

inoxidable

97

editorial

40 años al servicio del Acero Inoxidable

Estimados amigos, es para mí un motivo de inmensa alegría volver a dirigirme a todos vosotros con motivo del nuevo número de nuestra revista Acero Inoxidable.

En esta ocasión me vais a permitir que la dedique a un acontecimiento que ha ocurrido casi sin darnos cuenta. En medio de tantas actividades como venimos desarrollando en la Asociación, - ¡¡Hemos cumplido 40 años!!

Sí, han pasado cuatro décadas desde que unos apasionados del acero inoxidable constituyeron la Asociación para la Investigación y el Desarrollo del Acero Inoxidable, CEDINOX. Cuarenta años en los que hemos promovido y defendido las virtudes del acero inoxidable en multitud de sectores y campos de interés; logrando hitos que hoy en día se pueden considerar "obvios" pero que en aquellos años supusieron meses de trabajos, pruebas y documentos que avalasen lo que con tanto entusiasmo defendíamos.

A lo largo de este tiempo, echando la vista atrás con objeto de preparar esta editorial, podemos decir con orgullo que hemos estado presentes en algunos de los más importantes proyectos de las últimas décadas, no solo en lo que a ingeniería se refiere sino también en arquitectura y otros muchos y muy diferentes sectores.

Partiendo de la idea de que "no se puede valorar lo que no se conoce", hemos tratado de acercar el material a diferentes profesionales (ya fueran futuros o en activo), pasando desde el primer curso con 98 asistentes en 1986 hasta los 50 cursos con más de 2500 alumnos que tenemos en la actualidad. Algo de lo que sentirse muy satisfecho.

Nuestra revista también ha experimentado un cambio notable. Actualmente tenemos nuevas secciones, y la edición digital está traducida íntegramente al inglés. Porque nuestras actividades traspasan fronteras convirtiéndonos poco a poco y sin hacer ruido, en la asociación de referencia en muchos países ya sean de habla hispana o no.

Nuestra colaboración con los principales centros tecnológicos de referencia en España y Europa, así como los diferentes proyectos que desarrollamos con universidades han logrado descubrir nuevas propiedades del acero inoxidable y hacer que éste, esté presente en sectores en los que antes no se consideraba.

Seguimos trabajando con la misma pasión con la que se fundó la Asociación, siempre con la idea de informar sobre las últimas tendencias sobre el acero inoxidable, apoyar los diferentes proyectos que puedan surgir, difundir sus excelentes propiedades y formar a todo aquel que se acerque a conocer este fantástico material.

Pero la Asociación no somos sólo las personas que trabajamos en ella cada día, sino que sois todos vosotros. Todos aquellos que habéis hecho posible que el acero inoxidable se haya convertido en el material de referencia para muchos sectores que es hoy en día. Felicidades a vosotros también.

Quedan aún muchos nuevos retos a los que hacer frente y nuevas soluciones que aportar. Tened por seguro que desde CEDINOX, en colaboración con vosotros, les haremos frente. Trabajamos con un material que tiene aún mucho que ofrecer.

No me queda más que despedirme deseando a todos una muy Feliz Navidad y un año 2026 en el que se cumplan vuestros mejores deseos.

¡Brindemos por otros 40 años de acero inoxidable!

Un fuerte abrazo

Luis Peiró

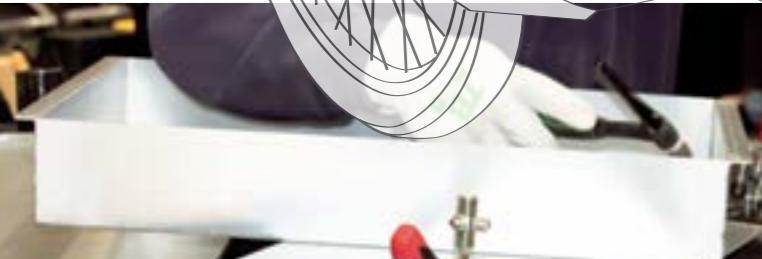
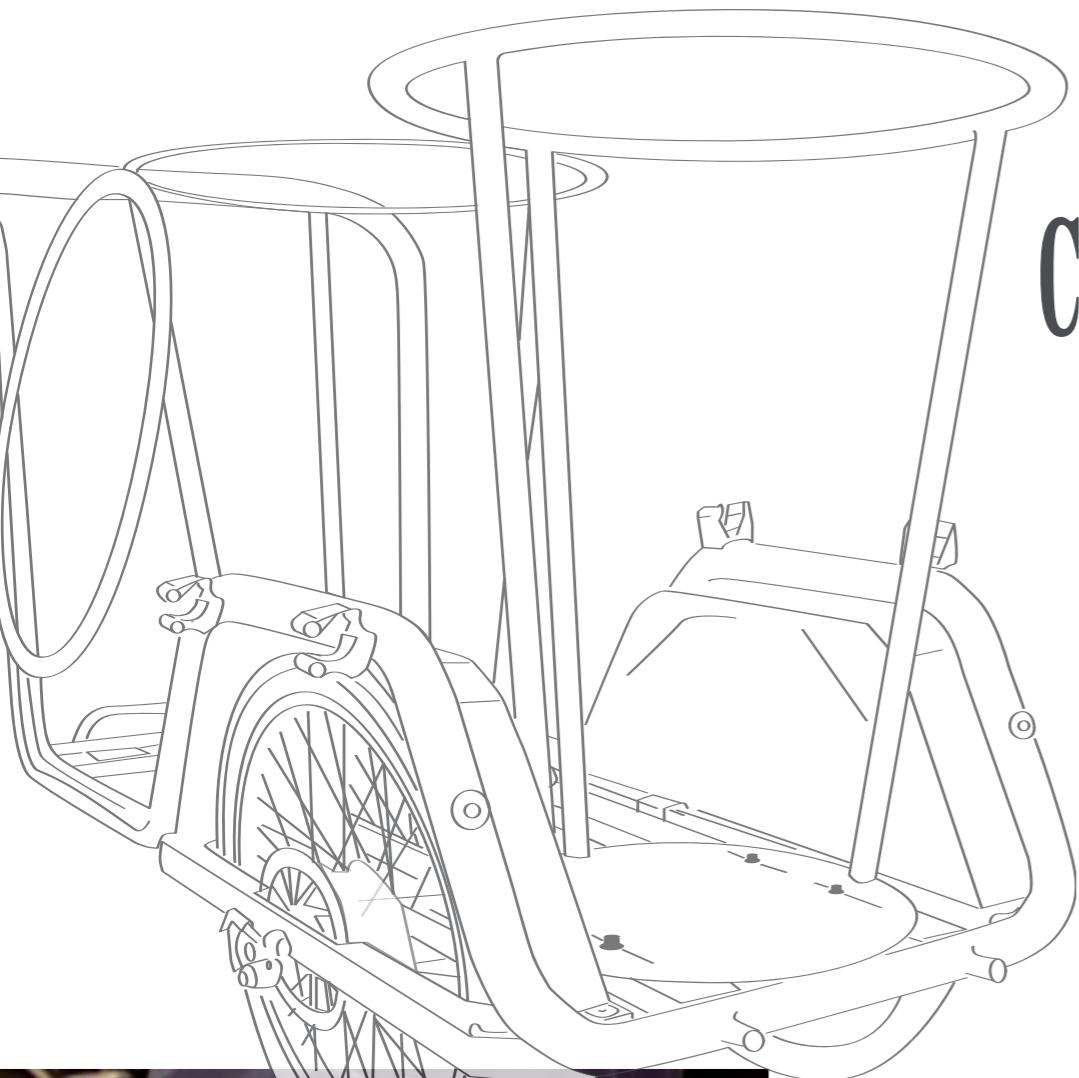
Director Cedinox

inoxidable

97 DICIEMBRE
2025



CARCLEAN, LIMPIEZA URBANA REINVENTADA	4
GRANALLADO: EFICIENCIA Y ACABADO PERFECTO	6
RESTAURACIÓN DE LA CATEDRAL DE EL BURGO DE OSMA	8
COLUMBUS STAINLESS: Espesores finos en ferríticos estabilizados	10
LA EMBUTICIÓN PROFUNDA EN EL ESTUDIO DEL ORIGEN DEL UNIVERSO	12
TÉCNICA: El acero inoxidable EN 1.4301 sometido a altas temperaturas: rendimiento térmico y mecánico comparado con el acero al carbono B500SD	16
DE RELOJ A JOYA URBANA	18
HIVE MIND de Alex Pentek: la escultura como interfaz entre mundos.	20
HPA DIVISION: Aleaciones de Alto Rendimiento (HPA) para la Generación de Energía limpia.	22
NAS, DEL ESTADIO AL PALADAR	25
CASA AXIS: CENTRO DE ARTE	26
ARQUITECTURA	28
40 AÑOS DE CEDINOX	30
NUEVAS GENERACIONES: Alba González Oviaño	32
BREVES: "¿Sabías que...?"	35
ESCULTOR: Alex Pentek	35



CarClean, Limpieza urbana reinventada

colaboran intensamente para aportar una solución ad hoc para cada situación.

Así surgen los diferentes modelos de carros barrenderos de su línea CarClean. Los carros están fabricados en acero inoxidable tipo AISI 304L (1.4307) en producto chapa de espesor 1,5mm y tubo satinado que dependiendo del modelo puede ir desde un diámetro de 40x1,5 mm hasta diámetro 22x1,5mm. En ocasiones excepcionales dependiendo de la aplicación y las exigencias del cliente pueden trabajar también con un tipo AISI 316L (1.4404). Las soldaduras se realizan empleando TIG.

Los carros cuentan con un peso aproximado de 55 kg, disponen de tres velocidades programables y de un motor eléctrico que hace el trabajo del personal de limpieza mucho más llevadero y ergonómico. Algunos modelos pueden contar con hasta dos motores eléctricos y una placa fotovoltaica de recarga.

Hablar de la empresa Fabrez es hablar de una historia ligada al desarrollo de soluciones para mejorar la habitabilidad de nuestras ciudades y el desarrollo de las mismas.

Ubicada en Daganzo de Arriba (Madrid), cuenta con 70 empleados y sus instalaciones están capacitadas para abordar sectores tan diferentes como la transformación metálica, el embellecimiento urbano, la agricultura y los vehículos eléctricos o CarClean. A estos últimos vamos a dedicar el presente artículo.

Fabrez, siempre ha destacado por su innovación y su apuesta decidida por la adaptabilidad de sus propuestas al mercado.

Una vez detectada la necesidad, sus departamentos



Una de las últimas innovaciones implementadas en estos vehículos es la tecnología de "hombre muerto", de manera que el carro se detiene en caso de que se suelte por indisposición del operario, evitando posibles atropellos accidentales. Esto se logra gracias a un pulsador que el operario activa al conducir y que si se deja de pulsar, por la razón que fuera, el vehículo lo detecta y para automáticamente.

En relación con esta época del año disponen tanto del esparcidor comentado anteriormente, como de un modelo recogedor según se requiera.

Toda la fabricación del vehículo es propia y se realiza en las instalaciones que la compañía tiene en Daganzo de Arriba.

Partiendo del modelo básico, existen diferentes diseños adaptados a las necesidades del cliente. Al carro estándar se le pueden incorporar dos cubos de basura redondos, o dos de reciclaje junto a un aspirador o incluso un esparcidor; de sal para la época invernal.

Labuenaresistenciaacorrosión del acero inoxidable no solo es aplicable a su resistencia a sales, sino que también, supone un plus en cuanto a la limpieza y desinfección de los vehículos, dado que admite unos productos de limpieza

y desinfección que otros materiales no soportarían. Al motivo estético se le une el funcional, el de ligereza por los espesores empleados y por supuesto, el de resistencia a corrosión. La alta ductilidad del material junto con su adecuada resistencia hacen que trabajar con este material sea sencillo, ofreciendo un sinfín de posibilidades.

Labuenaresistenciaacorrosión del acero inoxidable no solo es aplicable a su resistencia a sales, sino que también, supone un plus en cuanto a la limpieza y desinfección de los vehículos, dado que admite unos productos de limpieza

y desinfección que otros materiales no soportarían.

Sin duda estamos ante una muestra de la gran versatilidad de un material como el acero inoxidable, que en manos de profesionales altamente cualificados y con una impronta innovadora, puede derivar en soluciones tan adaptadas y necesarias como CarClean.



MATERIAL :
[Acero Inoxidable AISI 304L](#)
Fabricado: [Acerinox Europa](#)
Suministrado: [Acerinox Pinto](#)

FUENTE :
[www.fabrezgroup.com](#)
fotografías: cedinox©

Granallado: eficiencia y acabado perfecto

En la industria del acero inoxidable, la limpieza y preparación de la superficie no es solo un requisito estético, sino un paso clave para garantizar la durabilidad, funcionalidad y calidad del producto final.

En este contexto, existen agentes silenciosos que ayudarán a cumplir estos estándares. La granalla es uno de ellos convirtiendo el proceso de granallado en un proceso clave.

La empresa Ervin, con casi un siglo de experiencia, lidera esta tecnología a nivel mundial.

El granallado consiste en proyectar pequeñas partículas metálicas, llamadas granalla, a gran velocidad sobre la superficie del material mediante turbinas o aire comprimido. Estas partículas pueden ser de diversos materiales, destacando las de acero al carbono y acero inoxidable por su versatilidad. Su acción permite eliminar óxidos, cascarilla (resultante de diferentes tratamientos térmicos) y restos de tratamientos previos, dejando la superficie limpia y lista para las etapas posteriores de producción.

Durante la fabricación del acero inoxidable, la granalla de acero al carbono se utiliza tras el recocido y antes del decapado químico, eliminando la capa de óxido o cascarilla que se genera durante el tratamiento térmico. Este paso inicial limpia la superficie y la prepara para los procesos de decapado con ácido nítrico y fluorhídrico, asegurando que el acero inoxidable no se

contamine y que la laminación en frío y los acabados posteriores, se realicen sobre una superficie homogénea.

Una vez que el acero inoxidable ha sido recocido y decapado, se emplea granalla de acero inoxidable para obtener distintos acabados superficiales. Este abrasivo permite limpiar, pulir y homogeneizar la superficie sin riesgo de contaminación, mejorando la estética y el acabado final. Además, proporciona la rugosidad adecuada para posteriores recubrimientos, en caso de que se apliquen. El uso del granallado en el acabado final es especialmente relevante en sectores donde la higiene y la apariencia son cruciales, como la arquitectura, la industria alimentaria y el equipamiento urbano.

