

NICKEL REVISTA

LA REVISTA DEDICADA AL NÍQUEL Y SUS APLICACIONES

NICKEL, VOL. 34, NÚM. 3, 2019

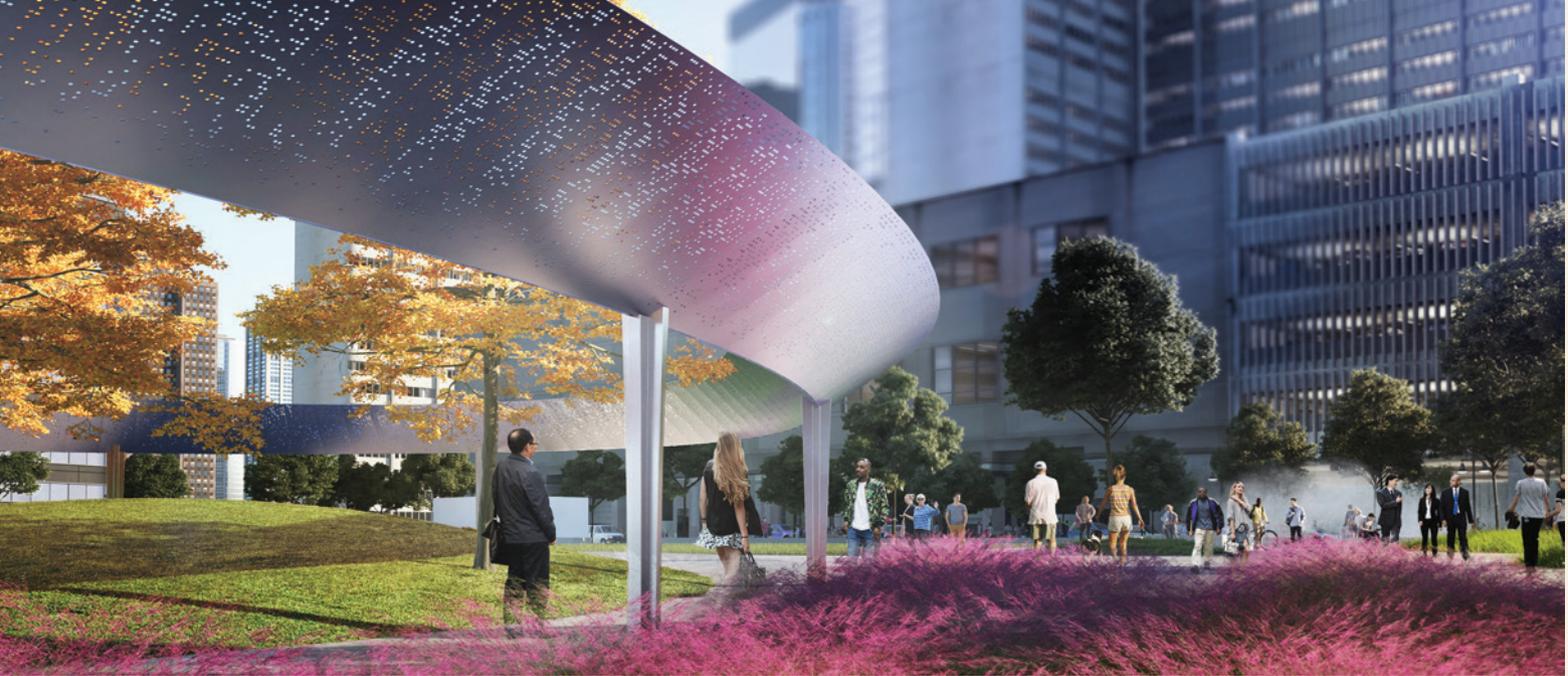
Resiliencia Longevidad y sostenibilidad con el níquel

*Energía eólica:
el níquel creando una carcasa dura*

*Reducción de
envases no reutilizables*

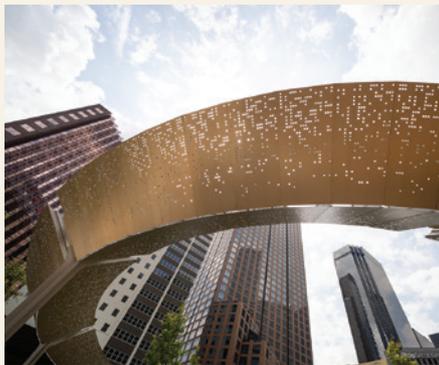
*Los lavadores de gases marinos cumplen
con límites de emisiones más bajas*





ESTUDIO DE CASO 17

PABELLÓN PACIFIC PLAZA PARK



HKS ARCHITECTS

El diseño de código Morse en los paneles refleja la riqueza histórica de Pacific Avenue en Dallas, la empresa ferroviaria Texas and Pacific Railway y la época en que los inspectores de tren y los maquinistas se comunicaban por telégrafo.

La tarea Convertir un estacionamiento del centro de Dallas, Texas, en un atractivo espacio verde con un parasol de categoría mundial, una característica arquitectónica que filtra la luz del sol y reduce el resplandor.

El reto Situado en una densa zona urbana, la estructura elíptica tenía que atraer a los peatones desde todos los ángulos y complementar los altos edificios circundantes.

Los diseñadores El diseño del pabellón fue encargado a HKS Architects, con sede en Dallas, y su Laboratorio para Exploración Intensiva (LINE, por sus siglas en inglés). Zahner, una empresa arquitectónica especializada en metal y vidrio, fue contratada por la principal empresa de diseño del parque, SWA, para prestar servicios de asistencia en diseño.

