

# NICKEL REVISTA

LA REVISTA DEDICADA AL NÍQUEL Y SUS APLICACIONES

---

NICKEL, VOL. 33, NÚM. 1, 2018

## La transición energética: el níquel ayuda a combatir el cambio climático

*La revolución del  
vehículo eléctrico*

*Proyecto avanzado de  
perforación geotérmica profunda  
en Islandia*

*Captura y almacenamiento  
de carbono: una solución  
subterránea*



# ESTUDIO DE CASO 12

## INSTALACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS EN ENERGÍA AURORA



*Los depósitos de acero inoxidable garantizan una larga vida útil en los entornos corrosivos ocasionados por la materia orgánica en descomposición.*

### **Acero inoxidable: más fácil de digerir**

Cuando la sequía del milenio y la creciente población de Melbourne (Australia) pusieron una mayor presión sobre recursos limitados como el agua y la energía, Weltec Biopower – un productor de bioenergía – y los ingenieros Aquatec Maxcon aportaron sus conocimientos especializados a Yarra Valley Water para construir una instalación de transformación de residuos en energía. La instalación de transformación de residuos en energía Aurora procesa residuos de alimentos comerciales y los transforma en energía limpia y renovable. A su vez, esto genera suficiente biogás para hacer funcionar la planta de tratamiento de aguas residuales Aurora y la nueva instalación de reciclado de agua, vendiendo o exportando el excedente de energía a la red eléctrica.

### **Transformación de basura en energía renovable**

En operación desde mayo de 2017, los mercados y productores de alimentos cercanos entregan a la instalación

el equivalente a 33 000 toneladas de residuos de alimentos comerciales cada año. La planta ReWaste, la primera instalación de procesamiento de residuos de alimentos independiente construida por una empresa de servicios públicos de aguas en Australia, se basa en el proceso de digestión anaeróbica.

Se montaron ocho depósitos de acero inoxidable, incluidos cinco depósitos de pre-almacenamiento, dos digestores y un depósito grande de almacenamiento in situ. El acero inoxidable fue el material ideal para soportar los entornos corrosivos creados por la materia orgánica en descomposición que contiene sulfuro de hidrógeno, cloruros y ácidos orgánicos.

Para los depósitos se usó un grado de acero inoxidable austenítico tipo 304 (UNS S30400). La parte superior de los digestores, que se encuentran en parte en la zona de salpicadura y en parte en la fase gaseosa, se fabricó con el acero inoxidable austenítico de más alta aleación tipo 316Ti (S31635).

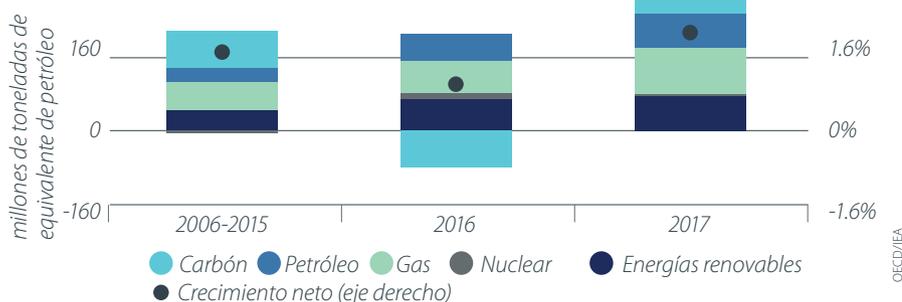
Ni

*El estudio de caso completo puede descargarse desde [www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)*

# EDITORIAL: LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EL PAPEL OCULTO PERO ESENCIAL DEL NÍQUEL

En la Conferencia de París sobre el Clima (COP21) celebrada en 2015, 195 países acordaron la meta de limitar el incremento de la temperatura media mundial a menos de 2 °C sobre los niveles pre-industriales. Sin embargo, con el aumento de la demanda de energía, las emisiones de carbono relacionadas siguen subiendo. Según el Informe de estado de la energía global y el CO<sub>2</sub> de la Agencia Internacional de Energía, la demanda global de energía creció en un 2,1% en 2017 y más del 70% del crecimiento provino de los combustibles fósiles.

Crecimiento anual promedio de la demanda de energía por combustible



De manera más optimista, el informe señaló que “las energías renovables observaron la tasa de crecimiento más alta entre las fuentes de energía en 2017, satisfaciendo una cuarta parte del crecimiento de la demanda energética global”. Este aumento de la energía renovable está impulsado por China y los Estados Unidos, seguidos de la UE, India y Japón. De hecho, China agregó tanta energía solar durante 2017 que iguala la capacidad solar total combinada de Francia y Alemania.

El níquel desempeña un papel importante en una gama de aplicaciones diseñadas para conducir hacia la transición energética y tratar el calentamiento global. En este número, examinamos un proyecto de almacenamiento masivo de energía eólica mediante batería en Australia Meridional; una iniciativa de captura de carbono de gran escala en Canadá; el potencial de la energía geotérmica en Islandia; cómo está ayudando el acero inoxidable al níquel a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en India, y mucho más. Cada uno de estos enfoques representa pasos hacia alcanzar los objetivos de París. El níquel constituye una parte esencial de la ecuación para lograr la meta de la transición energética, conseguir reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la eficacia energética.

Clare Richardson  
Editora, Revista Nickel



*Soluciones de energía geotérmica en Islandia*

*Esperamos que les guste el nuevo aspecto de la revista Nickel. Ahora que hemos llegado al 33o aniversario de su publicación, pensamos que es un buen momento para renovarlo. ¡Díganos qué le parece!*

[communications@nickelinstitute.org](mailto:communications@nickelinstitute.org)

# ÍNDICE

- 02 **Estudio de caso n.o 12**  
*la transformación de residuos de alimentos en energía*
- 03 **Editorial**  
*la transición energética: el papel oculto pero esencial del níquel*
- 04-05 **Actualidades de Nickel**
- 06 **La revolución venidera de los VE**  
*está aumentando el uso del níquel*
- 07 **La batería de iones de litio más grande del mundo**  
*construida por Tesla en Australia Meridional*
- 08 **Baterías alimentadas con níquel**  
*hechos y cifras*
- 09 **Combustibles limpios para cocinar en India**  
*cocina de acero inoxidable mejorada*
- 10-11 **Perforación geotérmica profunda en Islandia**  
*dependiente del níquel*
- 12-13 **Captura y almacenamiento del carbono**  
*Proyecto Quest de Shell, Canadá*
- 14 **Tomarse en serio el cambio climático**  
*China toma medidas*
- 14 **Enlaces web**
- 14-15 **Nuevas publicaciones**
- 15 **Detalles UNS**
- 16 **Un edificio estelar de lujo**  
*diseñado por Zaha Hadid*