Existen distintos tipos de granalla según forma, dureza y tamaño, regulados por normas internacionales como ISO 11124-3 y SAE J444.



La granalla esférica genera superficies más lisas y es ideal para limpieza general o procesos de refuerzo superficial que mejoran la resistencia a la fatiga del material (*shot peening*), mientras que la angular ofrece mayor penetración y capacidad para eliminar impurezas resistentes. La dureza, clasificada de más blanda a más dura como S, M, L y H, así como el tamaño de las partículas, influyen directamente en la eficiencia y la rugosidad final del acabado.

El proceso de granallado aporta múltiples beneficios: limpieza profunda y uniforme, mejor adherencia de recubrimientos, reducción de reprocesos, prolongación de la vida útil de los equipos y optimización del consumo de abrasivo. Controlar el flujo de granalla, mantener una mezcla equilibrada y reponer pequeñas cantidades de material nuevo, son prácticas esenciales para obtener resultados consistentes y eficientes.

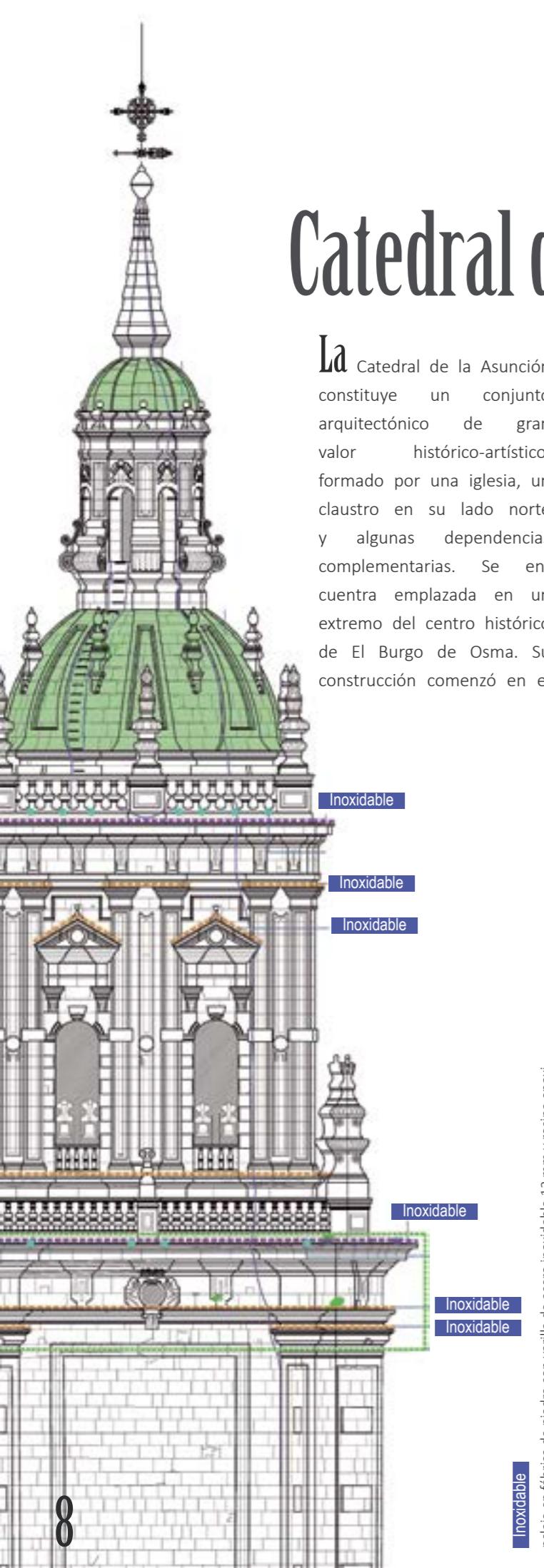
Gracias a la durabilidad y calidad constante de sus abrasivos, Ervin permite procesos más productivos, con menor consumo de energía y material y generación mínima de residuos. La granalla, lejos de ser un simple consumible, se convierte así en un elemento estratégico.

En definitiva, aunque su función pueda pasar desapercibida, la granalla es una pieza clave en la cadena de valor del acero inoxidable y de la industria en general. Desde la limpieza inicial de las bobinas hasta los acabados finales, su intervención garantiza superficies de alta calidad, mejora la eficiencia de los procesos y contribuye al objetivo común de una industria más competitiva y sostenible.



FUENTE :
www.ervin.eu
fotografías: Ervin





Restauración de la Catedral de El Burgo de Osma

La Catedral de la Asunción constituye un conjunto arquitectónico de gran valor histórico-artístico, formado por una iglesia, un claustro en su lado norte y algunas dependencias complementarias. Se encuentra emplazada en un extremo del centro histórico de El Burgo de Osma. Su construcción comenzó en el

siglo XIII, tras la demolición de la preexistente iglesia románica, en cuya ubicación se erige una de estilo Gótico.

La intervención actual se ha centrado en la magnífica torre dieciochesca, que data de 1767, momento en el que finaliza la construcción del nuevo campanario de estilo neoclásico, tras el derrumbe de la torre medieval en 1734 durante unos trabajos de reconstrucción. El diseño sigue el siguiente esquema: un primer cuerpo sobrio, en el que sólo destacan sobre la superficie lisa las pilas con placas rectangulares y los escudos; y un segundo cuerpo (ligeramente retranqueado), donde se abren dos vanos de medio punto en cada lateral, a través de los cuales podemos ver las campanas. Corona la torre, la cúpula, sobre la que se eleva la linterna prismática con ocho huecos rematada con un pináculo.

La necesidad de restaurar la torre surge tras un desprendimiento, en el año 2020, de un trozo de mortero perteneciente a una reconstrucción previa (2008-09 y 2012-13). Tras un proceso de análisis, se determinó que las cornisas se encontraban en un deficiente estado de conservación.

Los materiales empleados para la impermeabilización y los morteros usados en las reintegraciones eran incompatibles con los materiales pétreos históricos, dando como resultado desprendimientos por falta de armado a las piedras originales, la pérdida de adherencia de las impermeabilizaciones, las filtraciones, la suciedad superficial y el biodeterioro.

La propuesta de intervención se planificó en fases para garantizar la correcta conservación a largo plazo:

1. Eliminación y retirada de soluciones incompatibles, como el metacrilato y los morteros de mal envejecimiento.
2. Ejecución de una nueva solución compatible.
3. Protección adecuada para la durabilidad.

Las labores de limpieza incluyeron la retirada manual y mecánica de la costra biogénica y la suciedad, finalizando con una limpieza controlada mediante proyección de cáscara de nuez, para generalizar el tono sin dañar la pátina original.

Era fundamental para los arquitectos, José Francisco Yusta Bonilla, José Manuel Borque y Sergio Bayo, que la

nueva solución garantizara la durabilidad, la estabilidad y la estanqueidad.

Cabe destacar la incorporación del acero inoxidable como elemento de anclaje y refuerzo en los siguientes procesos:

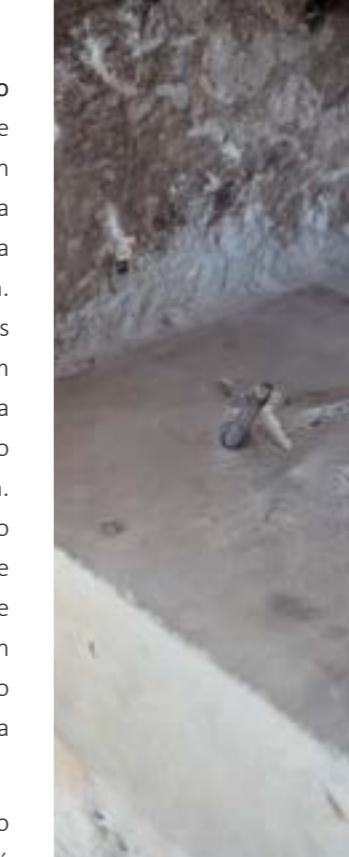
Reposición Pétrea y Anclajes: las cornisas, impostas y sillares retirados se repusieron con piedra natural semejante a la original. Estas nuevas piezas se anclaron mediante varillas corrugadas de acero inoxidable o pletinas, fijadas con resina a la fábrica en buen estado. Este método asegura la fijación de cada pieza, evitando riesgo de desprendimiento.

Cosidos y Sellado: el acero inoxidable también se utilizó para el cosido y anclaje de piezas sueltas o fisuras, realizando cruzados de varillas para asegurar el agarre adecuado y aportar resistencia a la fábrica histórica.

La elección técnica del acero inoxidable es crucial en la restauración moderna, pues

Reconstrucción con Mortero Armado: en las zonas donde no fue posible la colocación de piedra nueva, se procedió a la reconstrucción volumétrica con mortero de restauración. Aquí, se emplearon varillas de acero inoxidable de 6 mm como armadura, ancladas a la piedra sana y utilizando resinas para su fijación.

Adicionalmente, se dispuso un mallazo individualizado de alambre de acero inoxidable para reforzar el volumen de mortero, asegurando resistencia y facilitando la aplicación.



proporciona la resistencia mecánica necesaria y, a diferencia del acero al carbono, garantiza una total compatibilidad química con la piedra y los morteros de cal, previniendo la corrosión que podría generar expansiones internas y la fractura de la fábrica pétrea.

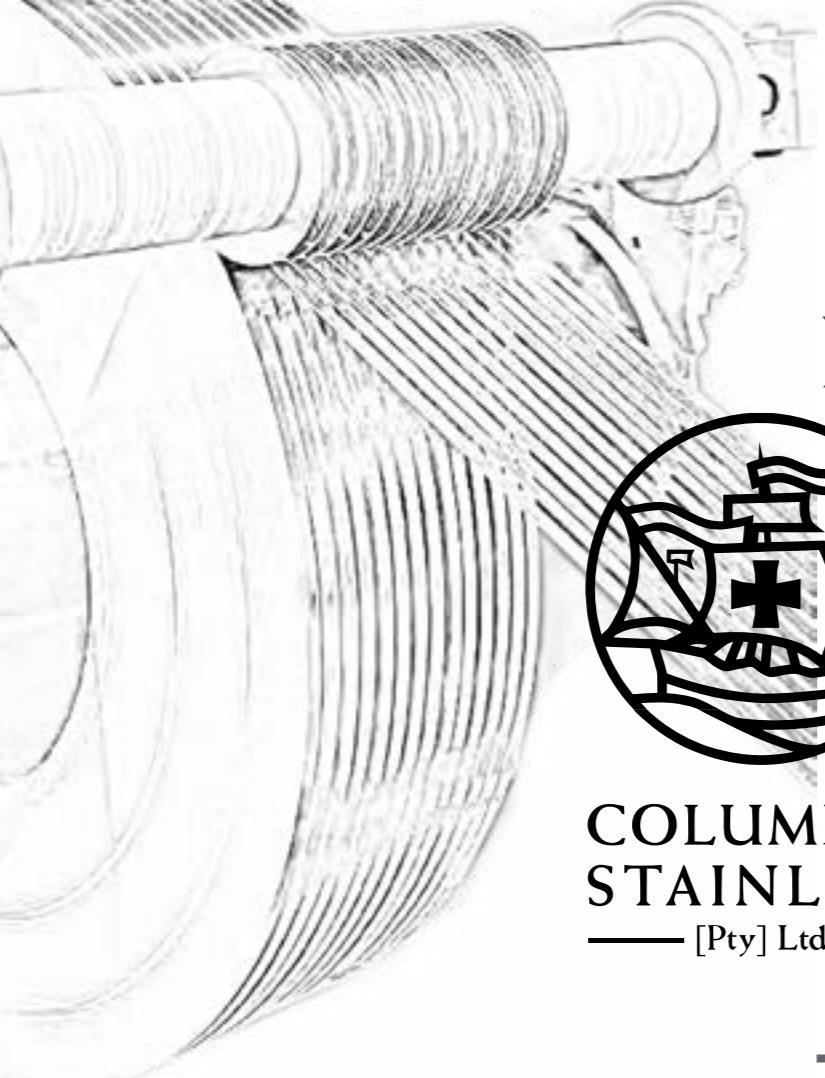


Esta intervención en la Catedral de El Burgo de Osma ha sido realizada por Francisco Ruiz Cano, S.L.. Empresa local con clasificación K7 para la restauración de bienes históricos-artísticos, que simultáneamente está realizando las obras de Consolidación y Restauración de la Muralla de la Puebla del Castillo de Osma, en la misma localidad, sienta un precedente claro sobre la necesidad de seleccionar materiales y técnicas no solo efectivos, sino compatibles con la obra histórica, destacando el papel fundamental de los anclajes de acero inoxidable en la consolidación estructural.

MATERIAL :
[Acero Inoxidable Dúplex 1.4362](#)
Fabricado: [Roldan, S.A.](#)
Suministrado: [Inoxcenter Pinto](#)

FUENTE :
[www.franciscoruizcano.com](#)
Fotografías: Cedinox©





Espesores finos en ferríticos estabilizados



COLUMBUS
STAINLESS
[Pty] Ltd

Columbus Stainless ha alcanzado un nuevo hito al lograr expandir sus rangos de producción para espesores finos, de manera que incluya tanto los austeníticos tradicionales como los ferríticos estabilizados hasta un espesor mínimo de 0,2mm.

Este movimiento estratégico les permite abordar la creciente demanda de materiales para aplicaciones de alta temperatura y resistencia a corrosión en donde el coste es un parámetro fundamental, como por ejemplo en el sector de la energía y el automóvil.

Columbus Stainless ha producido con éxito dos grados ferríticos estabilizados, concretamente los tipos 1.4521 y 1.4513, hasta espesores de 0,2mm. Este hito demuestra su profundo conocimiento de la metalurgia única de estos aceros, que supera las limitaciones de trabajabilidad de los grados ferríticos estándar.

Laminar aceros inoxidables ferríticos a espesores muy finos, es todo un reto, debido a su estructura cúbica centrada en el cuerpo y a su sensibilidad a los elementos intersticiales. Parte del éxito se debe a la elección de tipos estabilizados con elementos como el titanio o el niobio (que alteran significativamente la trabajabilidad de estos aceros ferríticos, al neutralizar los efectos perjudiciales de elementos como el carbono o el nitrógeno) así como la profunda experiencia en la producción de espesores finos en aceros austeníticos.

Uno de los sectores donde se requiere este tipo de materiales es la industria de turbinas de gas, concretamente el tipo 1.4513 se está empleando en la fabricación de piezas de

precisión destinadas a sellar espacios en la estructura interna de la turbina.