El diseño El parasol elíptico está situado aproximadamente a 5 metros sobre el suelo y se apoya en 11 columnas, en ángulo para mostrarse lo más finas posible. Los paneles, fabricados de acero inoxidable granallado, son una versión abstraída del código Morse americano.

Se utilizaron aproximadamente 15.6 toneladas de acero inoxidable de tipo 304 (UNSS30400).

HKS realizó numerosos estudios para asegurar que todos los detalles del patrón del código Morse fueran correctos, explorando el espaciado, el tamaño de los orificios y la expresión del patrón. El resultado fue un patrón de gradiente con acero inoxidable macizo en el punto más bajo, estando más perforado gradualmente hacia la parte superior.

El resultado Según Parks for Downtown Dallas (Departamento de Parques para el Centro de Dallas), “Esta gran estructura que proporciona sombra se extiende hasta la esquina, envuelve el espacio de eventos y jardines y en última instancia crea una sensación icónica de un lugar que exhibe generaciones de patrimonio arquitectónico”.



EDITORIAL: RESILIENCIA

“Resiliencia”: no es una palabra que todo el mundo asocie con el níquel o los materiales que contienen níquel. Se relaciona más con los sistemas orgánicos/ dinámicos: ecologías, culturas, nosotros mismos: capaces de “recuperarse (o recuperarnos)”, o flexibles y duraderos frente a los cambios y las tensiones.

Este número de *Nickel* desafía esa estrecha perspectiva orgánica de la resiliencia y ofrece ejemplos en los que la presencia del níquel en varias formas permite que las estructuras, los productos y los procesos exhiban propiedades de “resiliencia”, todo para el beneficio de la sociedad y la sostenibilidad.

El uso del acero inoxidable al níquel en estructuras, como la plataforma de este puente, garantiza que pueda hacer frente a décadas de exposición a todo lo que la humanidad y la naturaleza pueda arrojarle (incluida la sal). Los materiales que contienen níquel que pueden soportar el duro clima del Mar del Norte contribuyen



también a la resiliencia de las turbinas eólicas marinas. Además, los aceros inoxidables al níquel en todo tipo de ollas, sartenes y superficies de preparación de alimentos resisten golpes, raspaduras y rayones...con superficies que empiezan a recuperar su resistencia a la corrosión al instante. Un rayón puede permanecer visible, pero no se oxidará, lo que brindará más años o décadas de servicio. Se ofrece más información sobre esto en nuestra nueva sección de preguntas y respuestas en la *página 14*.

Y esto sin mencionar los muchos y cada vez más numerosos usos y la importancia de las baterías que contienen níquel, por no decir la gran y creciente cantidad de níquel en sus muchas formas que se está reciclando.

La idea de “resiliencia” cuando se aplica al níquel es más amplia que la perspectiva habitual. Pero, pensándolo bien, es verdad e indica la magnitud de las contribuciones del níquel.

Clare Richardson
Editora, Revista *Nickel*



FRANK SMITH

“La resiliencia es la capacidad para soportar, adaptarse a las condiciones cambiantes y recuperarse positivamente de los choques y tensiones.

Por consiguiente, la infraestructura resiliente podrá seguir brindando servicios esenciales debido a su capacidad para soportar, adaptarse y recuperarse positivamente de cualquiera de los choques y tensiones que pueda afrontar ahora y en el futuro”.

The Resilience Shift
resilienceshift.org

ÍNDICE

- 02 **Estudio de caso n.o 17**
Pacific Park Plaza, Dallas
- 03 **Editorial**
Resiliencia
- 04 **Actualidades de Nickel**
- 06 **Residuo cero**
Envase multiuso
- 08 **Lavadores de gases marinos**
Níquel a bordo
- 11 **Juego de niños**
La seguridad en el equipo de áreas de juego
- 12 **Energía eólica**
El níquel por su resistencia y resiliencia
- 14 **Preguntas y respuestas técnicas**
Decapado y pasivado
- 15 **Nuevas publicaciones**
- 15 **Detalles UNS**
- 16 **Mujer de muchas palabras**
La escultura de Katherine Mansfield

La revista Nickel es una publicación del Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Dr. Hudson Bates, Presidente
Clare Richardson, Editora

communications@nickelinstitute.org

Colaboradores:

Gary Coates, Richard Matheson, Bruce McKean, Geir Moe, Kim Oakes, 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 imágenes de Stock:

Portada: Baxternator
pág. 3 Bill Oxford; pág. 5. Max2611, Petmal; pág. 8 GBlakeley;
pág. 11. SbytovaMN; pág. 12. adventtr; pág. 13 ezyipix,

NICKEL

ACTUALIDADES



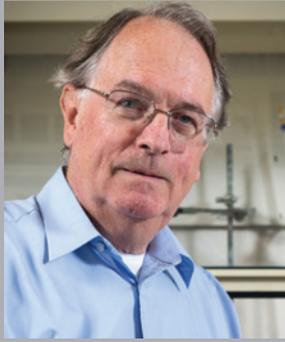
CASA REAL DE LA MONEDA DE CANADÁ

Moneda trimetálica galardonada

La tecnología de monedas trimetálicas de la Casa Real de la Moneda de Canadá está llamando la atención en todo el mundo. Estas innovadoras piezas constan de un anillo de acero latonado y un núcleo interior de acero níquelado por una cara y acero cobreado por la otra. Según la Casa de la Moneda, al disponer varios materiales la pieza combina “las características de seguridad visibles e invisibles más avanzadas, incluidas las firmas electromagnéticas diferenciadas en máquinas expendedoras”. La moneda recibió el premio *al Mejor nuevo producto, característica o distribución de moneda* en los Premios de Excelencia en Divisas para Monedas 2019 de la Asociación Internacional de Asuntos de Divisas.