La revista Nickel es una publicación del Nickel Institute  
[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

David Butler, Presidente; Clare Richardson, Editora  
[communications@nickelinstitute.org](mailto:communications@nickelinstitute.org)

Colaboradores: David Chen, Parul Chhabra, Gary Coates, Isaline de Baré, Debbie Govier, Peter Kelly-Detwiler, Larry Martin, Richard Matheson, Geir Moe, Kim Oakes, 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©Andrew\_Mayovskyy  
pág. 2 Photo.com©Andrew\_Mayovskyy  
pág. 4 iStockPhoto.com©scibak  
pág. 6 iStockPhoto.com©3alex  
pág. 10,11 Wikimedia Commons  
pág. 14 iStockPhoto.com©jacus

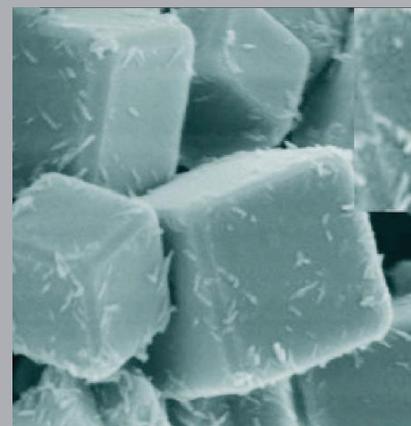
# NICKEL

ACTUALIDADES



## Conversión más sustentable del metano

El borboteo del gas metano mediante una aleación fundida de bismuto y níquel, un proceso desarrollado en la Universidad de California, Santa Bárbara, es prometedor como método para producir hidrógeno. El reformado tradicional del metano por vapor produce dióxido de carbono como subproducto, mientras que en este nuevo método el carbono en el metano se transforma en grafito. El equipo de investigación está colaborando con Shell para intentar desarrollar más esta tecnología.



XIANMEI XIANG/ANZHOUINSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS

## ¡Noticias sobre excitones!

Por primera vez, científicos rusos de la Ural Federal University (UrFU), junto con compañeros del Instituto de Física del Metal del Departamento de los Urales de la Academia Rusa de las Ciencias, han estudiado las características fundamentales de los nanocristales de óxido de níquel y encontraron excitones en el límite de absorción de luz. Esto puede resultar útil para el desarrollo de la próxima generación de dispositivos optoelectrónicos. Un excitón es un par electrón-hueco unido con acoplamiento electroestático que migra a un cristal y transmite energía dentro del mismo. Los resultados del estudio se publicaron en la revista *Physica B: Physics of Condensed Matter*.



BRIAN LONG

# Baterías recicladas a punto de ebullición

Se ha desarrollado en la Universidad de California en San Diego un nuevo y más sencillo proceso de reciclado de las baterías de iones de litio usadas. Para las baterías NMC que contienen valioso níquel, manganeso y cobalto además de litio, el proceso consiste en eliminar las partículas del cátodo y tratarlas en una solución alcalina caliente y posteriormente cocerlas a 800 °C.

Cuando fueron reutilizados en baterías nuevas, los niveles originales de la capacidad de almacenamiento de carga, el tiempo de carga y la vida útil de la batería fueron restablecidos.



DAVID BAILLOT/UC SAN DIEGO JACOBS SCHOOL OF ENGINEERING

# Reinventar la rueda

¿Diseñar llantas para mundos extraterrestres? Olvidemos la elongación y el rebote y pensemos en la “estequiometría” y las “aleaciones con memoria de forma”.

Científicos del Glenn Research Center de la NASA, cerca de Cleveland, han desarrollado una llanta no neumática que cumple con las normas, hecha de una malla de níquel-titanio estequiométrico, previendo su uso para una futura misión a Marte.

La innovación, llamada Llanta superelástica, es la evolución más reciente de la Llanta elástica que NASA Glenn y Goodyear desarrollaron hace unos años, inspirada en las llantas del vehículo lunar del programa Apolo.

“La versión más reciente utiliza aleaciones con memoria de forma capaces de soportar una gran tensión como componentes de soporte de carga, en vez de los materiales elásticos típicos”, dijo NASA Glenn.

“La aleación de níquel-titanio está sometida a un reajuste atómico para acomodar la deformación”, según Santo Padula, un científico especialista en materiales de NASA Glenn. “Esto permite que una llanta hecha de la aleación se deforme hasta 30 veces más que una hecha de un material más convencional y que recupere su forma original sin deformación plástica irreversible”.



DAVID BAILLOT/FACULTAD DE INGENIERIA, JACOBS DE UC SAN DIEGO



THE LONG NOW FOUNDATION

# ¿Qué hace que un reloj de 10,000 años haga tic tac?

La Long Now Foundation ([longnow.org](http://longnow.org)) ha empezado a instalar un reloj mecánico en una montaña del oeste de Texas que marcará el tiempo durante 10,000 años. El mecanismo está hecho principalmente de acero inoxidable tipo 316 (UNS S31600), titanio y cojinetes de bolas de cerámica de funcionamiento en seco. El reloj hará tictac solamente una vez al año, con una manecilla de siglo que marca cada 100 años, y un cuco que aparece cada milenio. Con un sistema de engranaje especialmente diseñado que tiene una precisión equivalente a un día en 20,000 años, se autocorrigie “bloqueando las fases” respecto al sol del mediodía. Concebido por el ingeniero y empresario estadounidense Danny Hillis, el reloj tiene como objetivo cambiar el pensamiento de la humanidad alejándolo de lo inmediato, e inspirando a la gente a tener una visión del mundo a más largo plazo.