La razón fundamental son las ventajas críticas que ofrece sobre otros materiales como son:

1.- Baja expansión térmica: las turbinas de gas operan a temperaturas extremas, lo que somete al material a expansiones y contracciones significativas. Su bajo coeficiente de expansión térmica minimiza la tensión en los componentes del sellado de espesor delgado, manteniendo la holgura necesaria, la cual es fundamental para la eficiencia y durabilidad de la turbina.

2.- Resistencia a la oxidación: el alto contenido en cromo de este acero, proporciona una excelente resistencia a

la oxidación y a las cascarillas generadas por las altas temperaturas de trabajo dentro de la turbina.

3.- Formabilidad: pese al delgado espesor, la composición estabilizada garantiza que el material tenga la formabilidad necesaria para sellados de diseños complejos.

Por otra parte el tipo 1.4521 es una excelente opción para prensados utilizados en enfriadores, intercambiadores de calor y aplicaciones de agua caliente debido a su combinación de resistencia superior a la corrosión, alta eficiencia térmica y excelente conformabilidad. La idoneidad de este grado se debe a su composición especializada como acero inoxidable ferrítico de alto contenido de

cromo y doble estabilización con adición de molibdeno. Este acero tiene las siguientes prestaciones:

1.- Resistencia al cloruro: El alto contenido de cromo combinado con molibdeno le da una excelente resistencia a la corrosión localizada, particularmente contra la corrosión por picaduras e intersticial en entornos con cloruros. Esta resistencia es comparable (y en algunas aplicaciones), superior a la de los grados austeníticos comunes.

2.- Inmunidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión: como acero ferrítico, por su estructura específica, a diferencia de los aceros austeníticos, es inmune a la corrosión bajo tensiones

inducida por cloruros. Esto es crucial para los enfriadores e intercambiadores de calor que trabajan con agua caliente o vapor.

3.-Alta conductividad térmica: los aceros inoxidables ferríticos tienen una conductividad térmica significativamente mayor en comparación con los grados austeníticos. Este es un beneficio importante para los enfriadores e intercambiadores de calor, ya que permite una transferencia de calor más eficiente.

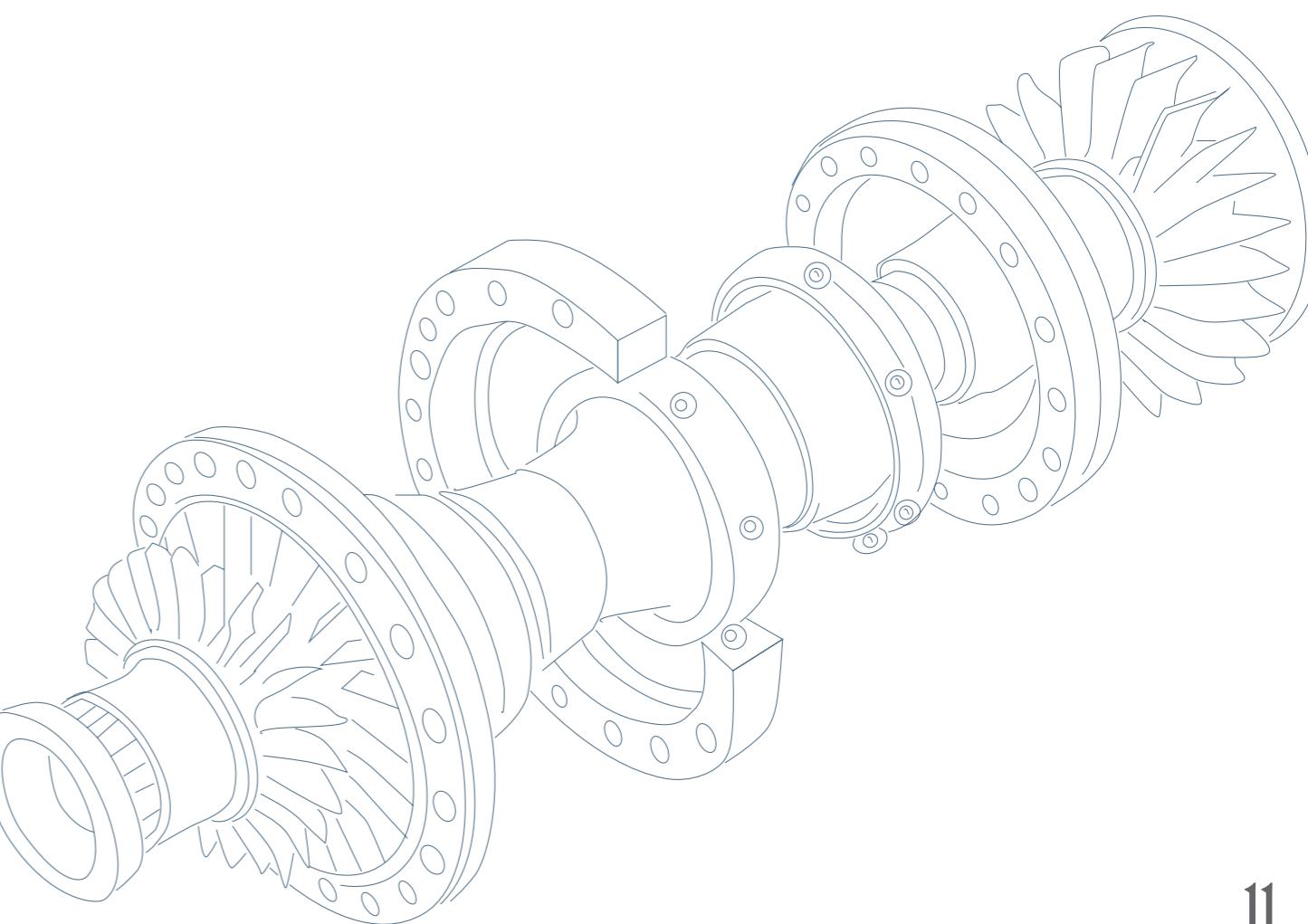
4.-Baja expansión térmica: su coeficiente de expansión térmica es menor que el de los grados austeníticos, lo que reduce el estrés térmico y la deformación / distorsión durante la operación.

5.-Excelente conformabilidad: la adición de elementos estabilizadores como titanio y niobio retiene los elementos intersticiales (carbono y nitrógeno). Esto evita la fragilización y mejora significativamente la ductilidad y la conformabilidad inherentes de la estructura ferrítica, lo que la hace adecuada para las operaciones de embutición profunda y conformado necesarias para producir prensados complejos en frío.

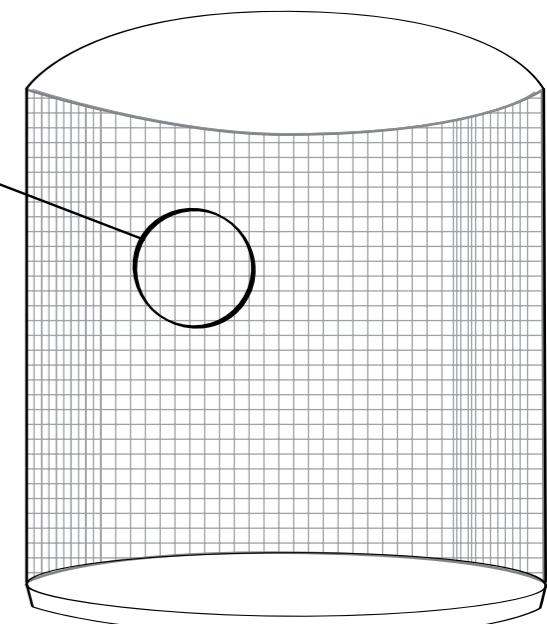
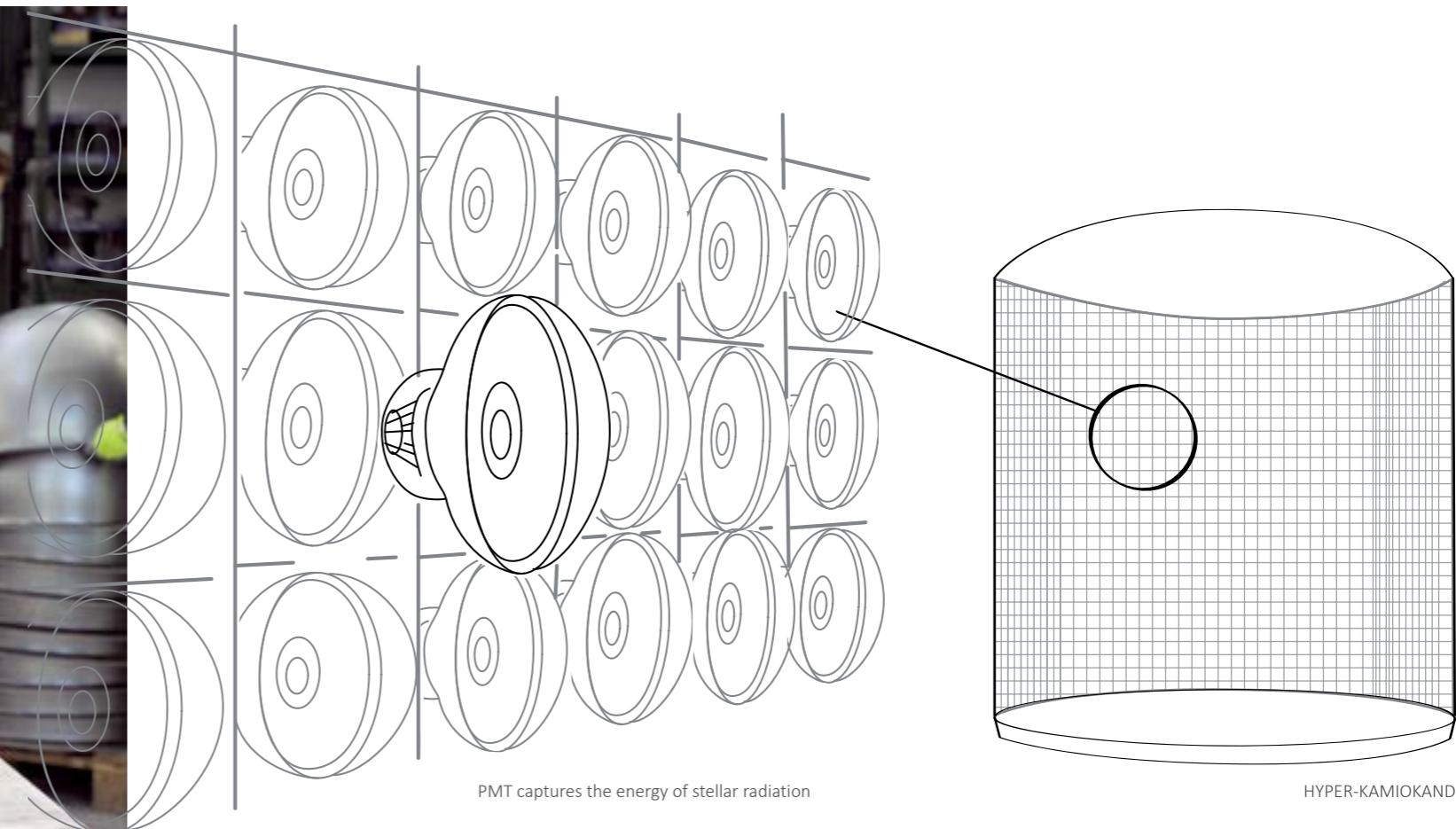
6.-Bajo endurecimiento por deformación: el acero ferrítico tiene una baja tasa de endurecimiento por deformación, lo que es ideal para operaciones de prensado y conformado de varias etapas, al permitir una mayor

deformación antes de que el material requiera un recocido intermedio.

Dado que los tipos 1.4521 y 1.4513 son ferríticos, contienen poco o nada de níquel. Esto hace que el 1.4521 sea una alternativa más rentable a los aceros austeníticos que contienen molibdeno (como el 316) y ofrece una mayor estabilidad de precios, ya que no está sujeto a la alta volatilidad del mercado del níquel. El cambio a la producción avanzada de ferríticos de bajo espesor, en particular tipos como 1.4521 y 1.4513, permite proporcionar soluciones rentables y de alto rendimiento que permiten la ingeniería del futuro en sectores estratégicos.



La embutición profunda en el estudio del origen del universo



HYPER-KAMIOKANDE

A 600 metros bajo las montañas de Hida, en Japón, está naciendo una de las instalaciones científicas más ambiciosas del siglo XXI: Hyper-Kamiokande (HK), un gigantesco observatorio de neutrinos que estudiará algunas de las preguntas más profundas de la física moderna.

Los neutrinos son partículas subatómicas elementales que atraviesan nuestro planeta casi sin dejar huella. Este pequeño rastro puede darnos pistas sobre porqué existe la materia, cómo evolucionaron las galaxias y si los protones, base de toda la materia, pueden llegar a desintegrarse.

Hyper-Kamiokande será el sucesor de los experimentos Kamiokande y Super-Kamiokande, responsables de descubrimientos que llevaron a dos Premios Nobel de Física: "La Detección de Neutrinos Cósmicos" y "La Oscilación de Neutrinos y su Masa".