JOHN B. GOODENOUGH



M. STANLEY WHITTINGHAM



AKIRA YOSHINO



Trabajo sobre baterías galardonado

John B. Goodenough, de 97 años, profesor de ingeniería estadounidense nacido en Alemania, M. Stanley Whittingham, de 77 años, profesor de química británico-estadounidense y el japonés Akira Yoshino, de 71 años, de Asahi Kasei Corporation y la Universidad Meiji, han ganado el Premio Nobel de Química por su trabajo en el desarrollo de las baterías de iones de litio. Su trabajo conjunto en la década de 1970 y 1980 propició el lanzamiento de las baterías comerciales portátiles y recargables en 1991, lo cual redujo la dependencia mundial de los combustibles fósiles y fomentó innovaciones en el almacenamiento de energía para automóviles eléctricos y teléfonos móviles. Desde esos primeros fundamentos, los posteriores desarrollos con un alto contenido de níquel en el cátodo han aumentado la energía y densidad de potencia de la batería. A sus 97 años, Goodenough es la persona más mayor que ha recibido un Premio Nobel.

Combustible más rápido del agua de mar



Los científicos de Stanford, Hongjie Dai, J.G. Jackson y C.J. Wood, han publicado una innovadora forma sostenible de separar gas hidrógeno y gas oxígeno del agua de mar utilizando electricidad. Aunque la electrólisis no es una idea nueva, requiere agua altamente purificada, cuyo costo hizo que fuera inviable para el uso a gran escala debido a su suministro limitado. Sin embargo, el problema con la abundante agua de mar era la rápida corrosión de los ánodos sumergidos. Al introducir un ánodo de capas de hidróxido de níquel-hierro sobre sulfuro de níquel, cubriendo un núcleo de espuma de níquel, para repeler el cloruro corrosivo, los científicos lograron conducir hasta diez veces más electricidad, generando hidrógeno del agua de mar a una velocidad más rápida. “Creo que establecimos un récord en la corriente para dividir el agua de mar”, dijo Dai. “Ahora que se ha averiguado la receta básica para la electrólisis con agua de mar, el nuevo método abrirá las puertas para aumentar la disponibilidad de combustible de hidrógeno, alimentado por energía solar o eólica”.



SEABINPROJECT.COM

Recolector de basura del océano

Es la creación de dos surfistas australianos que estaban cansados de ver tanta basura cuando estaban surfando olas. Llamados *Seabins*, son recolectores de basura flotantes que interceptan residuos, incluidos los macro y microplásticos, sin interferir con la vida marina. Diseñados para instalarse en el agua de puertos deportivos, clubs náuticos, puertos y cualquier masa de agua con un entorno tranquilo, usan una bomba eléctrica para atrapar la basura, que es capturada en una bolsa recolectora que se monitorea y se vacía a diario. Sumergido, puede verse el borde gris y amarillo del cubo, apoyado sobre un soporte de acero inoxidable al níquel de grado marino tipo 316 (UNSS31600). Una solución inteligente y oportuna para un problema creciente a nivel mundial.

RESIDUO CERO

PRESENTACIÓN INNOVADORA DE PRODUCTOS ENVASADOS



Ya se han lanzado más de 100 envases reciclables, resistentes y estilosos para productos horneados, bebidas, pasta, refrigerios, productos congelados, de higiene personal y de limpieza.



La reducción de los envases no reutilizables y el aumento del reciclaje de algunas de las marcas mundiales más importantes están dando un gran salto adelante con Loop de TerraCycle, una nueva plataforma de residuo cero. El acero inoxidable desempeña un papel clave debido a su durabilidad y a sus propiedades de facilidad de limpieza y esterilización. Anunciada en el Foro Económico Mundial 2019, TerraCycle ha estado trabajando durante más de un año con empresas importantes como Procter & Gamble, Nestlé, PepsiCo, Unilever y más de una docena de otras empresas para desarrollar la nueva plataforma.

Según Loop, “Esta iniciativa tiene como objetivo establecer un nuevo modelo de consumo que acabe con la dependencia de la sociedad de los envases desechables y elimine la idea de residuos. Al hacerlo, apoya el consumo responsable con claros beneficios para los consumidores, las empresas, los gobiernos y el medio ambiente”.

Lanzada a principios de 2019, Loop está disponible ahora en París y en partes de EE. UU., entre ellas Nueva Jersey, Pensilvania, Delaware, Vermont, Connecticut y Rhode Island. Los residentes en las áreas de servicio pueden comprar artículos como helado o champú en elegantes envases de acero inoxidable. UPS está colaborando en el proyecto piloto inicial para la entrega y recogida de pedidos.

Actualmente, los productos están disponibles solamente a través del sitio de comercio electrónico de Loop. El pedido se entrega en una bolsa reutilizable, diseñada por ingenieros de UPS para resistir repetidos viajes. Cuando se acaban los productos, los envases vacíos se vuelven a poner en la bolsa reutilizable. Cuando

la bolsa esté llena, ésta es recogida o puede dejarse para ser entregada a una instalación de limpieza y esterilización.

Dado que las marcas más importantes están reconociendo ahora que las actuales prácticas de envasado necesitan este tipo de revolución, se suscitará un gran interés por ver si este modelo, parecido al de las entregas de leche en botellas de vidrio de principios del siglo XX, puede demostrar que funciona en el mundo actual.

Diseño innovador y resiliente

Loop es una iniciativa de TerraCycle, una empresa de reciclaje con sede en Nueva Jersey que captó la atención del público por primera vez al comercializar un fertilizante orgánico compuesto por heces de gusanos.

