. Barbara Reck, una investigadora principal del equipo del Profesor Graedel en la Universidad de Yale. Con el respaldo de Team Stainless y el Nickel Institute, ha dedicado varios años a investigar los flujos y las reservas del níquel y el acero inoxidable. Su trabajo ha sido publicado en varias revistas que cuentan con comité de revisión. Los modelos fueron compilados para los años de referencia 2000, 2005 y 2010. Actualmente, la Dra. Reck está finalizando una actualización de los modelos de reservas y flujo del níquel.

“El trabajo mostrará los modelos de reservas y flujo y las tasas de reciclaje para 2015,” explica el Dr. Mark Mistry, el experto del Nickel Institute en el análisis del ciclo de vida del níquel. “Las tendencias que pueden observarse entre la primera investigación en 2000 y 2015 muestran la mayor relevancia de

Asia en el suministro y uso del níquel, las reservas de rápido crecimiento del níquel en la sociedad y además indican una tendencia en la mejora del reciclaje del níquel”.

Un trabajo similar realizado para el acero inoxidable confirma estas tendencias para el primer uso importante del níquel. Se espera que el trabajo se publique a finales de 2018 o principios de 2019.

La industria desempeña un papel

La industria también tiene un papel que desempeñar. La cantidad de níquel que entra inadvertidamente en el ciclo del acero al carbono muestra que es posible una mayor reducción. Por ejemplo, la mejora de los sistemas de clasificación es fundamental para asegurar que más productos que contienen níquel, como el acero inoxidable, se separen de los residuos de acero al carbono.

Lo bueno es que trabajar juntos para aumentar el reciclaje del níquel y reducir los residuos es un objetivo tangible que está creando resultados reales de avance hacia la sustentabilidad.

El reciclaje del níquel es un factor importante en el ciclo de vida útil del níquel y un contribuyente importante a la sustentabilidad global. Los productos que contienen níquel, como el acero inoxidable, son durables y se utilizan durante mucho tiempo. La demanda del níquel está aumentando. El reciclaje del níquel forma parte de la solución, como complemento de la producción primaria.



1. Información de minerales del USGS: Estadísticas globales históricas para productos minerales y materiales.

2. Mudd y Jowitt (2014) – A detailed assessment of global nickel resource trends and endowments. Economic Geology v. 109 pp. 1813-1841.

Cambio de liderazgo en el Nickel Institute



El Dr. Hudson Bates ha sido nombrado presidente del Nickel Institute, con efecto el 1 de junio de 2018 para suceder a David Butler, cuyo mandato concluyó el 31 de mayo. Hudson Bates se incorpora al cargo habiendo dirigido previamente las actividades científicas del Nickel Institute como director ejecutivo de NiPERA Inc. Durante los últimos 20 años, el Dr. Bates ha aplicado sus conocimientos

especializados al estudio de la toxicología del níquel y sus compuestos. Anton Berlin, presidente del Consejo de Administración del Nickel Institute comenta lo siguiente sobre este nombramiento: "Con su ejemplar historial de logros, Hudson se encuentra en una posición ideal para dirigir el Nickel Institute y la industria del níquel en la promoción y el apoyo al uso del níquel en aplicaciones apropiadas". **Ni**

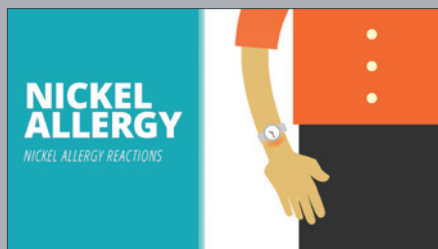
Dra. Adriana Oller nombrada directora ejecutiva de NiPERA



La Dra. Adriana R. Oller ha sido nombrada directora ejecutiva de NiPERA, Inc., la división científica del Nickel Institute, como sucesora del Dr. Hudson Bates. En su nuevo cargo, es responsable de dirigir la investigación estratégica de NiPERA, así como de orientar la investigación y las actividades regulatorias y de comunicación de seis miembros del personal científico a nivel de doctorado. Adriana Oller aporta más de 24 años de

experiencia como toxicóloga de salud humana, tiempo durante el cual ha mantenido un alto nivel de interacción científica, orientando programas de investigación y tratando cuestiones reglamentarias. Ha sido coautora de muchos artículos sobre la toxicología del níquel revisados por homólogos. La Dra. Oller es reconocida por sus colegas como una experta destacada en los efectos del níquel sobre la salud humana. **Ni**