Este nuevo detector multiplicará por cinco la escala de su predecesor, con una capacidad de 260.000 toneladas de agua ultrapura. Su estructura cilíndrica de 72 metros de alto y 68 metros de ancho estará alojada en un espacio subterráneo de 69 metros de diámetro y 73 metros de altura, equipada con decenas

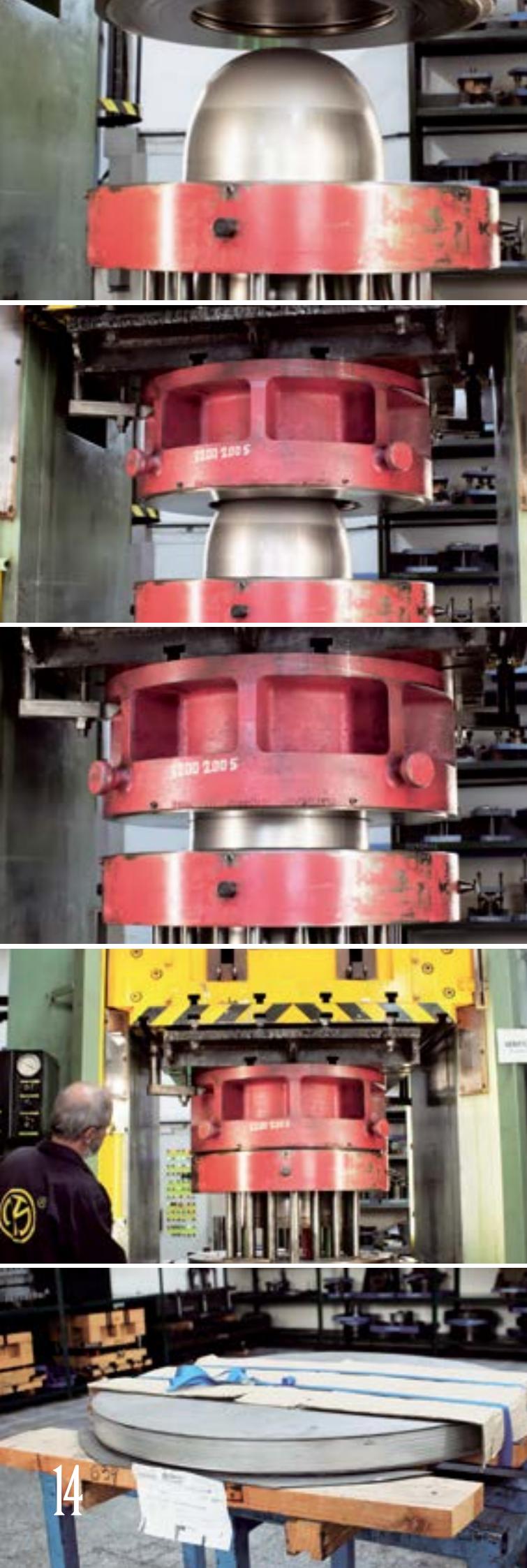
de miles de fotosensores capaces de medir la tenue luz Cherenkov generada por partículas cargadas que se mueven a gran velocidad.

directamente, sino la luz que generan las partículas secundarias resultantes de su interacción con el agua. Para que estos destellos lleguen sin obstáculos hasta las paredes del tanque, donde se encuentran los

Dentro del enorme tanque cilíndrico subterráneo del Hyper-Kamiokande se instalarán más de 20.000 tubos fotomultiplicadores (PMTs) de 20 pulgadas. Estos sensores trabajan en alto vacío

Para evitarlo, se necesita una cubierta protectora anti-implosión para cada PMT. Es aquí donde entra en juego una pieza clave en acero inoxidable desarrollada por Matriçats.

Entre 2022 y 2024, Matriçats ha formado parte de un proyecto de I+D junto al Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) y el Instituto AMADE de la Universitat de Girona para desarrollar la parte trasera de esa cubierta, fabricada en acero inoxidable mediante embutición profunda.



Este componente, denominado cover DD (por *Deep Drawing*), debe cumplir requisitos muy exigentes como: alta resistencia mecánica, geometría precisa y reproducible, compatibilidad con agua ultrapura y viabilidad industrial para miles de unidades.

Tras múltiples pruebas y prototipos, la pieza ha superado con éxito el ensayo más crítico: resistir la implosión controlada de un PMT a 80 metros de profundidad, recreando las condiciones reales del detector.

El material elegido ha sido chapa de acero inoxidable AISI 304 de 3 mm de Acerinox, en acabado 2B. El acero inoxidable es un actor fundamental en ciencia y tecnología y, en este caso, cumple tres funciones esenciales:

1. Resistencia a la corrosión: el agua ultrapura es extremadamente exigente. Cualquier impureza puede afectar a la detección de los neutrinos. El AISI 304 mantiene su estabilidad incluso en entornos tan críticos, sin liberar partículas ni alterar la composición del agua.

2. Resistencia mecánica: el detector opera bajo enormes presiones hidrostáticas. La cubierta protectora debe soportar estas cargas durante más de una década de funcionamiento continuo, y el acero inoxidable ofrece la robustez necesaria.

3. Pureza del material: el acabado 2B garantiza una superficie limpia y estable, adecuada para evitar contaminación en un entorno ultra-sensible como el del HK.

Además, el uso de acero inoxidable en grandes experimentos científicos ya está ampliamente validado: Super-Kamiokande funciona desde los años 90 dentro de un tanque construido con acero inoxidable y sigue siendo un referente mundial en la física de neutrinos.

La pieza desarrollada para Hyper-Kamiokande es el resultado de una técnica industrial altamente especializada: la embutición profunda.

Este proceso transforma una plancha metálica en una pieza hueca y resistente, sin comprometer su espesor. Para ello, se utiliza un punzón, una matriz y una prensa hidráulica. El material, una chapa de acero inoxidable, se deforma gradualmente bajo altas presiones, permitiendo obtener geometrías complejas de gran profundidad junto con una alta repetibilidad.

Todo esto redunda en una reducción de procesos y evita soldar el material, logrando un procedimiento de fabricación más sostenible, obteniendo como resultado una muy baja huella de carbono y favoreciendo, mediante este tipo de procesos, la eficiencia en la lucha contra el cambio climático.

Este proceso es ideal para el proyecto, ya que permite producir miles de piezas con la misma precisión, minimizar variaciones entre unidades, reducir costes de fabricación y garantizar un comportamiento mecánico óptimo en entornos de alta exigencia.

Durante el proyecto, se han realizado ocho iteraciones del prototipo, incorporando mejoras basadas en ensayos reales y en el diálogo técnico entre Matriçats, LSC y UdG.

Ingenieros de sendas instituciones han realizado visitas cruzadas para validar resultados, revisar procesos y seguir la producción de los prototipos. Este trabajo conjunto ha permitido refinar geometrías, espesores, radios y tolerancias, hasta alcanzar la resistencia necesaria para soportar una implosión real.

Con más de 50 años de trayectoria, Matriçats ha pasado de fabricar artículos de estampación convencionales a convertirse en un referente en embutición profunda de acero inoxidable, complementado por tecnologías de láser 3d.

Sus instalaciones en Celrà (Girona) albergan prensas hidráulicas y mecánicas de hasta 2.000 toneladas, capacidad para embuticiones de 600 mm de profundidad y estaciones automatizadas para soldadura, corte, pulido y acabado.

Participar en un proyecto como Hyper-Kamiokande demuestra su capacidad para trabajar al nivel de precisión que exige la investigación científica internacional, aportando ingeniería, tecnología y *know-how* industrial a uno de los experimentos más importantes del mundo.

La historia de Matriçats dentro de Hyper-Kamiokande muestra cómo la industria y la ciencia pueden avanzar juntas. Una pieza fabricada en Girona podrá formar parte de un detector que estudiará el origen del universo, demostrando que la innovación no siempre ocurre en laboratorios: muchas veces empieza con una lámina de acero inoxidable y una empresa capaz de transformarla en tecnología de frontera.



MATERIAL :
[Acerinox.com](http://www.acerinox.com)
Suministrado: [Acerinox Gavá](http://www.acerinox.com)

FUENTE :
www.maticats.com
Fotografías: maticats© cedinox©

El acero inoxidable EN 1.4301 sometido a altas temperaturas: rendimiento térmico y mecánico comparado con el acero al carbono B500SD

Alberto Leal Matilla¹; M^a Isabel Prieto Barrio¹; Daniel Ferrández Vega¹; Alfonso Cobo Escamilla¹

¹Departamento de Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain

1. Introducción

Las estructuras de hormigón armado desempeñan un papel fundamental en la seguridad de edificaciones. Cuando una estructura se ve expuesta a un incendio, ésta puede verse gravemente comprometida por los efectos térmicos que alteran tanto la geometría como las propiedades mecánicas de sus armaduras.

En este contexto, el objetivo del presente estudio es comparar el comportamiento térmico y mecánico de dos tipos de acero comúnmente utilizados como armaduras pasivas: el acero al carbono B500SD y el acero inoxidable austenítico EN 1.4301. Las armaduras han sido expuestas a temperaturas de hasta 1150 °C y posteriormente sometidas a dos tipos de

enfriamiento: uno lento, a temperatura ambiente, y otro rápido, mediante inmersión en agua.

2. Metodología

Los materiales empleados en la presente investigación son armaduras de diámetro 12mm de acero al carbono B500SD y de acero inoxidable EN 1.4301.

Se sometieron a temperaturas de 20 °C, 450 °C, 800 °C y 1150 °C, y se sometieron a dos tipos de enfriamiento: lento (aire) y rápido (agua).

La tabla 1 muestra la composición química de los aceros empleados.

El procedimiento experimental se realizó según se indica a continuación (Fig.1):

1. Escaneado 3D: se realizó un escaneo de las armaduras antes y después del calentamiento con un escáner CREAFORM 3D.

2. Calentamiento: las armaduras se calentaron en un horno mufa (J.P. Selecta) a 450 °C, 800 °C y 1150 °C durante 1 hora.

3. Enfriamiento: se aplicaron dos métodos: rápido (inmersión en agua a 9 °C) y lento (enfriamiento al aire en laboratorio).

4. Ensayo a tracción: se usó la prensa universal IBERTEST MIB-60/AM, siguiendo la norma UNE-EN ISO 15630-1:2019.



Figura 1. Escaneado de las barras



dorada especialmente visible tras el enfriamiento lento, asociada a óxidos de hierro y cromo (Fig. 2).

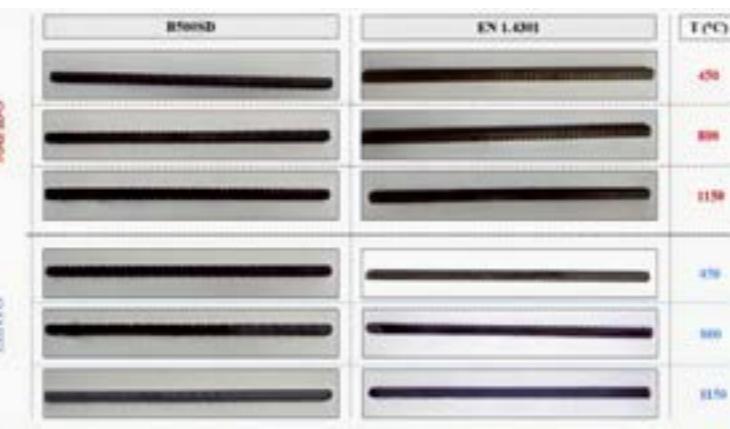


Figura 2. Apariencia superficial de armaduras B500SD y EN 1.4301

En cuanto a la estabilidad dimensional, el acero inoxidable muestra menor pérdida de linealidad, incluso tras la exposición a 1150 °C, reflejando una mayor estabilidad geométrica.

3.2 Pérdida de masa y degradación superficial

La pérdida de masa relativa aumenta con la temperatura en ambos aceros, pero el acero B500SD sufre una degradación más acentuada, lo que puede comprometer la adherencia acero-hormigón (Fig. 3).

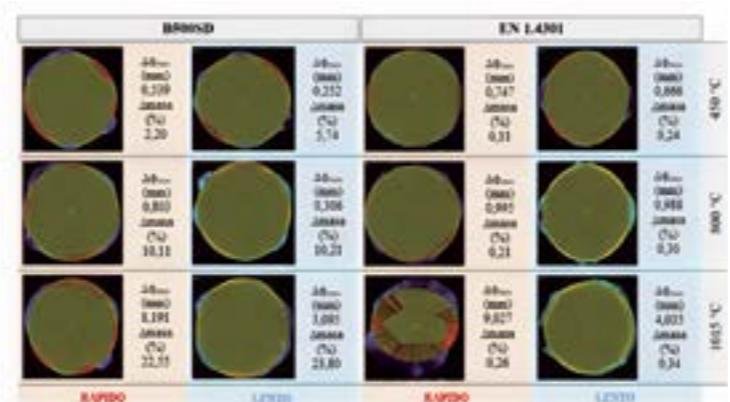
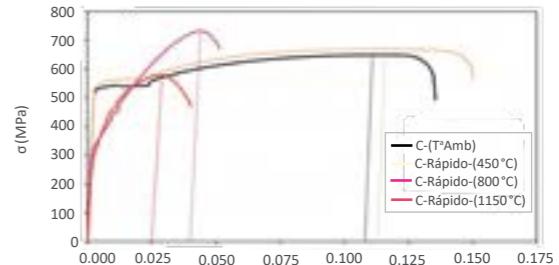


Figura 3. Pérdida de masa y diámetro de las barras B500SD y EN 1.4301

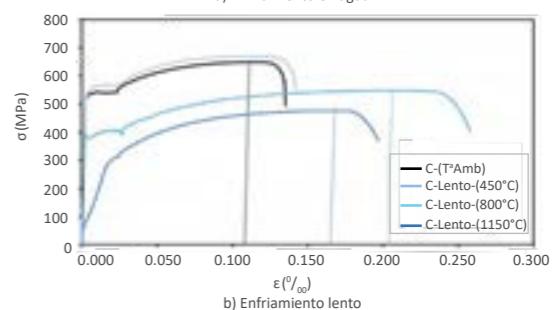
3.3 Propiedades mecánicas: resistencia y deformación

Las gráficas tensión-deformación (Fig. 4) muestran que a 450 °C, tanto el acero al carbono como el acero inoxidable presentan un aumento de la tensión máxima (f_u) y de la tensión en el límite elástico (f_y) respecto a cuando se encuentran a temperatura ambiente e independientemente del tipo de enfriamiento. A 1150 °C, la pérdida de capacidad resistente es significativa en ambos tipos de acero, aunque el acero inoxidable conserva valores de tensión última relativamente altos. En cuanto a la deformación, se puede observar que a 450 °C no existe diferencias sustanciales entre ambos tipos de acero. A 1150 °C el enfriamiento lento generó una deformación longitudinal unitaria máxima en el acero inoxidable de casi el doble que el acero al carbono, lo que muestra una mayor capacidad de deformación del acero inoxidable al encontrarse sometido a condiciones térmicas extremas. A 1150 °C y con un enfriamiento rápido, el acero al carbono pierde

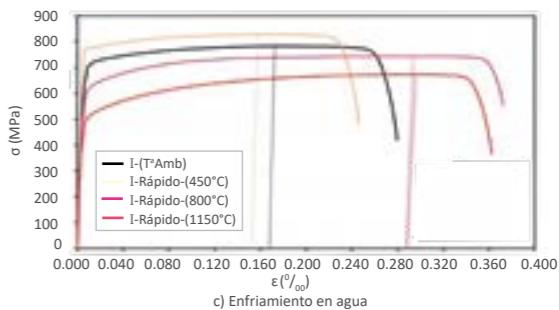
gran parte de su ductilidad, mientras que el acero inoxidable aumenta su deformación longitudinal unitaria máxima respecto al acero inoxidable a temperatura ambiente.