# LA IMPORTANCIA **CADA VEZ MAYOR DEL NÍQUEL** EN LA PRÓXIMA REVOLUCIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO



*En menos de cinco años, se espera que los VE cuesten menos que los automóviles con motores de combustión interna y está previsto que las ventas se disparen hasta decenas de millones. Según algunos cálculos, el número de VE en la carretera alcanzará los 350 millones en 2035.*

*Una parte esencial de la estrategia para abordar el cambio climático es cambiar la forma en que nos trasladamos del punto A al punto B. La industria del transporte es responsable de aproximadamente el 14% de las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) del mundo. Si bien la solución puede adoptar muchas formas, se espera que los vehículos eléctricos (VE) desempeñen un papel importante en la reducción de la contaminación.*

Está claro que, dado que los VE dependen de la electricidad, las emisiones asociadas no son cero a menos que la propia red sea libre de carbono. Sin embargo, un estudio reciente del National Renewable Energy Laboratory indica que incluso en una red eléctrica intensiva en carbono, el uso de VE resulta en menos emisiones que las alternativas convencionales.

Hasta hace poco, en general, los VE no eran importantes. El primer año en que se vendieron más de un millón de VE fue 2017, en comparación con los 88 millones de automóviles convencionales y vehículos comerciales ligeros vendidos a nivel mundial en 2016, pero eso es solo el principio.

## **Se prevé que el uso del níquel en los VE se acelere**

Algunos analistas esperan que para 2040 las ventas de VE eclipsen las de los vehículos con motores de combustión interna, desplazando ocho millones de barriles de petróleo al día. Esos millones de coches, camiones y autobuses necesitarán baterías de iones de litio que contienen níquel. Actualmente, según los analistas de mercado Roskill, las baterías usan aproximadamente el 3% del suministro de níquel del mundo, pero se estima que esta cifra se eleve rápidamente.

## **Nuevas composiciones químicas**

Las baterías de níquel-manganeso-cobalto (NMC), utilizadas actualmente por muchos fabricantes de automóviles, usan proporciones del 33% níquel, 33% cobalto, y 33% manganeso (conocidas como 1:1:1). Otros ya están usando las fórmulas 6:2:2 (60% níquel, 20% manganeso, y 20% cobalto). Actualmente se intenta ajustar más la composición química del NMC y crear un cátodo 8:1:1 usando 80% níquel, 10% manganeso y 10% cobalto. Dos fabricantes coreanos, incluido LG Chem, han anunciado planes de introducir en el mercado estas nuevas composiciones químicas en 2018. Y también se prevé que otras compañías como Tesla (que utiliza una tecnología de NCA - níquel, cobalto, aluminio) comiencen a utilizar más níquel.

Aunque también existen composiciones químicas de iones de litio sin níquel, todavía no se ha desarrollado una tecnología comparable al níquel en cuanto a su densidad –la proporción de potencia y peso– que sea fundamental para mover estos vehículos por la carretera de manera rentable. Por lo tanto, el níquel será un principal –y creciente– actor en el masivo despliegue mundial de vehículos eléctricos en nuestra carrera por salvar el planeta.



© TESLA

# LA BATERÍA DE IONES DE LITIO MÁS GRANDE DEL MUNDO: AUSTRALIA MERIDIONAL

*En 2016, cuando 1.7 millones de residentes en el estado de Australia Meridional se quedaron sin electricidad como consecuencia de los daños causados por una tormenta a la infraestructura esencial, el níquel se convirtió inadvertidamente en el silencioso triunfador al enfrentarse al cambio climático y abordar las estrategias sobre las políticas energéticas.*

Inmediatamente después de la crisis, que dejó a algunos residentes sin electricidad hasta dos semanas, se creó el proyecto Hornsdale Power Reserve como resultado de una promesa del CEO de Tesla, Elon Musk, de construir la batería de iones de litio más grande del mundo en Australia Meridional en 100 días.

Tesla ha construido la batería de 129 MWh en colaboración con el gobierno estatal y Neoen, la compañía de energía renovable francesa propietaria del adyacente Parque eólico Hornsdale. Está diseñada para equilibrar la carga de la generación de energía renovable del estado y generar energía de reserva en caso de emergencia durante períodos de escasez previstos. Esencialmente, la batería almacena la energía que ya está siendo generada por la energía eólica y solar.

Si bien no se ha comunicado la composición química exacta de las baterías de

iones de litio utilizadas en la reserva, Musk ha dicho anteriormente que para esta batería de red, Tesla usaría una composición química de iones de litio con un cátodo de níquel, manganeso y óxido de cobalto.

Las configuraciones tradicionales de las baterías de NMC, como se conocen, usan níquel, manganeso y cobalto en partes iguales. No obstante, los fabricantes de baterías están empezando a experimentar con proporciones relativas de níquel, cobalto y manganeso, y los últimos informes muestran un uso del níquel de hasta el 80%. A medida que aumenta el níquel, también aumenta la capacidad de la batería de absorber el litio, con lo cual llega a tener más capacidad y su fabricación es más económica. El níquel, el cobalto, el grafito y el litio son los principales motores del costo total de la batería, que Tesla ha conseguido reducir en un 35%.



*La escala y el uso del níquel en esta aplicación no deberían subestimarse. La batería abarca aproximadamente una hectárea de terreno y es capaz de generar una potencia de pico adicional para aproximadamente 50,000 hogares.*

NI

# POTENTES BATERÍAS CON NÍQUEL

La preocupación por el cambio climático, el impulso hacia la eficiencia energética y la adopción de los objetivos para emisiones de dióxido de carbono por parte de los gobiernos están contribuyendo a aumentar el interés en las tecnologías de energías renovables que implican baterías y almacenamiento de energía. Si bien el níquel no siempre se menciona, su presencia en muchas tecnologías de baterías está ayudando a reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero, permitiendo que las soluciones de energía limpia constituyan una parte central de nuestro esfuerzo por afrontar el calentamiento global.

## BATERÍAS DE IONES DE LITIO

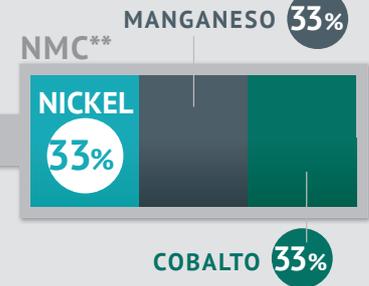
El níquel desempeña un papel fundamental en las composiciones químicas de las baterías de iones de litio usadas para alimentar vehículos eléctricos, dispositivos médicos y herramientas eléctricas inalámbricas, así como para almacenar energía renovable.