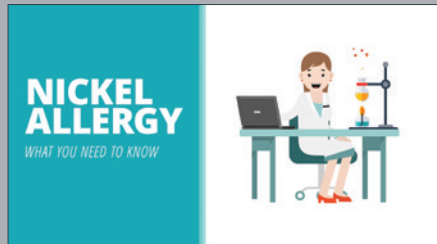
NUEVOS VIDEOS



Explicación de la alergia al níquel

El Nickel Institute ha producido una serie de videos para proporcionar información sobre la alergia al níquel. La Dra. Kate Heim, toxicóloga de NiPERA Inc. experta en el tema, explica la alergia al níquel y cómo evitarla. **Ni**

Mire los videos en el canal de YouTube del Nickel Institute.



<https://www.youtube.com/user/NickelInstitute>

NICKEL REVISTA DIGITAL

WWW.NICKELINSTITUTE.ORG

SUSCRÍBASE gratis a la revista *Nickel*. Recibirá un ejemplar impreso o un aviso por correo electrónico cada vez que se publique un nuevo número. www.nickelinstitute.org/NickelMagazine/Subscription

LEA la revista digital *Nickel* en varios idiomas. www.nickelinstitute.org/NickelMagazine/MagazineHome

CONSULTE LOS NÚMEROS ANTERIORES de la revista *Nickel*, desde julio de 2009, en nuestra hemeroteca digital. www.nickelinstitute.org/en/NickelMagazine/MagazineHome/AllArchives

SÍGANOS en Twitter @NickelInstitute



CONÉCTESE en LinkedIn: visite la página del Nickel Institute



VEA videos sobre el níquel en el canal del Nickel Institute en YouTube



www.youtube.com/user/NickelInstitute

UN CATALIZADOR PARA LAS OPERACIONES SUSTENTABLES

Los catalizadores que contienen níquel se utilizan ampliamente en la industria petroquímica y las refinerías de todo el mundo. Al final de la vida útil, los catalizadores se envían al vertedero o a ser reciclados para recuperar los metales valiosos que contienen. Las refinerías en Kuwait están cambiando la forma en que manipulan los catalizadores agotados.

Un catalizador es una sustancia que acelera las reacciones químicas o causa que la reacción tenga lugar en condiciones en las que no ocurriría normalmente. El material catalizador tiene generalmente una relación entre superficie y peso muy alta, y a veces está unida a un material inerte como la alúmina o la sílice. Muchos catalizadores de níquel son tan reactivos que se autoinflaman, es decir, prenden fuego cuando están expuestos al aire. El contenido de níquel es a menudo confidencial, pero puede variar desde el 1,5 % hasta el 98 % del peso total del catalizador.

En las refinerías de petróleo, los catalizadores de níquel desempeñan un papel fundamental en varios procesos: el hidrotratamiento, el hidrocrackeo y el reformado con vapor. En esos dos primeros procesos, el níquel actúa como promotor, es decir, aumenta la eficiencia del proceso. El reformado con vapor es un proceso a alta temperatura que descompone un combustible como el gas natural en hidrógeno, monóxido de carbono u otros productos útiles. Aquí el níquel es el principal metal catalizador.

Después de un periodo de uso, el catalizador se “agota” y deja de ser eficiente. Se calcula que las refinerías de todo el mundo generan aproximadamente 150 000 toneladas al año de catalizadores agotados de todos los metales. Las refinerías de Kuwait generan por sí solas entre 6000 y 7000 toneladas al año. En el pasado, la mayor parte de ellos se enviaba a vertederos especiales como residuos peligrosos, ya que no había instalaciones en Oriente Medio para reciclar dichos materiales. Las refinerías de Kuwait son cada vez más conscientes de que esta no es una solución medioambiental adecuada. Los recicladores especializados en metales están dispuestos a recoger los catalizadores agotados y enviarlos a un centro de reciclaje adecuado donde los metales valiosos puedan recuperarse. El Dr. Ashish Pathak del Instituto de Investigaciones Científicas de Kuwait (KISR) aclara que “Debido a las inquietudes ambientales y a las políticas de sostenibilidad de la empresa, la opción preferida actualmente en las refinerías de Kuwait parece ser vender los catalizadores agotados a los recicladores de metales”.