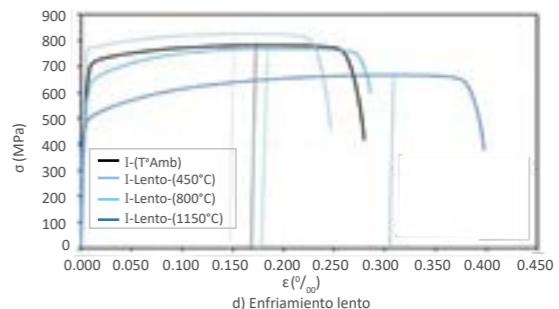
a) Enfriamiento en agua



b) Enfriamiento lento



c) Enfriamiento en agua



d) Enfriamiento lento al aire

Figura 4. Gráficas Tensión-Deformación (σ-ε) para el acero B500SD (a y b) y EN 1.4301 (c y d): (a), (c) Enfriamiento rápido en agua; y, (b), (d) Enfriamiento lento al aire

Tabla 1. Composición de los aceros empleados en esta investigación

Acero al carbono B500SD

Elementos	C	P	S	N	Cu	C Equivalente
(%)	≤ 0.22	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.012	≤ 0.8	≤ 0.5

Acero Inoxidable EN 1.4301

Elementos	C	P	S	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
(%)	0.04	0.032	0.002	0.351	1.45	18.145	8.045	0.344

*Normas: EN 10080 (B500SD) y ASTM A955 / A955M AISI 304 (EN 1.4301)

De reloj a joya urbana

Ingeniería y divulgación científica convergen en las esculturas de Juan Antonio Ros, que nos recibe en Construcciones Metálicas Vicsa S.L., ubicada a las afueras de Zaragoza. Le encontramos ultimando su obra "Conciencia Global", una escultura de 3.385 mm de diámetro realizada enteramente en AISI 304L con espesores entre 2 y 4 mm. Aprovechamos la ocasión para preguntarle sobre su

trabajo y su material por excelencia, el acero inoxidable.

Juan Antonio Ros, Ingeniero de Caminos, profesor, escultor, artista, divulgador...

Se podría decir que eres un hombre polifacético, pero ¿cómo te describirías?

Sencillamente como una persona con gran interés y curiosidad por el conocimiento y por poder compartirlo con otros, a través del arte, de

conferencias, publicaciones y docencia.

¿De dónde viene tu afición por la astronomía y los relojes solares?

Parte de nuestra formación como ingenieros incluía geometría astronómica muy compleja. Me apasiona la abstracción y concentración que exige resolver alguno de los retos de nuestros relojes.

Es fascinante poder calcular y predecir los movimientos de los grandes cuerpos de nuestro Universo próximo que tanto influyen en nuestras vidas.

Alguno de tus relojes solares ostenta un récord Guinness. ¿Cómo se logra tanto logro?

Por un lado, tenemos el récord Guinness al reloj más grande del mundo, y por otro, tenemos el récord a la mayor precisión, algo aún más difícil de conseguir todavía, y que está acreditada en unos pocos segundos de error.

Aunque es cierto que has trabajado con varios materiales, gran parte de tu obra escultórica y artística conlleva inoxidable. ¿Cómo llegaste a este material y qué cualidades crees que aporta a tu obra?

El inoxidable es nuestro material. Es indómito, pero a la vez extremadamente noble. Los matices cambiantes, los brillos, las luces, nos atraen mucho.

Además, como técnicos apreciamos sobremanera su durabilidad, resistencia y sostenibilidad. Gracias a él nuestros relojes pasan a ser joyas urbanas.

¿Cuáles son los principales retos al trabajar con un material tan noble como el acero inoxidable?

Como queremos que el inoxidable se exprese en su verdadera naturaleza, sin pinturas ni aditamentos, integrar las soldaduras en la textura general es un gran reto.

Juan Antonio Ros



Reloj solar "Conciencia Global"



TEO ROS

interiorizar muchos valores en términos de concienciación ambiental y de nuestro papel en el Universo. Una obra muy importante se va a colocar en la estación del AVE, para recibir a los viajeros con esta invitación a adherirse a las buenas prácticas.

Muchas gracias Juan Antonio, sin duda hay que hacer esa ruta y conocer mejor la bella ciudad de Zaragoza que esconde numerosos iconos con acero inoxidable, como el memorial del centenario de la visita de Einstein, entre muchos otros

MATERIAL :
Acero Inoxidable AISI 304L
Suministrado: [Inoxcenter Zaragoza](http://InoxcenterZaragoza)

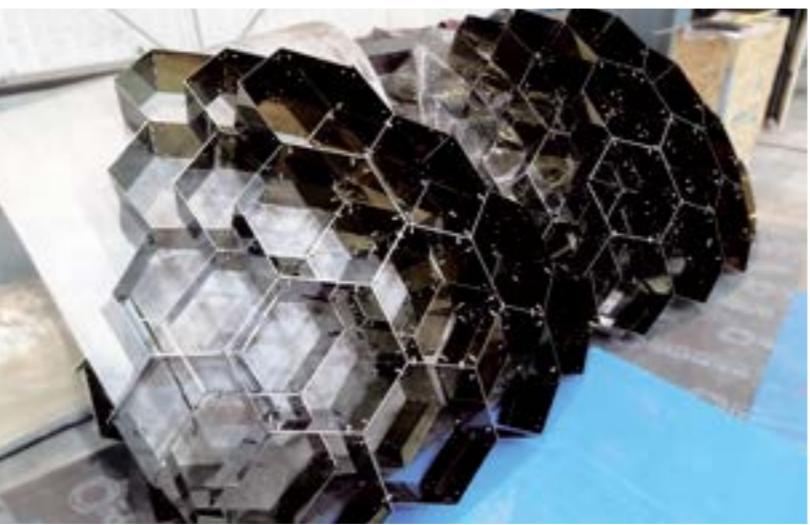
FUENTE :
Construcciones Metálicas Vicsa, S.L
www.sunroses.eu
Fotografías: cedinox©

Reloj solar "Constructio Luminis"





Escultor



En la intersección entre arte, arquitectura y naturaleza, Alex Pentek ha concebido una obra que trasciende los límites convencionales de la escultura. Su proyecto *Hive Mind*, inspirado en la organización colectiva de las abejas, ofrece una reflexión profunda sobre la conexión entre nuestras mentes y el entorno, y sobre cómo el arte puede actuar como interfaz con otras formas de inteligencia.

La escultura instalada en Irlanda, está formada por una esfera construida a partir de 362 hexágonos plegados de acero inoxidable 316L anodizado con acabado espejo dorado producido por la empresa Rimex. Esta geometría no es arbitraria: reproduce la estructura de un icosaedro cuyos veinte triángulos se han convertido en superficies curvas formadas por mosaicos hexagonales.

El resultado es una visión caleidoscópica del entorno, evocando el ojo compuesto de una abeja. Pentek diseñó con precisión milimétrica la curvatura y el plegado de cada hexágono. Las ranuras y muescas talladas a láser permitieron doblar las piezas sin comprometer la continuidad visual ni la integridad estructural. Cada uno de los veinte triángulos curvos fueron ensamblados

siguiendo una secuencia de letras individuales que facilitaba el montaje tridimensional de la esfera.

La estructura se apoya en un armazón que sirve de soporte y de elemento esencial del discurso artístico. Lo que Pentek denomina “infraescultura”, una fusión deliberada entre escultura, arquitectura e infraestructura.

Para fijar la esfera al armazón y distribuir su peso de forma

Hive Mind de Alex Pentek: la escultura como interfaz entre mundos

uniforme, se diseñaron puntos de anclaje reforzados con hexágonos de 12 mm de grosor, unidos mediante pernos M12. Esta solución cumplió con las exigencias técnicas asociadas a la carga de viento, asegurando estabilidad y durabilidad a la instalación.

El transporte y elevación de la obra también requirieron de soluciones innovadoras. Para ello, se ideó un sistema de cuna que permitió balancear

la esfera desde una posición plana hasta su destino final, sin comprometer la integridad de la obra.

Para Pentek, el acero inoxidable 316L fue una elección técnica, por su resistencia a la corrosión y su maleabilidad, y también un aliado narrativo. “Confío en cómo los materiales cuentan la historia de su propia creación”, afirma.

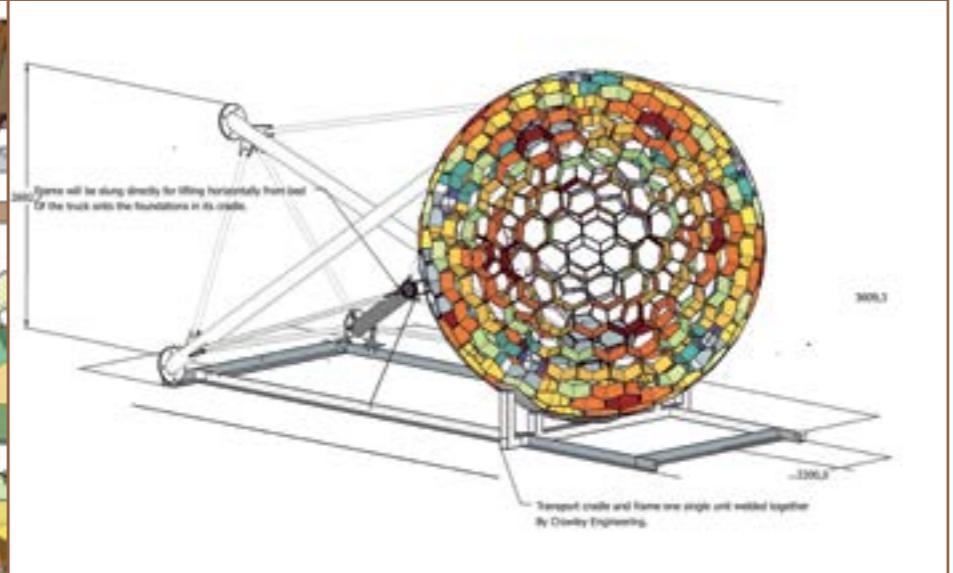
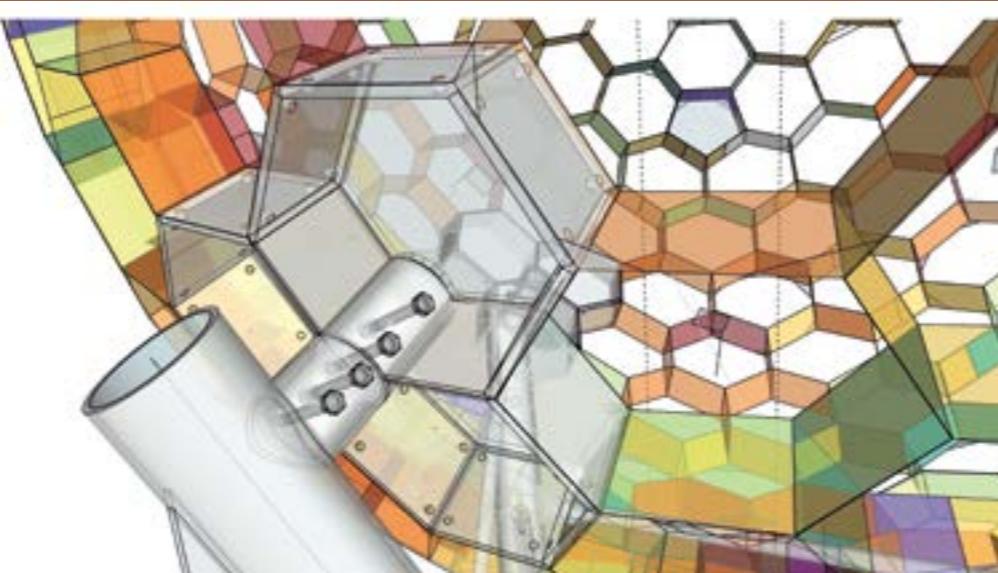
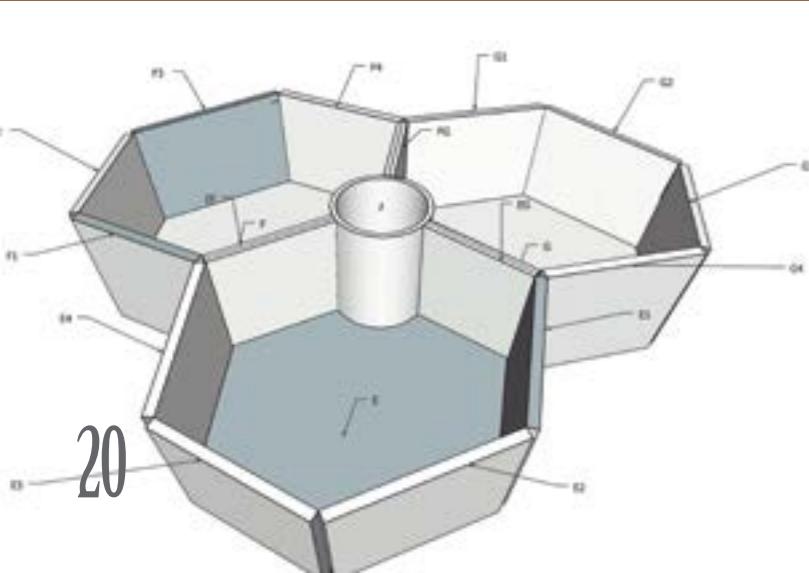


En *Hive Mind*, el inoxidable se convierte en espejo, arquitectura y símbolo, invitando al espectador a mirar y pensar desde una nueva perspectiva.

MATERIAL :
[Acero Inoxidable AISI 316L](#)

FUENTE :
[www.alexpentek.com](#)

Fotografías cedidas por Alex Pentek©



Aleaciones de Alto Rendimiento (HPA) para la Generación de Energía Limpia



A menudo, el debate sobre la energía limpia se centra en las fuentes, dejando en segundo plano que el verdadero reto técnico reside en los componentes. Para transformar eficazmente los recursos renovables en electricidad fiable, la tecnología debe sobrevivir en entornos cada vez más hostiles. Las Aleaciones de Alto Rendimiento (HPA) son la pieza clave que cierra la brecha entre el diseño teórico y la realidad operativa, asegurando que las instalaciones críticas resistan el paso del tiempo.

La generación de electricidad renovable abarca tecnologías como la fotovoltaica, las plantas geotérmicas, la biomasa, el hidrógeno y otras fuentes. A ello se suma la energía nuclear como fuente de cero emisiones. Simultáneamente, en la generación convencional, los desafíos residen en elevar los niveles de eficiencia y minimizar la contaminación a través de la desulfuración de gases de combustión.