Tom Szaky, su presidente, presentó originalmente el concepto de Loop en Davos en 2017. Después de contar con el apoyo de los mayores comerciantes de productos envasados del mundo, un reto clave ha sido el diseño y la evaluación de una amplia gama de productos de uso diario para desarrollar el diseño adecuado y favorable para el consumidor



Los envases de acero inoxidable de doble pared para helado se mantienen fríos entre 24 y 36 horas, pero tienen aislante y son cómodos al tacto.

Los envases vacíos se ponen en una bolsa que se recoge y se entrega a una instalación para ser limpiados y luego enviados a los fabricantes para su relleno.

de manera que resulte atractivo adoptar el sistema.

Se están desarrollando elegantes envases de acero inoxidable que desempeñarán un papel fundamental para convencer a los consumidores de que realicen este importante cambio en sus hábitos de consumo y reciclaje. Desde desodorante rellenable, hasta helado que se mantiene congelado, e incluso recipientes de pañales y productos de higiene que filtran los olores desagradables, cada envase está diseñado para 100 o más usos.

A través de sus programas piloto, Loop pondrá a prueba el funcionamiento del sistema, incluyendo la durabilidad de los envases, los impactos en las operaciones de fabricación, la entrega y,

fundamentalmente, si los consumidores vuelven a pedir productos de esta forma.

Loop envía actualmente unos 100 productos y tiene planes de aumentar este número a entre 300 y 400 en un futuro próximo. Los productos Loop, que actualmente solo están disponibles como servicio en línea, con el tiempo estarán en tiendas físicas, colocados al lado de productos parecidos con envase no reutilizable.

Próximo paso: Loop está en proceso de expandirse en todo Estados Unidos, Canadá, Alemania, Japón y el Reino Unido. El objetivo es que todo el mundo entre en el circuito de Loop, y el acero inoxidable al níquel hará que eso sea posible.



NI

LOOP

A BORDO CON LOS LAVADORES DE GASES MARINOS

SOLUCIONES RESILIENTES PARA EMISIONES MÁS BAJAS



Las normativas cada vez más rigurosas sobre emisiones de óxido de azufre (SOx) están fomentando el uso de los lavadores de gases marinos en todo el mundo. Los lavadores de gases funcionan en un entorno altamente corrosivo y necesitan la resiliencia de las aleaciones al níquel para evitar fallas.

Debido a los conocidos impactos en el medio ambiente y la salud humana asociados con las partículas de azufre y gasóleo, ya existen Áreas de Control de Emisiones de Azufre (SECA, por sus siglas en inglés) en el Mar Báltico, el Mar del Norte, un área de Norteamérica (que abarca zonas costeras designadas de Estados Unidos y Canadá) y el área del Mar del Caribe de Estados Unidos (alrededor de Puerto Rico y las Islas Vírgenes de Estados Unidos). El límite de azufre del combustible en las SECA es de 0.10% desde el 1 de enero de 2015.

Establecidos por mandato de la Organización Marítima Internacional (OMI), los nuevos límites de las emisiones de SOx fuera de las SECA entran en vigor el 1 de enero de 2020. El límite de azufre en combustibles de caldera para buques (densos, con alto contenido de azufre) se está reduciendo de 3.50% a 0.50%. En lugar de usar el combustible de bajo contenido de azufre de 0.50%, las embarcaciones pueden instalar un sistema de lavado de los gases de escape (lavador de gases) para limitar las emisiones de SOx.

Abierto y cerrado

Como respuesta a estos requisitos reglamentarios, se han desarrollado dos tipos de tecnología de lavadores de gases húmedos: circuito abierto y circuito cerrado.

En muchos casos, están combinados en un sistema híbrido que puede emplear la tecnología más apropiada, dependiendo de la alcalinidad del entorno marino o de las áreas designadas de vertido cero en las que operará la embarcación.

El interior de un lavador de gases es un entorno extraordinariamente riguroso. Las soluciones ácidas de cloruro calientes requieren el uso de aleaciones al níquel muy resistentes a la corrosión, como la aleación 31 (N08031), la aleación C-276 (N10276) y la aleación 59 (N06059).

En los lavadores de gases húmedos marinos, los gases de escape pasan por una corriente de agua, los óxidos de azufre se eliminan reaccionando con el agua de lavado para formar ácido sulfúrico y los gases lavados salen a través del embudo. El ácido sulfúrico que se produce por la reacción con el agua de lavado es neutralizado por la alcalinidad del agua de lavado.

El agua de lavado normalmente puede descargarse en el mar abierto después de ser tratada en un separador para eliminar cualquier lodo.

El circuito abierto utiliza la alcalinidad natural del agua de mar para la neutralización, mientras que el circuito cerrado agrega una solución alcalina (típicamente hidróxido de sodio) para realizar la neutralización.



YARAMARINE.COM

Los sistemas de lavado de gases de circuito cerrado son necesarios para las zonas marinas con baja alcalinidad natural. Una vez limpiados, los vertidos pueden descargarse en el agua de forma segura. Cuando se opera en una región de vertido cero, los vertidos deben recolectarse en un depósito de retención para su eliminación en tierra.

Los lavadores de gases marinos de uno u otro tipo forman parte de la gestión del motor y son fundamentales para el funcionamiento seguro de la embarcación. Si no funcionan, el armador puede causar daño al medio ambiente y a la salud humana, así como arriesgarse a importantes consecuencias legales y daño a su reputación.

Las nuevas normas mejorarán significativamente la calidad del aire en muchas zonas costeras y portuarias pobladas, evitando muertes prematuras y asma relacionados con la contaminación, así como lluvia ácida en estas regiones. Con la ayuda de las aleaciones al níquel, la industria marítima hará un “buen lavado”. NI

¿Por qué alto contenido de azufre?