## LAS OPCIONES ACTUALES DE BATERÍAS

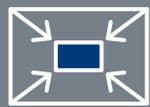
Los compuestos de litio se combinan con otros materiales para crear baterías de iones de litio. Dos de las composiciones químicas de baterías de iones de litio que se usan comúnmente contienen níquel.

### COMPOSICIÓN DEL CÁTODO:



\*NCA: Níquel Cobalto Aluminio \*\*NMC: Níquel Manganese Cobalto

## VENTAJAS



MENOS ESPACIO



MAYOR DURACIÓN

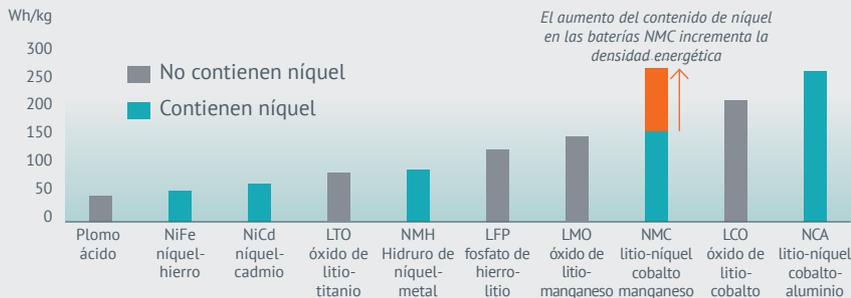


ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



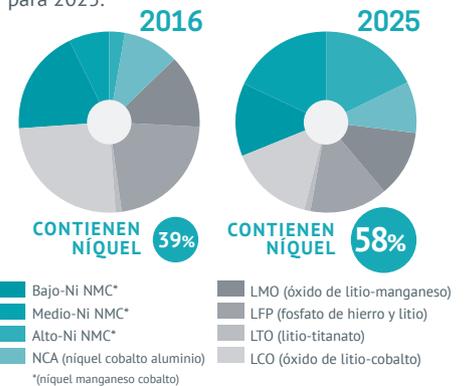
MÁS LIVIANAS

## LAS BATERÍAS QUE CONTIENEN NÍQUEL TIENEN MUCHAS COMPOSICIONES QUÍMICAS Y OFRECEN LA MAYOR DENSIDAD ENERGÉTICA DEL MERCADO



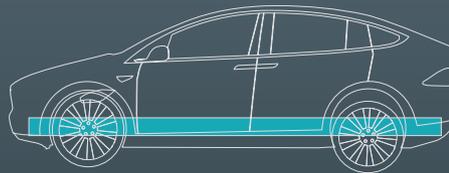
## CRECIENTE PARTICIPACIÓN DE LAS BATERÍAS DE IONES DE LITIO QUE CONTIENEN NÍQUEL

El sector de baterías de iones de litio continuará creciendo como respuesta a la fuerte demanda de productos alimentados por baterías. En particular, aumentará la demanda de baterías de gran densidad energética que contienen níquel para aplicaciones tales como vehículos eléctricos y almacenamiento de energía renovable. Actualmente el 39% de las baterías de iones de litio contienen níquel. Se espera que esta cifra aumente hasta el 58% para 2025.



## IMPULSANDO EL FUTURO DEL TRANSPORTE

Las empresas y los gobiernos en todo el mundo están pidiendo una mayor capacidad y energía a un menor costo para lograr reducciones de los gases de efecto de invernadero. Esto está propiciando una gran inversión en I+D e instalaciones de nueva producción en el sector de las baterías de litio, vinculada directamente con el desarrollo de los vehículos eléctricos (VE). Los cátodos que contienen níquel hacen que las baterías sean más ligeras y más pequeñas, y que proporcionen mayor densidad energética, lo cual resulta en un VE más eficaz. Está claro que las baterías de VE del futuro emplearán más níquel.



*"Nuestros elementos deberían llamarse níquel-grafito, porque el cátodo es principalmente de níquel y el ánodo es de grafito con óxido de silicio... [contiene] un poco de litio, pero es como la sal en la ensalada"*  
- Elon Musk, CEO Tesla

## EL NÍQUEL ES PARTE DE LA SOLUCIÓN PARA UNA SOCIEDAD MÁS SOSTENIBLE

El níquel que contiene la batería produce mayor densidad y almacenamiento de energía a un menor costo. Y, esencialmente, contribuye a una mayor autonomía. La invención de nuevas baterías está ayudando a que cada kWh de almacenamiento en la batería sea más competitivo en cuanto al costo, de manera que las fuentes de energía renovable intermitente, como la eólica y la solar, puedan sustituir a los combustibles fósiles para la producción de energía.

# LA ESTUFA DE ACERO INOXIDABLE CON NÍQUEL FACILITA UNA TECNOLOGÍA LIMPIA PARA COCINAR EN LA INDIA RURAL

*Según los cálculos de la Organización Mundial de la Salud, la exposición al humo de las estufas tradicionales que queman biomasa (leña, estiércol, residuos agrícolas) y carbón –el principal método para cocinar y obtener calor para casi tres mil millones de personas en el mundo en desarrollo– causa más de cuatro millones de muertes prematuras al año (2012).*

Tan sólo en la India ocurren más de 1.2 millones de muertes de este tipo cada año. Además, las prácticas de cocina tradicionales son térmicamente ineficaces y contribuyen al cambio climático a través de emisiones de gases de efecto de invernadero, tales como dióxido de carbono y metano, y aerosoles como el negro de humo.

## **Las estufas mejoradas de consumo eficaz de combustible reducen las emisiones.**

Para contrarrestar estos efectos, una organización de investigación sin fines de lucro con sede en Nueva Delhi, The Energy Research Institute (TERI), diseñó una estufa mejorada de bajo consumo energético, TERI SPT 0610. La estufa mejorada puede funcionar con una gama de combustibles de biomasa tradicionales. Hecha de acero inoxidable, la parte central interior está fabricada con el tipo 304 (UNS S30400) donde se produce la combustión, y con el tipo 202 (S20200) para la estructura exterior y la base, así como las tuercas y los pernos.