Actualmente, se explora y despliega una amplia gama de tecnologías de energía limpia a nivel mundial. Este impulso global ha intensificado el desarrollo y la adopción de soluciones con bajas emisiones de carbono y menor impacto en el calentamiento global. Sin embargo, muchos sistemas

avanzados operan bajo condiciones extremas que exigen el uso de aleaciones a base de níquel y cobalto; materiales que ofrecen una excepcional resistencia a altas temperaturas, protección frente al entorno operativo y estabilidad térmica a largo plazo. En este contexto se examina el papel fundamental que desempeñan las aleaciones de alto rendimiento (HPA) de líderes del sector, como [Haynes International, Inc.](#) y [VDM Metals](#), en los desafíos de la generación de energía limpia.

Energía Solar

Solar Termoeléctrica (CSP): aleaciones en la planta

Las plantas de Energía Solar Concentrada (CSP, por sus siglas en inglés) dirigen la radiación solar mediante miles de espejos hacia receptores tubulares por los que circula un fluido de transferencia térmica (aceite térmico, vapor o sales fundidas). Mediante un intercambiador de calor, se genera el vapor necesario para impulsar una turbina acoplada a un generador y producir electricidad renovable. Las plantas CSP también pueden presentar una configuración

de torre central. En este caso, los espejos (heliostatos) se disponen alrededor de una torre con el receptor situado en la cima. Frecuentemente se utilizan sales fundidas como fluido caloportador para transferir el calor del receptor al intercambiador o al sistema de almacenamiento térmico, alcanzando temperaturas superiores a los 500 °C. Estas altas temperaturas, combinadas con fluidos potencialmente corrosivos, exigen el uso de HPAs como VDM® Alloy N06230, VDM® Alloy 625, HAYNES® 230®, HAYNES® 282® y, en ocasiones, HAYNES® 625.

Solar Fotovoltaica: aleaciones en la fabricación

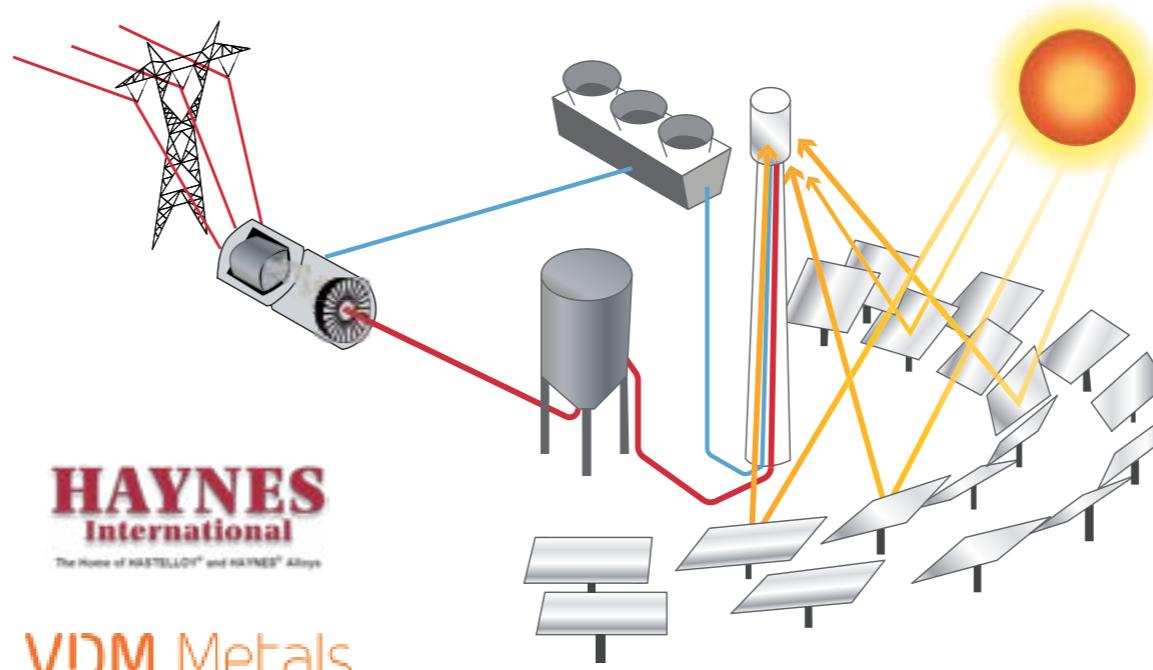
Más allá de la tecnología CSP, las aleaciones de alto rendimiento son críticas en la cadena de valor fotovoltaica. Philipp Verbnik, Director de Marketing de VDM Metals, aclara que "estos materiales no se emplean en las células propiamente dichas, sino en la producción de su materia prima: el silicio policristalino".

Estas condiciones extremas exigen el diseño de equipos fabricados con materiales de alta resistencia térmica, como VDM® Alloy N08120 y HAYNES® HR-120®.

Biomasa

Las plantas de biomasa requieren materiales de alta robustez, ya que trabajan en condiciones extremas de calor, presión y oxidación. Para operar de forma segura se emplean aleaciones de alto rendimiento como VDM® Alloy 602 MCA, HAYNES® 233® y HAYNES® HR-160®, especialmente en procesos

avanzados como el tratamiento supercrítico de lodos. Un proceso que convierte la masa residual en gas de síntesis. Esta tecnología permite recuperar componentes sólidos como minerales, sales de metales pesados y fósforo.



Del estadio al paladar



Energía Nuclear

La industria nuclear demanda materiales metálicos de máxima fiabilidad, específicamente para la isla nuclear, la manipulación de combustible y la gestión de residuos, tanto en plantas convencionales como en los nuevos reactores modulares pequeños (SMR). Además de cumplir normas como ASME III o RCCM, entre ellos destacan: Aleaciones Níquel-Cromo-Hierro (ej. VDM® Alloy 690) por su excelente resistencia a la corrosión.

Superaleaciones (ej. VDM® Alloy 718) por su elevada resistencia mecánica.

Aceros inoxidables con boro (ej. VDM® NeuroShield) para absorción de neutrones.

Energía Nuclear Avanzada

Los reactores de nueva generación (sales fundidas, metales líquidos, gas a alta temperatura) trabajan cerca de los 850 °C, por lo que exigen materiales con gran resistencia a la fluencia. Se utilizan aleaciones como HAYNES® 244®, HASTELLOY® N, HAYNES® 230® y HAYNES® 282®, también aplicadas como recubrimientos soldables.

Ciclos de Alta Eficiencia (A-USC y sCO₂)

Las tecnologías de Vapor Ultrasupercrítico Avanzado y CO₂ Supercrítico requieren materiales capaces de operar entre 600 °C y 760 °C bajo presiones extremas (>300 bares). Para afrontar estos desafíos y maximizar la eficiencia termodinámica, la aleación HAYNES® 282® es la opción preferente, contando con aprobación ASME para aplicaciones estructurales en ambos tipos de plantas.



de los 850 °C, por lo que exigen materiales con gran resistencia a la fluencia. Se utilizan aleaciones como HAYNES® 244®, HASTELLOY® N, HAYNES® 230® y HAYNES® 282®, también aplicadas como recubrimientos soldables.

Hidrógeno y Amoniaco
La emergente economía del hidrógeno y el amoniaco juega un papel crucial en los mercados de energía limpia. El hidrógeno se produce mediante craqueo de amoniaco, reformado de metano con vapor y electrólisis. Estos procesos a menudo implican altas temperaturas y exponen a los materiales a mecanismos de degradación únicos, como la nitruración. Por ello, se requieren aleaciones con alta estabilidad térmica y resistencia a la fluencia, como HAYNES® 233®, HAYNES® 282® y HAYNES® 230®.

Desulfuración de Gases de Combustión (FGD)
Los sistemas FGD eliminan el dióxido de azufre mediante procesos de lavado húmedo con caliza, generando entornos extremadamente corrosivos y fluctuaciones térmicas en componentes como absorbedores e intercambiadores. Para resistir estos medios agresivos, es indispensable el uso de aleaciones de alto rendimiento como VDM® Alloy 59, VDM® Alloy 2120 MoN y VDM® Alloy 31, siendo también excelentes candidatos HASTELLOY® HYBRID-BC1® y HASTELLOY® C-2000®.

Hacia un futuro energético sostenible

Para que los diseños teóricos de energía limpia se conviertan en plantas operativas, la ingeniería debe contar con soluciones materiales probadas. Las aleaciones analizadas en este artículo, desarrolladas por referentes como Haynes International y VDM Metals, cumplen con este requisito al ofrecer una combinación única de resistencia extrema y facilidad de fabricación.



La afición al deporte y la comida siempre han ido de la mano y, en muchos países, la llegada del otoño marca el regreso a los estadios llenos. Miles de personas acuden a disfrutar de sus deportes favoritos, (béisbol, fútbol u otras disciplinas), acompañados de buena comida y bebidas. Detrás de esta experiencia gastronómica se encuentran, en gran parte, los *Food Carts* fabricados en acero inoxidable. Estos equipos son una presencia constante en recintos deportivos y eventos públicos, ofreciendo a los gestores una solución móvil, funcional y rentable para ampliar su oferta gastronómica y aprovechar espacios que, de otro modo, quedarían sin uso.

Los *Food Carts* se emplean en todo el mundo y se adaptan a las costumbres locales. En Estados Unidos y Canadá forman parte esencial de la experiencia deportiva, presentes en estadios de béisbol, fútbol americano o hockey.

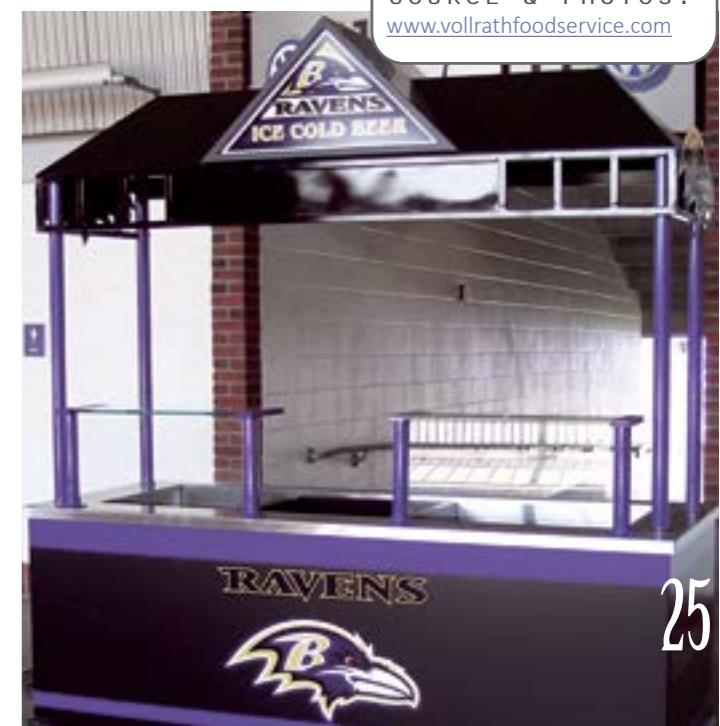
y de durabilidad llevaron a sustituir materiales como el hierro o el aluminio por acero inoxidable, que desde los años setenta se consolidó como el estándar de la industria por su resistencia, higiene y mantenimiento sencillo.

Como todo equipo que entra en contacto con alimentos, los *Food Carts* requieren materiales seguros y certificados. En este ámbito, la aportación de North American Stainless (NAS) es clave. La mayoría de estos equipos utiliza aceros del tipo 304 (NAS120), que NAS suministra tanto a fabricantes líderes como Vollrath, y al resto de la industria a través de centros de distribución.

Su equilibrio entre resistencia a la corrosión, estabilidad química y facilidad de limpieza lo convierte en el tipo preferido por los productores de equipamiento alimentario. A ello se suman otras ventajas: una larga vida útil, bajo mantenimiento, alta resistencia mecánica y excelente comportamiento frente al calor, en carros que incorporan equipos de cocción. Su apariencia limpia y profesional también refuerza la confianza del consumidor y la imagen del proveedor, consolidándose como el material ideal para un sector que combina movilidad, seguridad y alta demanda.

MATERIAL :
AISI 304 Stainless Steel (NAS120)
Manufactured and supplied:
[NAS, North American Stainless](http://www.nasstainless.com)

SOURCE & PHOTOS :
www.vollrathfoodservice.com



Casa Axis: centro de arte

Felipe

Pantone, artista argentino-español, convierte una casa cargada de historia, en un centro de arte, un espacio dedicado a la creatividad. La construcción original es un diseño de Antonio Segura, junto con el arquitecto Pascual Genovés, de 1975. Esta magnética localización atrapa a todo el que se acerca, y se convierte en el escenario perfecto para el intercambio de ideas, el aprendizaje y la inspiración, a través de un programa de residencia para jóvenes artistas promovido por Pantone.

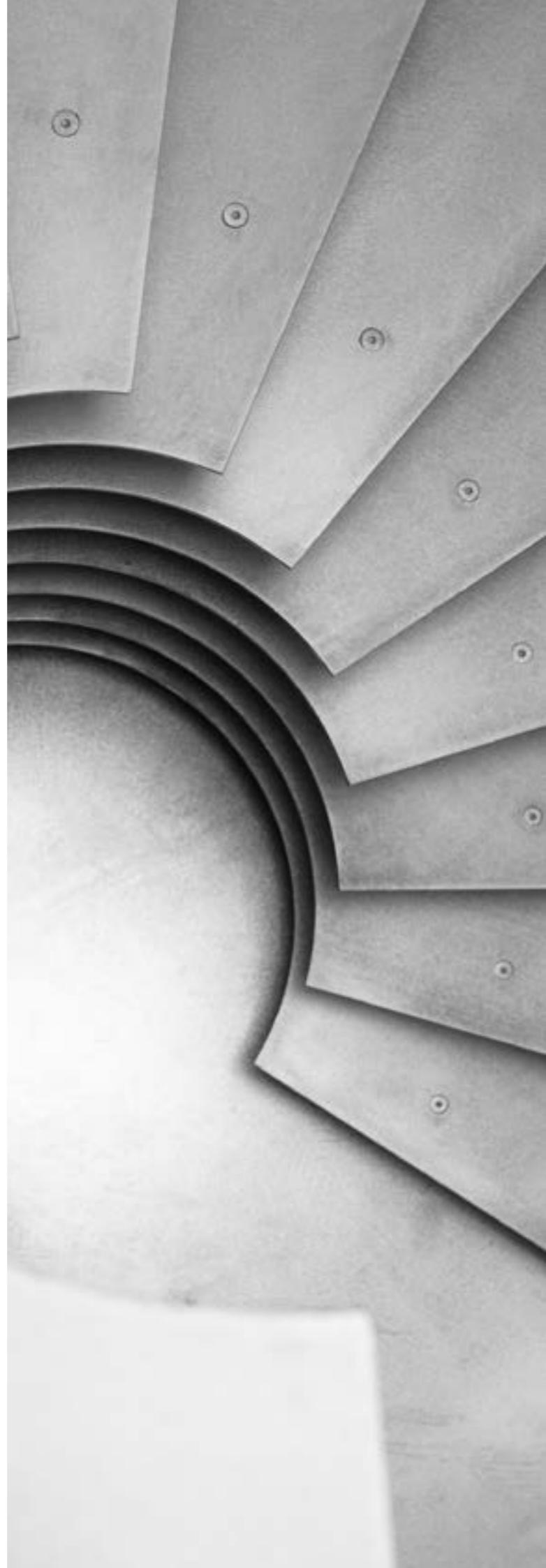
El complejo cultural lo compone la casa como elemento central, la discoteca, el jardín, la nueva construcción destinada a albergar la oficina de FP Studio, el taller y el espacio expositivo. El edificio existente es una joya arquitectónica, con la que las nuevas construcciones no debían competir. La vivienda original, es una edificación de estética "space age", que sorprende en cada estancia con su cuidado y bien mantenido diseño interior con piezas de vanguardia. Las formas curvas de su fachada junto al alarde estructural

que hace levitar la casa sobre la piscina transparente, son representativas de esta corriente artística.