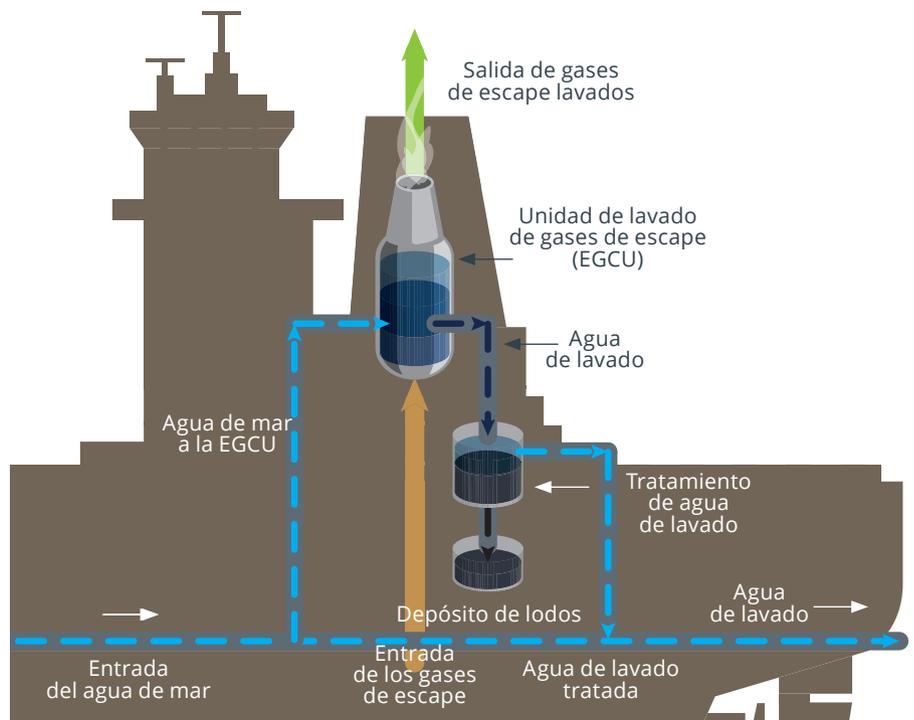
Algunos petróleos crudos son naturalmente bajos en azufre (“dulce”) pero una gran parte tiene alto contenido de azufre (“ácido”) y tiene que ser tratado de forma diferente. El combustible marítimo de alto contenido en azufre es abundante y relativamente barato. Los motores de embarcaciones lo toleran bien y usan aproximadamente cuatro millones de barriles (550,000 toneladas) al día. Su disponibilidad y bajo costo se tienen en cuenta en la estructura actual de costos de las tarifas de flete marítimo. Las nuevas reglas de la OMI están desafiando ese status quo.

Entre las opciones disponibles para cumplir con las reglas OMI2020 se incluyen cambiar a un combustible de bajo contenido de azufre considerablemente más caro o instalar un sistema de lavado de gases de escape.

Para los buques más grandes en particular, el menor costo y la recuperación más rápida de la inversión que supone la instalación de un lavador de gases marino hace que los buques portacontenedores estén haciendo fila para realizar dicha instalación y así evitar las sanciones y multas impuestas por los estados nacionales de la OMI. Actualmente, la gran demanda de embarcaciones que requieren acondicionamiento está sobrecargando la capacidad de los proveedores de material, proveedores de equipo e instalaciones que pueden realizar el trabajo.

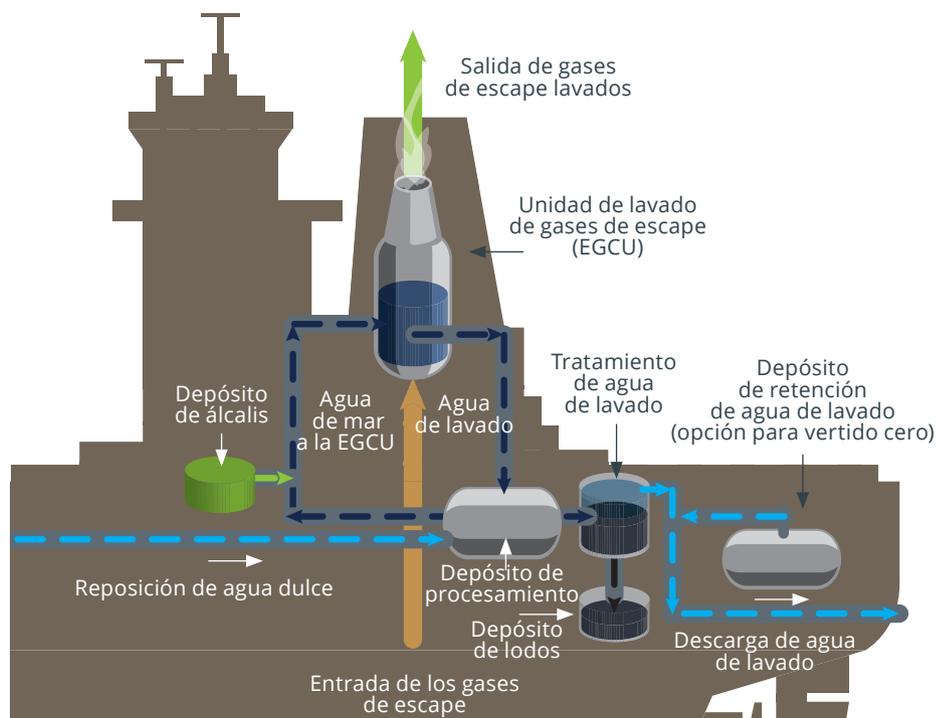
Un sistema de circuito abierto utiliza el agua de mar como solución de lavado. El ácido sulfúrico formado se neutraliza reaccionando con carbonatos y otras sales del agua de mar para formar sulfatos. Esta solución lavada es tratada para eliminar materias sólidas y aumentar el pH antes de ser descargada de nuevo en el mar, y los sólidos eliminados se almacenan a bordo para su eliminación en tierra. Los lavadores de gases de circuito abierto funcionan satisfactoriamente con la alcalinidad natural del agua de mar, mientras que el agua dulce y salobre no es eficaz para este sistema debido a su falta de alcalinidad natural. Por este motivo, un lavador de gases de circuito abierto no se considera adecuado para zonas como el Mar Báltico, los estuarios y las zonas cerca de la tierra, donde los niveles de salinidad son inferiores. Las reglas de MARPOL exigen que el agua de lavado sea controlada antes de la descarga para asegurar que el pH no sea inferior a 6.5.