Recientes pruebas de laboratorio realizadas por el Indian Institute of Technology en Delhi mostraron que la estufa de acero inoxidable con níquel

tenía un rendimiento considerablemente mayor que las estufas tradicionales. Produce menores emisiones y consume menos combustible. La cocina mejorada demostró una eficacia de combustión del 37%. En comparación con una cocina tradicional de barro, el modelo probado mostró una reducción del 72% de las emisiones de partículas (PM 2.5), del 80% de la emisión de monóxido de carbono y del 54% del consumo de combustible.

## **Crear un aire más limpio al cocinar**

La utilización de 20,869 estufas mejoradas entre 2009 y 2015 ha resultado en una reducción del tiempo de cocción del 43.6% y un ahorro de leña anual estimado de casi 24,000 toneladas. Una investigación realizada por la Universidad de California en San Diego, TERI y Nexleaf Analytics, sugiere que el cambio a una estufa de biomasa limpia podría reducir emisiones equivalentes a aproximadamente cinco toneladas de dióxido de carbono por hogar al año y también reduciría la contaminación del aire entre el 60 y el 7%.

Mediante innovaciones como la estufa mejorada, el acero inoxidable al níquel está contribuyendo a lograr un aire más limpio y una mejor salud en el mundo en vías de desarrollo.

Ni



*Garantizar el acceso universal a combustible y tecnologías limpias es una meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas sobre energía (ODS 7). Si se logra esta meta se podrían evitar millones de muertes prematuras y mejorar la salud y el bienestar de miles de millones de personas que dependen de los combustibles y las tecnologías contaminantes para la cocina, la calefacción y la iluminación.*



# VIAJE AL CENTRO DE LA TIERRA: EL NÍQUEL PUEDE SER ESENCIAL PARA EL ÉXITO DEL PROYECTO AVANZADO DE PERFORACIÓN PROFUNDA GEOTÉRMICA DE 4.5 KM EN ISLANDIA



HANSUELI KRAPIF

*Encontrar la aleación adecuada para el trabajo es incluso más crucial a medida que los desarrolladores vislumbran una posible e importante nueva frontera geotérmica: proyectos geotérmicos profundos avanzados cerca del borde del magma terrestre, a presiones de hasta 200 atmósferas.*

*El pozo geotérmico típico convencional produce energía procedente de agua o vapor en contacto con roca caliente a 200-325 °C, con pozos de una profundidad que varía típicamente entre los 60 y los 3,000 m. En este momento, la industria tiene décadas de experiencia y las tecnologías son relativamente bien conocidas. El acero inoxidable y otros materiales que contienen níquel se emplean común y satisfactoriamente en estos proyectos a nivel mundial, siendo su papel principal hacer frente a las salmueras y sustancias químicas corrosivas.*

## **Diferentes condiciones locales requieren diferentes aleaciones**

Se han desarrollado proyectos geotérmicos ampliamente en todo el planeta, desde Kenia hasta Nueva Zelanda, con una capacidad muy superior a los 13,000 megavatios (MW) en todo el mundo, y la posibilidad de alcanzar hasta 23,000 MW para 2021. Algunos países, como Kenia – que a finales de 2016 tenía una capacidad de 650 MW, lo cual representa aproximadamente la mitad de su producción de electricidad– dependen en gran medida de dicho recurso.

Los proyectos geotérmicos se desarrollan en entornos totalmente diferentes, con enormes variaciones en cuanto a los iones de metal, los cloruros corrosivos y los gases encontrados. Por consiguiente, se emplea una amplia gama de aceros inoxidables y aleaciones de níquel en las tuberías y los equipos de proceso.

Para muchos pozos menos corrosivos, se utilizan comúnmente aceros inoxidables al níquel estándar, incluidos los tipos 304L (UNS S30403), 316L (S31603) y 321 (S32100), pero en pozos con alto contenido de cloruros o sulfatos, a menudo se necesitan aleaciones más resistentes a la corrosión. Entre ellas

puede incluirse el acero inoxidable dúplex tipos 2205 (S32205), 2507 (S32750) o las aleaciones austeníticas como 904L (N08904) o 825 (N08825). En entornos extremadamente corrosivos, pueden necesitarse más de las aleaciones de níquel más resistentes a la corrosión como la aleación 625 (N06625) y C-276 (N10276).

Este reto de encontrar la aleación adecuada para el trabajo es incluso más crucial a medida que los desarrolladores vislumbran una posible e importante nueva frontera geotérmica: proyectos geotérmicos avanzados a profundidad cerca del borde del magma terrestre, a presiones de hasta 200 atmósferas.

## **Un posible nuevo enfoque de la energía geotérmica en Islandia: explotar los fluidos supercríticos**

El primero de estos proyectos de perforación profunda está ubicado en el campo geotérmico de Krafla, en el noreste de Islandia. Allí se está explorando el potencial de un recurso geotérmico mucho mayor, con el objetivo de aprovechar los fluidos supercríticos a 400-600 °C. Supercrítico es el punto en el que, bajo temperatura y presión extremas, no existen fases distintas de gas y líquido.



ÁSGEIR EGGERTSSON

Después de 176 días de perforación, el proyecto de 15 millones de dólares de Islandia, que usa revestimientos de acero inoxidable para tratar la corrosión, alcanzó la profundidad prevista de 4,659 metros en enero de 2017 y encontró condiciones supercríticas (452 °C – la temperatura más alta que jamás se haya medido en un pozo geotérmico). Los siguientes pasos han sido realizar más pruebas e investigación, en concreto pruebas de flujo y experimentos de manipulación de fluidos. No se conocerá una determinación final sobre la tecnología y los aspectos económicos de la producción de electricidad hasta finales de 2018.

**Con estas condiciones extremas, la corrosión ha sido un gran problema.** Durante la perforación, han surgido varios retos clave de ingeniería. Un gran problema es que el vapor sobrecalentado contiene gases ácidos que son sumamente corrosivos y plantean posibles retos, incluso a las aleaciones de níquel muy resistentes a la corrosión que se usan típicamente en aplicaciones geotérmicas convencionales. Las pruebas realizadas

han demostrado que aleaciones como la C-276 y la 625 funcionan relativamente bien a temperaturas más bajas (180 °C), pero las tasas de corrosión son considerablemente mayores a 350 °C. Está muy claro que el entorno de perforación profunda, con sus temperaturas incluso superiores a los 400 °C y entornos altamente corrosivos, ha creado nuevos retos en todo el espectro de aleaciones.