Ni



Los recicladores especializados en metales están dispuestos a recoger los catalizadores agotados y enviarlos a un centro de reciclaje adecuado donde los metales valiosos puedan recuperarse.

Detalles del UNS

Composiciones químicas (en porcentaje en peso) de las aleaciones y los aceros inoxidables mencionados en este número de la revista *Nickel*.

UNS	Al	B	C	Co	Cr	Cu	Fe	La	Mn	Mo	N	Nb	Ni	P	S	Si	Ti	W
N06230 pág. 11	0,20-0,50	0,015 máx.	0,05-0,15	5,0 máx.	20,0-24,0	—	3,0 máx.	0,005-0,050	0,30-1,00	1,0-3,0	—	—	bal.	0,030 máx.	0,015 máx.	0,25-0,75	—	13,0-15,0
N06617 pág. 11	0,8-1,5	0,006 máx.	0,05-0,15	10,0-15,0	20,0-24,0	0,5 máx.	3,0 máx.	—	1,0 máx.	8,0-10,0	—	—	44,5 mín.	—	0,015 máx.	1,0 máx.	0,6 máx.	—
N06625 pág. 11	0,40 máx.	—	0,10 máx.	—	20,0-23,0	—	5,0 máx.	—	0,50 máx.	8,0-10,0	—	3,15-4,15	58,0 mín.	0,015 máx.	0,015 máx.	0,50 máx.	0,40 máx.	—
S31600 pág. 5	—	—	0,08 máx.	—	16,0-18,0	—	bal.	—	2,00 máx.	2,00-3,00	0,10 máx.	—	10,0-14,0	0,045 máx.	0,030 máx.	0,75 máx.	—	—
S34709 pág. 11	—	—	0,04-0,10	—	17,0-19,0	—	bal.	—	2,00 máx.	—	—	8xC mín. 1,00máx.	9,0-13,0	0,045 máx.	0,030 máx.	0,75 máx.	—	—

COLUMNA DE NUBES UNA ESCULTURA MONUMENTAL DE ACERO INOXIDABLE QUE CONTIENE NÍQUEL EN EL MUSEO DE BELLAS ARTES DE HOUSTON, TEXAS



Columna de Nubes es otra obra maestra del artista británico-indio Anish Kapoor, famoso por crear la escultura de acero inoxidable Puerta de las Nubes que define el Parque del Milenio en Chicago.

Concebida a finales de la década de los 90 y realizada en 2006, Columna de Nubes fue comisionada originalmente por el Museo Británico. Posteriormente fue adquirida por el Museo de Bellas Artes de Houston como una de las dos esculturas públicas que se exhibirían en el campus renovado del museo.

La escultura alargada de 8,95 x 3,32 x 2,03 metros está fabricada de acero inoxidable tipo 316 (UNS S31600) y pesa un poco menos de diez toneladas. Está hecha a mano de placas de acero inoxidable, soldadas en segmentos a los que se les ha dado forma. La excepcional elaboración artesanal de la escultura resultó en una sutil superficie ondulada, que crea múltiples reflejos.

Un lado de la escultura es convexo, mientras que el otro es cóncavo. Cuando los espectadores miran el frente cóncavo

de la escultura, su reflejo y los alrededores se muestran al revés, lo cual les invita a contemplar no solo el objeto, sino también cómo nos posicionamos con relación al mundo que nos rodea.

La instalación duró dos días y se necesitó una enorme grúa para elevar la escultura 50 metros por encima de la Escuela de Artes Glassell y colocarla en su base en la Plaza Brown Foundation, Inc. Se pulió a mano durante y después de la instalación para lograr un acabado de verdadero espejo.

Columna de Nubes es un elemento inspirador agregado al campus revitalizado del Museo. Develada en mayo de 2018, la escultura ya es un sitio de interés en Houston y seguirá impresionando a sus espectadores durante décadas gracias a la durabilidad y al atractivo reflectante del acero inoxidable.

Ni

Anish Kapoor, Columna de Nubes, 1998–2006, acero inoxidable, Museo de Bellas Artes de Houston, la compra realizada por el Museo fue financiada por el Caroline Wiess Law Accessions Endowment Fund.