LAVADOR DE GASES DE CIRCUITO ABIERTO



Un sistema de circuito cerrado usa una solución alcalina (típicamente hidróxido sódico) como solución de lavado, que es necesaria para el agua con alcalinidad baja (agua dulce o salobre) y las zonas donde no se permiten descargas. Este proceso es menos corrosivo debido a los niveles inferiores de cloruros. Sin embargo, los cloruros aumentarán con el tiempo en la solución de lavado hasta que se cambia. Cada sistema necesita diferentes cantidades de materiales que contienen níquel dependiendo del entorno operativo.

LAVADOR DE GASES DE CIRCUITO CERRADO



SEGURIDAD EN ESTRUCTURAS DE JUEGO

EQUILIBRIO ENTRE DIVERSIÓN, RETO Y SEGURIDAD



Los padres esperan que las estructuras de juego estén cuidadosamente diseñadas y sean seguras. Especialmente seguras. Por eso las fijaciones, los soportes, las cadenas y los diversos accesorios fundidos de acero inoxidable al níquel se usan tan ampliamente.

Los niños aprenden duras lecciones. Se caen de cosas. No calculan bien las distancias o su fuerza y las consecuencias pueden ser embarazosas, dolorosas o ambas. Los padres comprenden esto e incluso lo esperan cuando llevan a los niños a las áreas de juego y les permiten usar las estructuras de juego. Los padres están acostumbrados a los gritos, las lágrimas y las ocasionales rodillas rasguñadas. Sin embargo, lo que no es aceptable es cualquier daño ocasionado por fallas del equipo.

Los diseñadores y fabricantes de parques infantiles y sus estructuras son plenamente conscientes de su responsabilidad y de sus posibles obligaciones. Se reflexiona mucho sobre el diseño responsable y la

selección de material de su equipo. Los resultados de su trabajo son coloridos y variados, calibrados para distintos grupos de edad y diferentes niveles de habilidad.

También hacen un amplio uso del acero inoxidable al níquel. Sus atributos de solidez, durabilidad y resistencia a la corrosión hacen que las estructuras sean tan resilientes como los niños que las ponen a prueba a diario.

Los niños siempre pueden hacerse daño en las áreas de juego. Pero eso es porque son niños y actúan como tales, no por alguna falla de material. Usando acero inoxidable al níquel, una estructura de juego bien construida y duradera es algo tranquilizador para los padres ansiosos. **NI**



Estas son fijaciones de acero inoxidable al níquel, fuertes y resistentes a las manipulaciones, que mantienen las estructuras de juego estables sin comprometer su función ni su estética. Los padres pueden estar tranquilos de que al menos la falla del equipo no será un problema.



USO DEL NÍQUEL PARA CARCASAS EN LA ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es un sector energético de rápido crecimiento, con casi 600 gigavatios en funcionamiento a finales de 2018, y proporciona alrededor del 5% de la demanda mundial de electricidad. La energía eólica, junto con la solar, la biomasa y la energía hidroeléctrica, es una de las fuentes de energía renovables que reemplaza la dependencia en combustibles fósiles.

Las turbinas eólicas para servicio público están ahora superando producciones de cinco megavatios (MW). Medido en toneladas de material por MW, la energía eólica es el método que usa más hierro y acero de todos los métodos de generación de electricidad. Los diseños existentes usan aproximadamente 300 toneladas de hierro y acero por MW instalado. En la *Tabla 1* figuran algunos de los principales componentes de un sistema de energía eólica, los materiales de construcción típicos y su propósito.

Los materiales que contienen níquel pueden estar presentes en varios componentes, como se muestra a continuación.

Tenacidad y resistencia superior

El hierro dúctil austemplado (ADI, por sus siglas en inglés) de alta resistencia es un material de hierro fundido en el que el carbono está presente como nódulos de grafito en una matriz de ausferrita, una mezcla de ferrita y austenita que proporciona la alta resistencia y ductilidad del ADI. La adición de níquel, molibdeno y cobre, como se muestra en la *Tabla 2*, demora la formación de perlita para permitir la formación de ausferrita y promueve la templabilidad. El ADI posee el doble de resistencia a la tensión y límite de elasticidad que los hierros dúctiles estándar, y un 50% más de resistencia a la fatiga. Por consiguiente, el ADI ofrece

Tabla 1

Componente	Función / Comentarios	Materiales
Caja de engranajes	Los engranajes aumentan la velocidad de rotación del eje del rotor hasta la alta velocidad necesaria para impulsar el generador	Acero de cementación 18CrNiMo7-6 termotratable; hierro dúctil austemplado (ADI)
Generador	Convierte la energía mecánica en energía eléctrica	Aceros CrNiMo termotratables
Bastidor principal	Soporta la cadena de tracción completa de la turbina	Chapa de baja aleación y alta resistencia; hierro fundido esferoidal o ADI
Eje principal	Transfiere la fuerza rotacional del rotor a la caja de engranajes	Acero al CrMo termotratable; hierro fundido esferoidal o ADI
Cubo del rotor	Mantiene las hojas en posición mientras giran	Hierro fundido esferoidal o ADI
Tornillos, pernos	Mantienen los componentes en su sitio; diseñados para cargas extremas	Aceros CrMo y CrNiMo termotratables



considerables ahorros de peso en comparación con los hierros fundidos dúctiles estándar para la fabricación de las piezas fundidas de mayor tamaño como el cubo, el eje hueco y la carcasa de la caja de engranajes.