Si puede aprovecharse este recurso, el potencial de otros recursos geotérmicos podría ser enorme en las zonas geológicas del mundo donde hay volcanes jóvenes y el magma está relativamente cerca de la superficie. Para que este recurso se desarrolle de manera rentable, es preciso identificar las aleaciones de níquel adecuadas que son necesarias para esta difícil tarea.

#### **Campo geotérmico de Krafla en el noreste de Islandia**

Si puede aprovecharse este recurso, el potencial de otros recursos geotérmicos podría ser enorme en las zonas geológicas del mundo donde hay volcanes jóvenes y el magma está relativamente cerca de la superficie.

#### *Campo geotérmico de Krafla en el noreste de Islandia*

*Si puede aprovecharse este recurso, el potencial de otros recursos geotérmicos podría ser enorme en las zonas geológicas del mundo donde hay volcanes jóvenes y el magma está relativamente cerca de la superficie.*



BATINTHERAIN

NI

# PROYECTO QUEST DE SHELL

## CÓMO CONTRIBUYE EL ACERO INOXIDABLE AL NÍQUEL A MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE



CINW GROUP/SHELL CANADA LIMITED

*Las instalaciones de captura de CO<sub>2</sub> constan de unidades de absorción de amina ubicadas en cada una de las unidades de fabricación de hidrógeno, de una unidad de regeneración de amina común, de una unidad de compresión de CO<sub>2</sub> y de una unidad de deshidratación de trietilenglicol.*

*La Agencia Internacional de Energía (AIE) considera que la captura y el almacenamiento de carbono (CAC) constituyen una importante tecnología de mitigación climática en su estrategia del Mapa azul para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Se necesita la CAC para hacer una transición exitosa a una economía de bajo consumo de carbono y lograr la meta internacional de París sobre el cambio climático de “menos de 2 grados”.*

El acero inoxidable al níquel tipo 304L (UNS S30403) es un factor que contribuye al éxito de las operaciones de CAC donde hay inquietudes sobre la corrosión del dióxido de carbono húmedo en fase líquida en los circuitos del proceso. El dióxido de carbono disuelto en agua forma ácido carbónico, un ácido débil que puede atacar los aceros al carbono bajo ciertas condiciones de proceso. Sin embargo, el tipo 304L es típicamente resistente a dichas condiciones.

### **Mantener el CO<sub>2</sub> fuera de la atmósfera**

El tipo 304L desempeñó un papel clave en el proyecto Quest de captura y almacenamiento de carbono de Shell, lanzado en 2015 con el objetivo de capturar y almacenar hasta un millón de toneladas de dióxido de carbono al año de la planta de mejoramiento ampliada Scotford en Fort Saskatchewan, Alberta. La instalación fue construida en nombre de los propietarios de la empresa conjunta del Proyecto de Arenas Bituminosas Athabasca (AOSP, por sus siglas en inglés) (entre los socios actuales se incluyen Shell, Chevron y Canadian Natural Resources), con el apoyo de los gobiernos de Canadá y Alberta. El financiamiento era parte del compromiso de la provincia de reducir las emisiones de plantas industriales de

gran escala, que contribuyen hasta un 70% de las emisiones en Alberta.

El dióxido de carbono es capturado de los reformadores de metano a vapor de Scotford, que producen hidrógeno para transformar el bitúmen en productos de petróleo más ligeros. El dióxido de carbono capturado se transporta a 65 kilómetros de la instalación a través de una tubería subterránea hasta varios pozos en un lugar de almacenamiento permanente. La duración nominal del diseño de la planta es de 25 años.

### **Logro de los objetivos antes de tiempo**

Desde la puesta en marcha de la operación comercial hace casi tres años, se logró el hito de captación de más de dos millones de toneladas de CO<sub>2</sub> antes de lo previsto.

Quest es la primera aplicación de esta tecnología en una planta de mejoramiento de arenas bituminosas. Desde una perspectiva global, es comparable a las emisiones de aproximadamente 250,000 vehículos motorizados al año.

Shell Canada hace hincapié en que un componente clave de este éxito ha sido la integración del proyecto más nuevo con unidades de proceso existentes. Esto facilitó el “perfeccionamiento” y la optimización de la operación, lo cual resultó

en una confiabilidad de la planta del 99% (tiempo de interrupción no planeado de menos del 1%) durante el primer año.

Según la experiencia de operación e ingeniería de Shell Canada, el acero inoxidable austenítico se usa en las secciones de captura y compresión del proceso, así como para las tuberías de inyección en los pozos.

### Cómo funciona

La instalación de captura está interconectada con varias corrientes de gas del proceso en las tres unidades de fabricación de hidrógeno, donde se produce hidrógeno para la transformación del bitumen del AOSP en petróleo crudo. El dióxido de carbono se elimina haciendo que la corriente de gas de metano, el dióxido de carbono, el monóxido de carbono y el hidrógeno entren en contacto con una solución de amina.

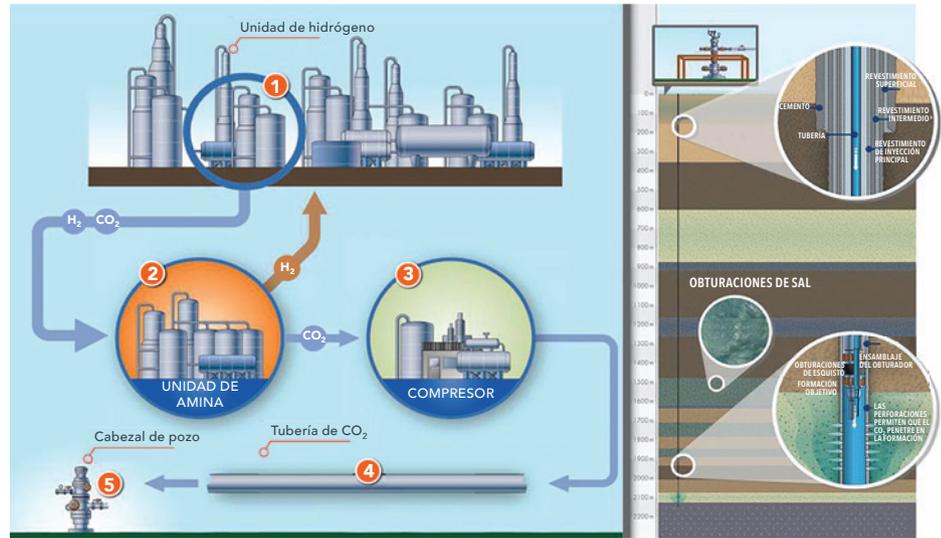
El dióxido de carbono se separa de la amina en un proceso de regeneración que produce el 95% de dióxido de carbono a una presión ligeramente superior a la presión atmosférica. A continuación, la corriente de dióxido de carbono se comprime a un estado supercrítico, se deshidrata mediante un compresor de varias etapas y se transporta a través de una tubería para su deposición fuera del emplazamiento.