El nuevo edificio que proponen Felipe Pantone junto a Marina Victoria, arquitecta en FP Studio, es un bloque de formas puras, ligero y que parece flotar sobre el terreno, manteniendo así la relación con la construcción original sin destacar frente a la casa, que se mantiene como el elemento icónico del complejo. El nuevo espacio diseñado para acoger el estudio, debía dar servicio a los nuevos métodos y procesos que habían ido incorporando en las creaciones de Felipe.

Necesitaban un espacio amplio, con entrada de luz natural, que permitiera también albergar exposiciones y colaboraciones con otros artistas. Incluyeron un foso, para las obras de gran formato, así como salas climatizadas adaptándose a los requisitos de las máquinas de producción.

Desde el primer momento, la escalera que conecta el sótano con la planta baja, se planteó como el elemento más característico del nuevo taller, generando una vez más un diálogo con la casa original, cuya escalera también es un elemento singular de la



misma. La empresa elegida no podía ser otra que Ramiro Hermanos, quienes fabricaron la escalera de la casa original de hierro lacado. Dos generaciones separan ambas escaleras, un bonito legado con un trabajo de similares características, pero abordado de manera radicalmente distinta.

Para el nuevo diseño optaron por una escalera de gran formato, con carácter industrial, construida con la superposición de discos de acero inoxidable evocando los engranajes de las obras de Pantone. De nuevo, una escalera helicoidal, en este caso, de tres metros de diámetro. Las dimensiones fueron uno de los primeros retos que desde Ramiro Hermanos superaron con éxito. No era posible fabricar los discos de 3m de diámetro a partir de una única plancha de acero inoxidable, lo que obligó a realizar una unión por soldadura a ambos lados, sin aguas, perfectamente repasada al ser un elemento visto.

El proceso de fabricación incluía el corte por láser de cada uno de los escalones/gajos de acero inoxidable AISI 304L de 10mm de espesor. También en este momento, se realizaron las perforaciones necesarias para el montaje. Cada uno de los discos que conforman las huellas de esta escalera escultórica, se sustenta sobre el anterior mediante cilindros mecanizados y roscados, también de acero inoxidable.

Para su montaje en obra fue necesario un transporte especial con grúa, para poder transportar los gajos y realizar la carga por orden de montaje. La huella inicial es un disco de 3 m de diámetro con estructura interior de perfilería y embellecido por el exterior, con chapa curvada. Otro reto afrontado durante el montaje era comenzar la construcción desde la planta inferior con el disco de mayor tamaño, lo que motivó la fabricación de un carro para trasladar las piezas hasta el hueco. Fue necesario también contar con una viga con polipasto para descender cada una de las pesadas piezas. Fueron maniobras complejas, ya que el hueco era realmente ajustado a la dimensión final de la escalera.

Merece la pena destacar la importancia del acabado superficial, en este elemento singular de la nueva construcción. En colaboración con los diseñadores, la empresa metalistera, realizó un matizado mecánico con grano de desbaste para garantizar el resultado deseado, tanto en cantos como en ambas caras de los discos.

Los proyectos con un diseño cuidado son impulsores de innovación para la industria y los materiales. Empresas con experiencia como Ramiro Hermanos son las que lo hacen posible. Fundada en 1939, trabajan el metal como una fusión entre técnica y artesanía, que consideran el único camino del éxito industrial y como clave de polivalencia.

MATERIAL :
[Acero Inoxidable AISI 304L](#)
Fabricado: [Acerinox Europa](#)
Suministrado: [Inoxcenter Valencia](#)

FUENTE :
[www.ramirohermanos.es](#)





Arquitectura

Estimado colega arquitecto:

Aprovecho estas líneas para invitar a la reflexión sobre nuestra profesión y los retos que afrontamos en cada nuevo proyecto. Esos momentos, en los que nuestras decisiones definirán si la obra será meramente funcional o si adquirirá verdadero valor arquitectónico.

La fase conceptual

El primero y más abstracto de los desafíos es la concepción de la idea. Superar el miedo a la hoja en blanco. En esta etapa nuestra misión es capturar deseos e intenciones:

- Captar la esencia del lugar: no sólo topografía, sino cultura, historia y atmósfera.
- Descifrar el programa: las necesidades y deseos del cliente y traducirlos a espacios coherentes y habitables.
- Concebir la idea generadora: es el salto creativo, donde surge lo que aún no existe.

El valor del proyecto nace aquí, en ese croquis fugaz o maqueta conceptual. Pero debemos evitar enamorarnos de la idea demasiado pronto, es momento para la experimentación. La clave del éxito reside en explorar hasta encontrar la forma más potente para resolver el problema planteado.

¡Hemos dado con la idea! A partir de aquí, nuestro único objetivo será conservar el

“alma” del proyecto como si de un tesoro se tratase, mientras lidiamos con la mundana realidad de la gravedad, la tecnología o la economía. El proceso técnico amenazará con diluir la pureza de la idea, sin embargo, el buen arquitecto será capaz de convertirlo en su aliado, lo aprovechará para refinar y fortalecer la idea original.

La fase de desarrollo

Es la prueba de fuego. Es el momento de encajar las necesidades técnicas manteniendo la fuerza de la idea. Se deberán definir las soluciones estructurales y el complejo entramado de instalaciones, cumpliendo con el marco regulatorio, mientras se satisfacen las necesidades programáticas.

Hacer todo esto solo es una tarea casi inabordable, por lo que es importante encontrar buenos compañeros de viaje. De nuevo el arquitecto se transforma en instructor entre los profesionales colaboradores de las distintas disciplinas que intervienen. El croquis inicial debe transformarse en el cálculo estructural preciso. Somos un interlocutor que entiende el idioma del ingeniero civil, el del diseñador de instalaciones y, por supuesto, el del capataz de obra.

En esta fase de desarrollo, la elección material es condicionante y a la vez un aliado valioso para enfatizar la idea. Un punto de inflexión en el que tenemos claro algunas características que forman parte de la idea generadora, pero que tendrán consecuencias en la definición de los detalles constructivos.

El arquitecto que conozca la ciencia de los materiales será el aventajado. Entender que la elección material no se limita al acabado superficial, sino que son componentes activos, que definen la expresión, la durabilidad o el comportamiento energético de la construcción. Se requiere comprender la resistencia mecánica, las propiedades físicas, la respuesta a agentes atmosféricos e incluso el impacto ambiental de cada material, para garantizar la viabilidad técnica.

En este desarrollo es donde el arquitecto, como el director de esta orquesta, logra que todas estas decisiones converjan. Las elecciones materiales tendrán implicaciones en espesores, pesos y dimensiones de cada uno de los elementos. Los detalles constructivos cuidados y bien definidos, son nuestra herramienta para blindar la idea conceptual contra las simplificaciones o las soluciones genéricas del constructor.

La fase de construcción

El desafío final. Nuestra función en esta etapa será la de guardianes de la idea. El reto es proteger la calidad arquitectónica planteada antes los distintos oficios involucrados. Es una fase de negociación constante, de resolución de imprevistos y de decisiones rápidas.

El último duelo, una vez construida nuestra obra, será con el inevitable paso del tiempo. Una gestión exitosa de todas las fases asegurará que el edificio funcione y envejezca dignamente. Sabemos que el acero inoxidable es nuestro mejor aliado en esta tarea. Pero también un diseño robusto ofrecerá resistencia frente a la obsolescencia.

Es por todo esto que concebimos el arte de proyectar como la capacidad de sostener una visión a través de todas estas etapas. Y así logramos espacios que no solo funcionan, sino que emocionan.



40 años de Cedinox

Constitución

**19
85**

Nuestros socios fundadores fueron: ACERINOX, AUSTINOX, ROLDAN, INCO y TORBESA, y nuestro objetivo primordial fue **contribuir a aumentar el consumo per cápita de acero inoxidable en España**.



**19
86**

Desde el origen, **ayudar al transformador** a conocer nuestro material es uno de nuestros pilares. Sobre soldadura trata nuestro primer curso en la Politécnica de Gerona, con 98 inscripciones. Ese mismo año se homologan las chimeneas de inox y al siguiente, respondemos a las sugerencias recibidas y elaboramos tabla de equivalencias AISI-UNE.

Formación

Consultas

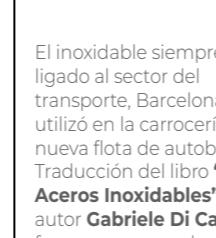
**19
87**

Atender consultas técnicas por teléfono, de forma gratuita, se hizo realidad. En el mismo año se celebra el **primer Premio Cedinox**, cuyo fin era reconocer públicamente a aquellas personas o entidades que utilizan acero inoxidable de forma eficaz y original.



**19
88**

El inoxidable siempre ligado al sector del transporte, Barcelona lo utilizó en la carrocería de la nueva flota de autobuses. Traducción del libro "**Los Aceros Inoxidables**", su autor **Gabriele Di Caprio**, fue una persona decisiva en la difusión del acero inoxidable y apoyó la creación de Cedinox.



Primeros logros

Normativa

**19
91**

La normativa europea obliga el uso de catalizadores a partir de 1993 y ahí estamos con nuestros estudios y comparativas con otros materiales. Al año siguiente, con Euro Inox, **lanzamos el programa LCC** de productos inoxidables (en disquete, por supuesto).



**19
98**

Escuchamos a todo aquél que tenga una buena idea y por casualidad su inventor llamó a nuestra puerta. Nos costó llevarlo a término, pero conseguimos "levantar" la **bombona de butano** más ligera del mercado.



Dejando huella

Divulgación

**20
04**

Siempre intentamos estar al día. Presentamos oficialmente **nuestra primera web**. Más consultas, más contenido y más relación con los usuarios de este material.



**20
10**

Respondemos a la demanda de que la información llegue a todos y comenzamos a resumir el contenido de nuestra revista Acero Inoxidable en inglés. Hoy la tenemos íntegra en ese idioma. Hace ya tiempo que **nuestro foco ya no está solo en España**.

Alcance

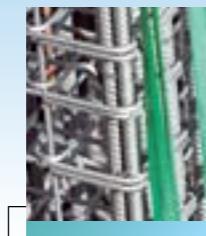
Cosecha

**20
16**

Vemos nuestra labor como una siembra paciente y así, nace el **Premio Acerinox**, para TFGs y tesis, entre los alumnos que han asistido a nuestros cursos. En esta fecha casi 1500 estudiantes han pasado por nuestras clases.



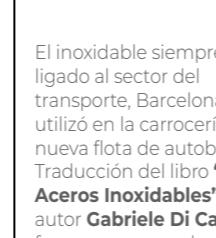
**20
18**
Refuerzo



A la vista

**20
19**

La elección del inoxidable de forma visible en **proyectos de vanguardia** es un hecho. Los acabados texturizados ayudan a mitigar efectos no siempre deseados como la **reflectividad**. Poco a poco obras emblemáticas pueblan nuestras ciudades y profundizamos en la correcta selección del material y su mantenimiento.



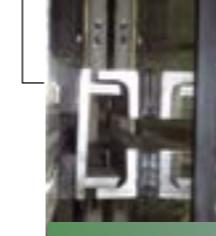
**20
20**
Bienvenida



Revolución

**20
22**

El esperado **nuevo Código Estructural** entra en vigor, introduciendo las directrices para el diseño y el cálculo de estructuras de acero inoxidable. El acero inoxidable es ya una alternativa reconocida. Todo un logro. Apoyamos la construcción del prototipo **Hyperloop**



**20
23**
Urbano



Nace **Stainless and the City**. Nada mejor para descubrir que el inoxidable está por todas partes. En la web disponéis del mapa virtual para consultarla siempre. Siendo un objetivo mejorar el bienestar de la sociedad, divulgamos el estudio sobre la fabricación de cemento con **escorias de inoxidable**.



**20
25**
Continuamos



Sostenibilidad, nuevas formas de almacenar energía, seguridad o nuevos acabados, son ejemplos de respuestas a nuevos retos a los que se enfrenta la sociedad y donde el inoxidable juega un papel principal. Por **40 años** más de andadura hacia el conocimiento y su divulgación.

Nuevas Generaciones

Alba González Oviaño

Os presentamos a Alba González Oviaño, recién graduada del Máster en Ingeniería Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y ganadora del IX Premio Acerinox.

Desde esta sección queremos destacar su trayectoria como un ejemplo de talento joven orientado a la excelencia. Con una especialización en materiales y una calificación de Matrícula de Honor en su trabajo final, su proyecto premiado aborda uno de los campos con mayor proyección actual: las técnicas de fabricación aditiva (FA).



Técnicas de fabricación aditiva

Las técnicas de fabricación aditiva (FA) permiten obtener piezas complejas con rapidez y versatilidad, consolidándose como tecnologías de prototipado rápido en sectores como el automovilístico, biomédico y aeroespacial [1].

Aunque pueden emplearse materiales poliméricos, cerámicos o metálicos, el crecimiento reciente de la FA de metales ha impulsado el desarrollo de nuevas empresas, entre ellas la española Etxetar. La tecnología con la que cuentan es la Deposición de Energía Dirigida (Directed Energy Deposition, DED), basada en la deposición capa a capa de polvo metálico y su fusión mediante un haz láser.