Aceros de alto rendimiento para engranajes

Las aplicaciones de engranajes de turbinas eólicas exigen alta resistencia a la fatiga y tenacidad. Una carcasa dura y un núcleo tenaz producen un engranaje resistente al desgaste, capaz de manejar cargas de gran impacto. Los aceros de cementación al NiCrMo de alto rendimiento, como se muestran en la *Tabla 2*, brindan una capacidad de endurecimiento profundo y una alta resistencia a la fatiga. Actualmente, el acero de calidad 18CrNiMo7-6 es el acero para engranajes estándar utilizado en las cajas de engranajes de los molinos de viento.

El sector de la energía eólica tiene también un gran impacto en otro equipo, como las

grúas móviles grandes, que se necesitan para levantar las turbinas. Debido a las alturas de izada y los pesos implicados, se necesitan brazos de grúa fabricados con acero de muy alta resistencia. Las calidades del acero aplicables están en el rango de S690 a S960, *Tabla 2*. Los brazos de grúa normalmente están fabricados de chapas de acero de enfriamiento rápido y templado y pueden poseer adiciones de hasta el 2% de níquel.

Más lejos de la orilla los vientos son más fuertes y más constantes. Típicamente, estos sitios están en aguas de más de 60 m (200 ft) de profundidad, lo que hace que las turbinas de base fija sean poco prácticas. El sector de la energía eólica está poniendo a prueba turbinas eólicas flotantes, tales como el parque eólico Hywind en Escocia, que consta de cinco turbinas flotantes con una capacidad total de 30MW. El sector de la energía eólica está considerando incluso turbinas más grandes que superan una producción de 10 MW.

Ni

El potencial del viento en alta mar

Se prevé que el mercado mundial del viento en alta mar se expanda considerablemente en las dos próximas décadas, según un informe reciente de la Agencia Internacional de Energía (AIE). La AIE proyecta que la capacidad aumentará quince veces para 2040, impulsada por políticas gubernamentales de apoyo, así como por el progreso tecnológico en las turbinas más grandes y las cimentaciones flotantes. El viento en alta mar tiene el potencial de generar más de 420,000 TWh al año en todo el mundo. Esto es más de 18 veces la demanda de electricidad mundial actual. Y el níquel será esencial para el desempeño en tales entornos marítimos altamente corrosivos.

www.iea.org/offshorewind2019/

Tabla 2		Contenido de aleación (%peso, mín./máx.)						Límite de elasticidad mínimo. MPa grosor de <5 cm
Calidad de acero	Número de material	C	Si	Cr	Mo	Ni	Cu	
18CrNiMo7-6	1.6587	0.15 /0.21	≤0.40	1.50 /1.80	0.25 /0.35	1.40 /1.70	-	
ADI		3.5 /3.7	1.9 /2.3		0.15 /0.30	0.6 /2.5	0.6 /1.0	
S690QL	1.8928	0.02 máx.	0.80 máx.	1.50 máx.	0.70 máx.	2.0 máx.	0.50 máx.	690
S890QL	1.8983							890
S960QL	1.8933							960

PREGÚNTELE A UN EXPERTO

PREGUNTAS MÁS FRECUENTES DE LA LÍNEA DE ASESORAMIENTO TÉCNICO DEL NICKEL INSTITUTE



El ingeniero Geir Moe es el coordinador del Servicio de Consultas Técnicas en el Nickel Institute. Junto con otros especialistas en materiales de todo el mundo, Geir ayuda a los usuarios finales y a los especificadores de materiales que contienen níquel que buscan asistencia técnica. El equipo está disponible para brindar asesoramiento técnico gratuito sobre una amplia gama de aplicaciones como el acero inoxidable, las aleaciones de níquel y el niquelado para permitir el uso del níquel con confianza.

P: ¿Qué significan el decapado y la pasivación del acero inoxidable?

R: Una superficie de acero inoxidable en contacto con oxígeno (ya sea en aire o en una solución acuosa) formará espontáneamente una capa pasiva (protectora) resistente a la corrosión. La resistencia a la corrosión óptima se logra con una superficie limpia sin contaminantes de superficie como el “hierro libre” o el óxido (del contacto con acero sin alear), depósitos de superficie y termocoloración de la soldadura con la capa subyacente de cromo agotada. Si no está limpia, no formará una capa pasiva adecuada.

El **decapado** es una limpieza química agresiva con una solución ácida, típicamente una solución nítrico-fluorhídrica que es corrosiva para el acero inoxidable. Este ácido eliminará los contaminantes de la superficie indicados anteriormente, así como una capa muy fina de acero inoxidable, incluida la capa de cromo agotada. Después del decapado, se enjuaga la superficie con agua y la superficie limpia se pasiva espontáneamente.

La **pasivación** es una limpieza química realizada con una solución que no es corrosiva para el acero inoxidable pero eliminará el hierro libre de la superficie que obstaculiza la formación de la capa de óxido pasiva. Eso lo hacen ácidos como el ácido nítrico, el ácido cítrico y el ácido fosfórico, así como soluciones altamente oxidantes como el peróxido de hidrógeno. Las sustancias químicas oxidantes también espesarán la capa de

óxido pasiva existente, lo cual aumenta ligeramente la resistencia a la corrosión, aunque la principal mejora se consigue al eliminar el hierro libre de la superficie. Las sustancias químicas de pasivación no son lo suficientemente fuertes como para eliminar la termocoloración o la capa de cromo agotada. Después del tratamiento de pasivación, la superficie se enjuaga con agua y está lista para ponerse en servicio.