El CO<sub>2</sub> entra en la tubería aproximadamente a 40 °C y a una presión de 10 MPa. A esto a veces se le denomina estado de fase densa. Se inyecta en los pozos a una temperatura ligeramente menor en estado líquido.

### Un gran paso hacia adelante para la captura y el almacenamiento de carbono

El éxito del diseño, la construcción y la operación de esta planta de Alberta representa un importante paso hacia el uso de esta tecnología. Los datos del Global CCS Institute indican que hay “actualmente 21 instalaciones de CAC de gran escala en operación o en construcción a nivel mundial; estas instalaciones pueden eliminar 37 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año que de otro modo habrían entrado a la atmósfera. Esto supone el equivalente a sacar de las carreteras a casi ocho millones de vehículos de pasajeros”.

NI



CN W GROUP/SHELL CANADA LIMITED

# Indicios de que China se está tomando en serio la lucha contra el cambio climático

En el Foro Económico Mundial en Davos, Suiza, celebrado en enero de 2017, el presidente de China, Xi Jinping, defendió el Acuerdo de París sobre el clima y pidió una cooperación internacional más fuerte para hacer frente a los problemas globales de hoy día. El papel de China será fundamental, puesto que actualmente es el mayor inversionista en infraestructuras sostenibles.



En 2016, China invirtió 88,000 millones de dólares en energía renovable, la mayor inversión del mundo. China, donde se ubican cinco de los principales fabricantes de paneles solares y cinco de los diez principales fabricantes de turbinas eólicas, está creando capacidad a un ritmo sorprendente, instalando como promedio una turbina eólica cada hora. China ha comenzado también otras iniciativas para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Muchas de ellas requieren materiales que contienen níquel.

## El impulso del aumento de los vehículos eléctricos (VE) -

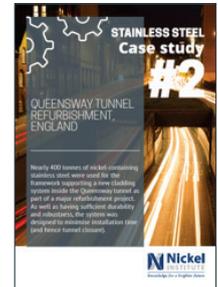
Al ser el mayor mercado de automóviles del mundo, China está proporcionando incentivos para comprar vehículos totalmente eléctricos y vehículos híbridos eléctricos enchufables para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y ayudar a limpiar el aire en las ciudades. El objetivo es llegar a cinco millones de VE para 2020. Estos vehículos utilizan típicamente baterías de iones de litio que contienen níquel. El gobierno chino dio otro paso adelante en febrero de 2018, cuando dictaminó que los fabricantes de VE serán responsables de establecer canales de reciclaje y centros de servicio de baterías.

**El plan para producir más energía nuclear** - Para satisfacer las demandas futuras de energía reduciendo al mismo tiempo las emisiones de GEI, China planeó construir 60 reactores nucleares para 2020. El accidente de 2011 en el reactor nuclear Fukushima en Japón ocasionó una pausa, pero China ha vuelto a comprometerse y actualmente está construyendo 20 reactores. El principal circuito de una planta nuclear, el cual contiene el núcleo del reactor, está fabricado casi exclusivamente de aceros inoxidables al níquel y aleaciones de níquel.

**Un ferrocarril más ecológico** - El Plan de la Red Ferroviaria (2016-2030) de China prevé que el kilometraje total de las vías ferroviarias alcanzará los 175,000 km para 2025. También se ampliarán las redes de metro y ferrocarril. Para ello se necesitarán más vagones, que típicamente están fabricados con acero inoxidable al níquel tipo 304 (UNS S30400).

Con grandes ciudades ubicadas en zonas bajas que podrían quedar prácticamente sumergidas en un siglo si no se mitiga el cambio climático, China está demostrando que se está tomando en serio emprender acciones.

## Estudios de casos



Tres nuevos estudios de casos estructurales de acero inoxidable al níquel que sirven de inspiración para arquitectos e ingenieros pueden descargarse del sitio web del Nickel Institute. Los estudios de casos fueron redactados por Nancy Baddoo del Steel Construction Institute, un proveedor líder e independiente de conocimientos especializados técnicos y diseminador de mejores prácticas para el sector de la construcción de acero.

# NICKEL

REVISTA DIGITAL

[WWW.NICKELINSTITUTE.ORG](http://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](http://www.nickelinstitute.org/NickelMagazine/Subscription)

LEA la revista digital *Nickel* en varios idiomas. [www.nickelinstitute.org/NickelMagazine/MagazineHome](http://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](http://www.nickelinstitute.org/en/NickelMagazine/MagazineHome/AllArchives)

SÍGANOS en Twitter @NickelInstitute



CONÉCTESE en LinkedIn: visite la página del Nickel Institute

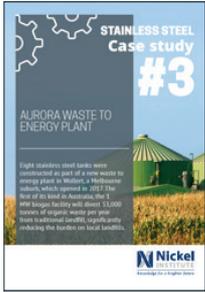


VEA videos sobre el níquel en el canal del Nickel Institute en YouTube



[www.youtube.com/user/NickelInstitute](http://www.youtube.com/user/NickelInstitute)

# NUEVAS PUBLICACIONES



núm. 1  
Pasarela de Águilas

núm. 2  
Renovación del túnel  
de Queensway

núm. 3  
Instalación de  
transformación de  
residuos en energía

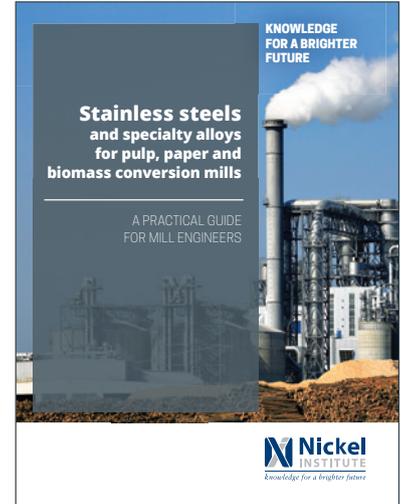
## Los aceros inoxidable y las aleaciones especiales para las fábricas de transformación de pulpa, papel y biomasa

El Nickel Institute ha publicado una segunda edición totalmente revisada de *Stainless Steels and Specialty Alloys for Pulp, Paper and Biomass Conversion Mills*, una guía popular y práctica para ingenieros de fábricas y proyectos en el sector de la pulpa, el papel y la biomasa.