Como metal base se utiliza acero inoxidable AISI 316L por su buena soldabilidad, resistencia a la corrosión y comportamiento mecánico. Sin embargo, los numerosos ciclos térmicos del proceso DED, generan tensiones residuales y heterogeneidades que reducen sus propiedades frente a los materiales obtenidos por laminación.

Con el objetivo de mejorar el método de fabricación y el rendimiento del material, Etxetar inició en 2019 una colaboración con el Centro Láser UPM (CLUPM) [2]. Desde entonces se han desarrollado distintos estudios [3] [4] [5] que permitieron caracterizar por primera vez

Materiales y métodos

Se emplearon 11 probetas fabricadas por Etxetar: 10 longitudinales para ensayos mecánicos y una transversal para el estudio microestructural, ya que esta disposición permite observar la evolución por capas. Las probetas longitudinales se destinaron a ensayos de fatiga, tensiones residuales, corrosión y dureza, siguiendo las normas ASTM E466, E837-08, G15 y 384-17 respectivamente.



Paredes obtenidas mediante técnicas de DED en las instalaciones de Etxetar

El análisis microestructural se realizó mediante preparación metalográfica y ataque electrolítico con ácido oxálico para revelar los bordes de grano y el contenido de ferrita δ .

Posteriormente se emplearon microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía EDX para estudiar la composición y heterogeneidades presentes. La porosidad se cuantificó mediante procesamiento de imagen y comparativa con estudios basados en el principio de Arquímedes.

En cuanto a la caracterización mecánica, seis probetas se ensayaron a fatiga a distintas amplitudes de carga. Tras obtener los resultados, se aplicó el tratamiento LSP con una densidad de 1600 pulsos/ cm^2 a las cuatro probetas restantes, y se repitieron los mismos ensayos (fatiga, tensiones, corrosión y dureza).



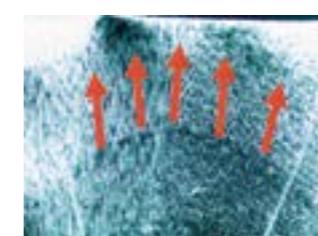
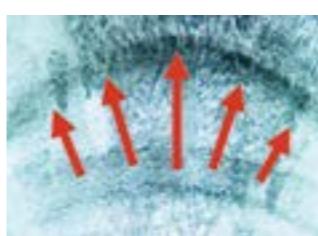
Esquema de corte de la probeta

RESULTADOS

Microestructura

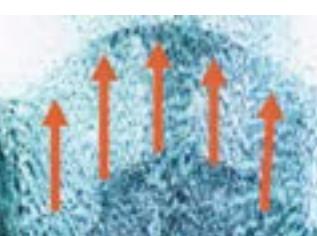
El método de fabricación mediante DED produce una microestructura cohesionada y continua entre capas debido al crecimiento epitaxial. El espesor de capa demostró tener carácter alterno: si la capa n tiene un espesor menor que la media, la capa $n+1$ la tendrá mayor.

En las micrografías se visualiza una evolución en el crecimiento y morfología de los granos, asociada a los distintos gradientes térmicos y velocidades de enfriamiento que se producen en la fabricación. En las zonas cercanas al sustrato, la orientación de crecimiento de los granos sigue un gradiente térmico con cierta inclinación respecto a la dirección vertical de la probeta, con una estructura dendrítica celular, asociado a mayores velocidades de enfriamiento.



Capa 2(A1), 18(A3) y 78(B1)

En zonas más alejadas aparece una orientación alineada a la de crecimiento de la probeta con estructuras dendríticas columnares, donde el enfriamiento es más lento [6]. Del mismo modo, el contenido de ferrita δ retenida disminuyó con la altura debido a la menor velocidad de enfriamiento y mayor tiempo disponible para la transformación austenítica [7].



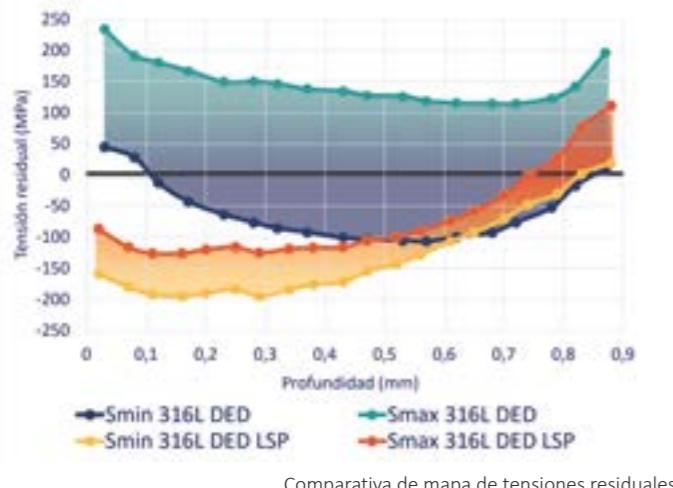
La porosidad se mantiene estable entorno al 1% a lo largo de la probeta. Dicha medida es congruente con los resultados realizados por la propia empresa y se considera aceptable para componentes fabricados por DED.



Fotografía del extremo derecho de la capa 3 (Probeta A1) x25, x50 y x100, respectivamente

Comportamiento a fatiga y efecto del LSP

El acero fabricado mediante DED mostró un límite de fatiga de 110 MPa en probetas sin tratar en dirección longitudinal. Tras la aplicación del tratamiento LSP este límite aumentó hasta 115 MPa, situándose aún por debajo del material laminado de referencia (160 MPa sin tratar y 200 MPa tras LSP). No obstante, el tratamiento desplazó las curvas S-N hacia la derecha, mejorando significativamente la resistencia a fatiga en el régimen de bajos esfuerzos y aumentando la vida útil a igualdad de carga aplicada.



Comparativa de mapa de tensiones residuales

Además de mejorar el comportamiento a fatiga, se ha observado que el tratamiento con LSP, genera tensiones residuales de compresión estables hasta el medio milímetro de profundidad, revirtiendo las tensiones de tracción generadas por la técnica DED. Estas tensiones residuales han sido medidas mediante la técnica del agujero ciego. Esto supone un aliciente para seguir investigando acerca de la técnica LSP como postprocesado para aplicaciones de FA.

Comportamiento frente a corrosión

De las probetas fabricadas por técnicas de DED, también sorprende su resistencia a la corrosión por picaduras, mejor que la presente en el acero laminado comercial. Además, presenta un óxido más protector que el que se produce en el acero comercial. En este caso, el tratamiento LSP mejora de forma considerable su protección creando una capa pasiva altamente estable.

Dureza

La dureza del acero fabricado por DED fue un 58 % superior a la del acero laminado. Sin embargo, la influencia en el endurecimiento superficial de la técnica LSP es mucho menor y se pierde a los 100 µm de profundidad.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha supuesto un gran avance en la caracterización microestructural para materiales sometidos a procesos con gradientes térmicos severos y alto aporte másico como es la DED. Este trabajo ha permitido correlacionar, por primera vez con detalle, la evolución microestructural en DED con el comportamiento mecánico y electroquímico, sentando las bases para el desarrollo de modelos predictivos y futuras optimizaciones en la fabricación aditiva de aceros inoxidables.

Bibliografía

- [1] F. Cordovilla Baró, Á. García Beltrán, M. Á. Montealegre y J. L. Ocaña Moreno, « Non-linear thermal model of the Direct Laser Melting Process considering the adhesion of the consolidated material to the substrate using a domain with discontinuous material properties,» *Progress in Materials Science*, vol. 92, pp. 112-224, 01 03 2018.
- [2] L. Ruiz de Lara de Luis, Desarrollo de métodos para la evaluación integrada de propiedades mecánicas y superficiales inducidas en materiales metálicos mediante tratamiento superficial por ondas de choque generadas por láser, Madrid, 2016.
- [3] S. J. Rodríguez Pozo, «Análisis microestructural y mecánico de piezas
- [4] A. Calleja García, Caracterización de campos de tensiones residuales en materiales metálicos tratados por onda de choque generada por láser, Madrid: ETSII UPM, 2020.
- [5] T. Debroy, H. Wei, J. Zuback, T. Mukherjee, J. W. Elmer, J. O. Milewski, A. M. Beese, A. E. Wilson-Heid, A. De Caro y W. Zhang, «Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties,» *Progress in Materials Science*, vol. 92, pp. 112-224, 01 03 2018.
- [6] C. Askaryan y E. Moroz, «Pressure on evaporation of matter in a radiation beam,» *Soviet Journal of Experimental and Theoretical Physics*, vol. 16, p. 1638, 1963.
- [7] C. Askaryan y E. Moroz, «Pressure on evaporation of matter in a radiation beam,» *Soviet Journal of Experimental and Theoretical Physics*, vol. 16, p. 1638, 1963.

Breves

"¿Sabías que...?"

Una nueva manera de explicar el acero inoxidable

En Cedinox queremos que aprender sobre el acero inoxidable sea cada vez más accesible. Por eso, en esta edición presentamos dos formatos pensados para acompañarte según el tipo de información que necesites.

Por un lado, están los Documentos Técnicos, desarrollados para profundizar en temas complejos con explicaciones detalladas. Son la opción ideal cuando buscas una visión completa de un proceso, una aplicación o una tecnología.

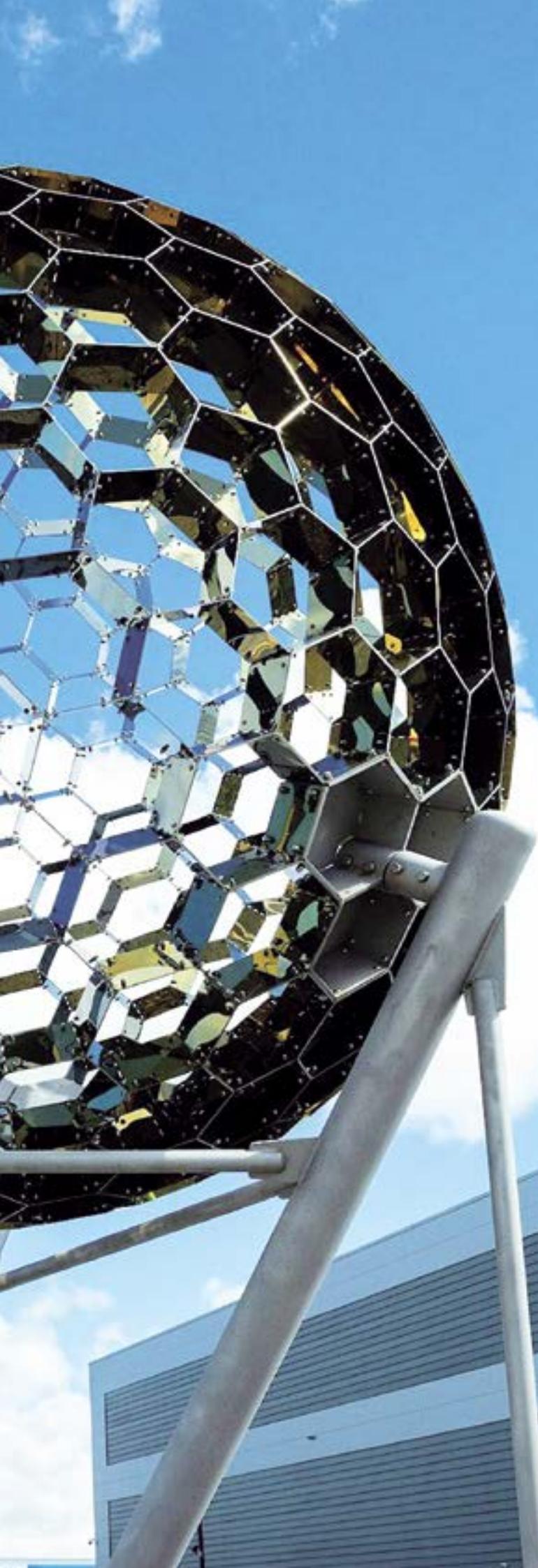
Por otro lado, seguimos impulsando nuestros "¿Sabías que?", píldoras de información que aclaran un concepto técnico en pocos minutos. Son textos pensados para responder una duda concreta de forma directa, sin necesidad de entrar en una lectura extensa.

La novedad es que ambos formatos estarán conectados. Cada Documento Técnico tendrá su propio "¿Sabías que?", explicando de manera breve la idea central del tema. Así puedes elegir, una lectura breve si solo quieres captar la idea principal o el documento completo, cuando necesites una explicación más amplia.

Si quieras consultarlos, ambos formatos están disponibles en www.cedinox.es dentro del apartado Publicaciones, específicamente en las secciones Documentos Online y ¿Sabías que?. Además, puedes enterarte de cada nueva publicación a través de nuestras redes sociales.

Queremos que estos formatos respondan a preguntas reales del sector. Si tienes alguna propuesta o tema que te gustaría ver explicado, puedes escribirnos a marketing@acerinox.com. Tu consulta puede convertirse en nuestra próxima publicación.





Alex Pentek

Escultor contemporáneo con sede en Cork, Irlanda, cuya obra ha trascendido fronteras, caracterizándose por una profunda exploración filosófica y material inspirada en el arte del origami. Con una trayectoria marcada por numerosos encargos para el ámbito público en Irlanda, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá y Australia, Pentek ha consolidado su reputación como un artista internacional que fusiona la ingeniería, la sensibilidad material y la conciencia social en sus monumentales creaciones.

Se nutre de una investigación rigurosa, generando colaboraciones con numerosos programas y universidades. Esta intersección entre arte, ciencia e ingeniería subraya la creencia de Pentek en el potencial del origami para desafiar las normas y fomentar la innovación.

Además de la ciencia, Pentek ha colaborado con otros campos como la danza, la música y el teatro, diseñando instalaciones y esculturas interactivas.

El trabajo de Pentek en el ámbito público se distingue por su escala y la elección de materiales duraderos, siendo el acero inoxidable uno de sus predilectos para sus obras más icónicas por su resistencia a la corrosión, durabilidad y acabado de alta calidad.

Alex Pentek está redefiniendo la escultura pública. A través de la poética y la filosofía del pliegue del origami, y con materiales duraderos, crea obras que no solo embellecen el paisaje urbano, sino que también actúan como potentes recordatorios de la historia, la naturaleza y la profunda conexión entre el arte y la investigación interdisciplinaria.



www.cedinox.es