Ni

Visite: inquiries.nickelinstitute.org

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

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

CONSULTE LOS NÚMEROS ANTERIORES de la revista *Nickel*, desde julio de 2009, en nuestra hemeroteca digital.

www.nickelinstitute.org/library/

SÍGANOS en Twitter @Nickellnstitute



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/Nickellnstitute

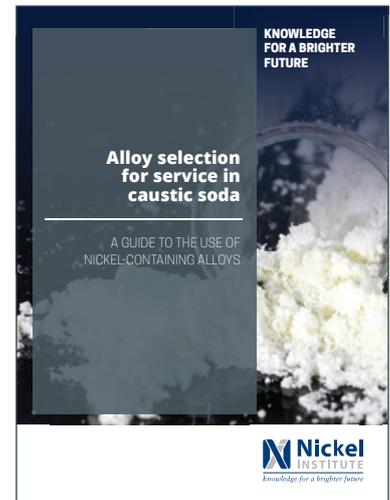
NUEVA PUBLICACIÓN

Alloy selection for service in caustic soda (Selección de aleaciones para el servicio en sosa cáustica) (10019)

examina el efecto corrosivo de la sosa cáustica (es decir, hidróxido de sodio) en todas las concentraciones. Aborda el comportamiento corrosivo de varias aleaciones en sosa cáustica, aleaciones usadas en la producción cáustica y para equipo específico, así como aleaciones

utilizadas en varios procesos que usan sosa cáustica. La sosa cáustica se utiliza en industrias como la de la pulpa y el papel, la de refinado de alúmina y como agente de limpieza. Esta publicación técnica del Nickel Institute totalmente revisada ofrece una guía útil para los ingenieros de materiales.

Puede descargarse gratuitamente desde www.nickelinstitute.org



EL VÍDEO DEL NÍQUEL

El Nickel Institute ha producido un breve vídeo para introducir el níquel a los no iniciados. “Sabemos que muchos visitantes de nuestro sitio web quieren saber más información básica sobre el níquel”, dice la productora del video Isaline de Baré, Especialista de Comunicaciones en el Nickel Institute. “Así pues, en aproximadamente dos minutos, hemos explicado

qué es el níquel, de dónde proviene, sus propiedades, así como algunas de las maravillosas cosas que puede hacer”. Y para los que tienen curiosidad por aprender más, el sitio web del Nickel Institute contiene amplia información detallada. *El video está disponible en el canal de YouTube del Nickel Institute y en el sitio web del Nickel Institute.*



Detalles del UNS Composiciones químicas (en porcentaje en 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	Ni	P	S	Si	W	V
N06059 pág. 8	0.1-0.4	0.01 máx.	0.30 máx.	22.0-24.0	0.05 máx.	1.5 máx.	0.5 máx.	15.0-16.5	-	bal.	0.015 máx.	0.010 máx.	0.10 máx.	-	-
N08031 pág. 8	-	0.015 máx.	-	26.0-28.0	1.0-1.4	bal.	2.0 máx.	6.0-7.0	0.15-0.25	30.0-32.0	0.020 máx.	0.010 máx.	0.3 máx.	-	-
N10276 pág. 8	-	0.02 máx.	2.5 máx.	14.5-16.5	-	4.0-7.0	1.0 máx.	15.0-17.0	-	bal.	0.04 máx.	0.030 máx.	0.08 máx.	3.0-4.5	0.35 máx.
S30400 pág. 2	-	0.08 máx.	-	18.0-20.0	-	bal.	2.00 máx.	-	-	8.0-10.5	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-	-
S31600 pág. 5, 16	-	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.	1.00 máx.	-	-



Dimensiones:
3.4m de alto x 1.2m de ancho

Materiales:
Acero inoxidable de calidad marina de 2.5mm tipo 316 (UNS S31600). Las manos y el rostro se fundieron utilizando recortes de chapas de acero inoxidable 316 recicladas.

MUJER DE MUCHAS PALABRAS

Katherine Mansfield es una de las figuras literarias de Wellington y Nueva Zelanda más reconocidas a nivel internacional. Su vida y su obra han sido conmemoradas por la escultora neozelandesa, Virginia King. La ambición de Mansfield era ser considerada “primero escritora y después mujer”. La escultura de Virginia capta la esencia de Katherine, al mismo tiempo que celebra su obra literaria.

La figura de acero inoxidable de tres metros de altura está cortada con láser formando palabras y frases de la obra de Mansfield, como “Esto no es una carta, sino mis brazos abrazándote durante un breve momento” grabado en el brazo derecho estirado y “Lamentarse es una pérdida abrumadora de energía”. El cabello de Mansfield está cortado con láser y es una serie de listas de la compra encontradas en su diario de 1922.

Uno de los desafíos fue crear el aspecto de movimiento y pliegues suaves de tela

usando chapas de acero inoxidable.

Los paneles ondulados grabados tienen ecos del paisaje sobre el que Katherine escribió tan apasionadamente. Durante el día la figura refleja el color y la belleza de su entorno y por la noche se convierte en una linterna iluminada desde adentro.

La estatua fue erigida en Midland Park en Lambton Quay, Wellington. El proyecto es una colaboración entre el Wellington Sculpture Trust, la Sociedad de Katherine Mansfield, y el Ayuntamiento de Wellington.