El equipo de revisión estuvo bajo la dirección del Dr. Andrew Garner, editor principal, junto con otros diez especialistas en materiales, y recibió el asesoramiento del grupo de trabajo del Comité de Corrosión e Ingeniería de Materiales de la TAPPI.

Además de abarcar los cambios tecnológicos para las fábricas de pulpa y papel, la publicación incluye nuevos capítulos sobre las fábricas de transformación de biomasa, las técnicas de inspección basadas en los riesgos y una guía completa del uso de fijaciones resistentes a la corrosión. Tienen especial interés los detalles sobre los aceros inoxidable dúplex más recientes, su aplicación y por qué funcionan.

Este libro puede descargarse gratuitamente del sitio web del Nickel Institute. Pueden pedirse ejemplares impresos enviando un mensaje a [communications@nickelinstitute.org](mailto:communications@nickelinstitute.org). La guía es una inestimable adición a la biblioteca de cualquier ingeniero de fábrica.



## Detalles del UNS Composición química (en porcentaje del peso) de las aleaciones y los aceros inoxidable mencionados en este número de la revista Nickel.

UNS	Al	C	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	N	Nb	Ni	P	S	Si	Ti	W
S20200 pág. 9	-	0.15 máx.	-	17.0- 19.0	-	bal.	7.5- 10.0	-	0.25 máx.	-	4.0- 6.0	0.060 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-
S30400 pág. 2,9,12,14,16	-	0.08 máx.	-	18.0- 20.0	-	bal.	2.00 máx.	-	0.10 máx.	-	8.0- 10.0	0.045 máx.	0.030 máx.	0.75 máx.	-	-
S30403 pág. 10	-	0.03 máx.	-	18.0- 20.0	-	bal.	2.00 máx.	-	0.10 máx.	-	8.0- 12.0	0.045 máx.	0.030 máx.	0.75 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.	-	-
S31603 pág. 10	-	0.03 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.	-	-
S31635 pág. 2	-	0.08 máx.	-	16.0- 18.0	-	bal.	2.00 máx.	2.00- 3.00	-	-	10.0- 14.0	0.045 máx.	0.030 máx.	0.75 máx.	5 x (C+N) mín. 0.70 máx.	-
S32100 pág. 10	-	0.08 máx.	-	17.0 19.0	-	bal.	2.00 máx.	-	-	-	9.0- 12.0	0.045 máx.	0.030 máx.	0.75 máx.	5 x (C+N) mín. 0.70 máx.	-
S32205 pág. 10	-	0.030 máx.	-	22.0- 23.0	-	bal.	2.00 máx.	3.00- 3.50	0.14- 0.20	-	4.50- 6.50	0.030 máx.	0.020 máx.	1.00 máx.	-	-
S32750 pág. 10	-	0.030 máx.	-	24.0- 26.0	0.50 máx.	bal.	1.20 máx.	3.3- 5.0	0.24- 0.32	-	6.0- 8.0	0.35 máx.	0.020 máx.	0.80 máx.	-	-
N08904 pág. 10	-	0.020 máx.	-	19.0- 23.0	1.00- 2.00	bal.	2.00 máx.	4.00- 5.00	-	-	23.0- 28.0	0.045 máx.	0.035 máx.	1.00 máx.	-	-
N08825 pág. 10	0.2 máx.	0.05 máx.	-	19.5- 23.5	1.5- 3.0	22.0 mín.	1.0 máx.	2.5- 3.5	-	-	38.0- 46.0	0.03 máx.	0.03 máx.	0.5 máx.	0.6- 1.2	-
N06625 pág. 10	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.	-
N10276 pág. 10	-	0.01 máx.	2.5 máx.	14.5- 16.5	-	4.0- 7.0	1.0 máx.	15.0- 17.0	-	-	bal.	0.025 máx.	0.010 máx.	0.08 máx.	-	3.0- 4.5

# EL ACERO INOXIDABLE ES EL PROTAGONISTA DE UN EDIFICIO ESTELAR DE LUJO

*Más de 900 piezas de paneles continuos entrelazados fabricados de acero inoxidable tipo 304 envuelven elegantemente la fachada del edificio y los balcones residenciales en un diseño chevron, creando una obra de arte dinámica y escultórica.*

*El 520 West 28<sup>th</sup> ha transformado el paisaje arquitectónico de la zona West Chelsea de Nueva York, con su espectacular fachada de vidrio y acero inoxidable al níquel.*

El edificio residencial de lujo de 11 plantas fue diseñado por la difunta arquitecta anglo-iraquí ganadora del Premio Pritzker, Zaha Hadid, conocida por sus diseños en formas circulares y abstractas.

Ubicado en High Line Park, el paisaje urbano circundante fue la principal inspiración del diseño del edificio. La configuración de distintos niveles y las curvas de la fachada confieren exclusividad a este edificio en forma de L.

El acero inoxidable tipo 304 (UNS 30400) tiene un acabado ennegrecido logrado mediante un proceso de envejecimiento, un cepillado orbital ligero y un entintado a mano.

Los paneles fueron diseñados, cortados, soldados e instalados por el grupo

de fabricación M. Cohen and Sons, con sede en Filadelfia. Se invirtieron más de 350,000 horas de trabajo para producirlos y conseguir que la visión de la arquitecta cobrara vida.

La funcionalidad y durabilidad del acero inoxidable facilitan una solución de larga duración. Su atractivo estético lo convirtió en el material elegido para crear el espectacular impacto visual. Además, el acero inoxidable fue especificado para adaptarse al barrio de larga tradición industrial de Chelsea, donde se ubica.

El edificio cuenta con 39 unidades tipo loft con servicios como estacionador de automóviles automatizado, una piscina de 23 metros iluminada por un tragaluz y el único cine IMAX privado de la ciudad de Nueva York.

