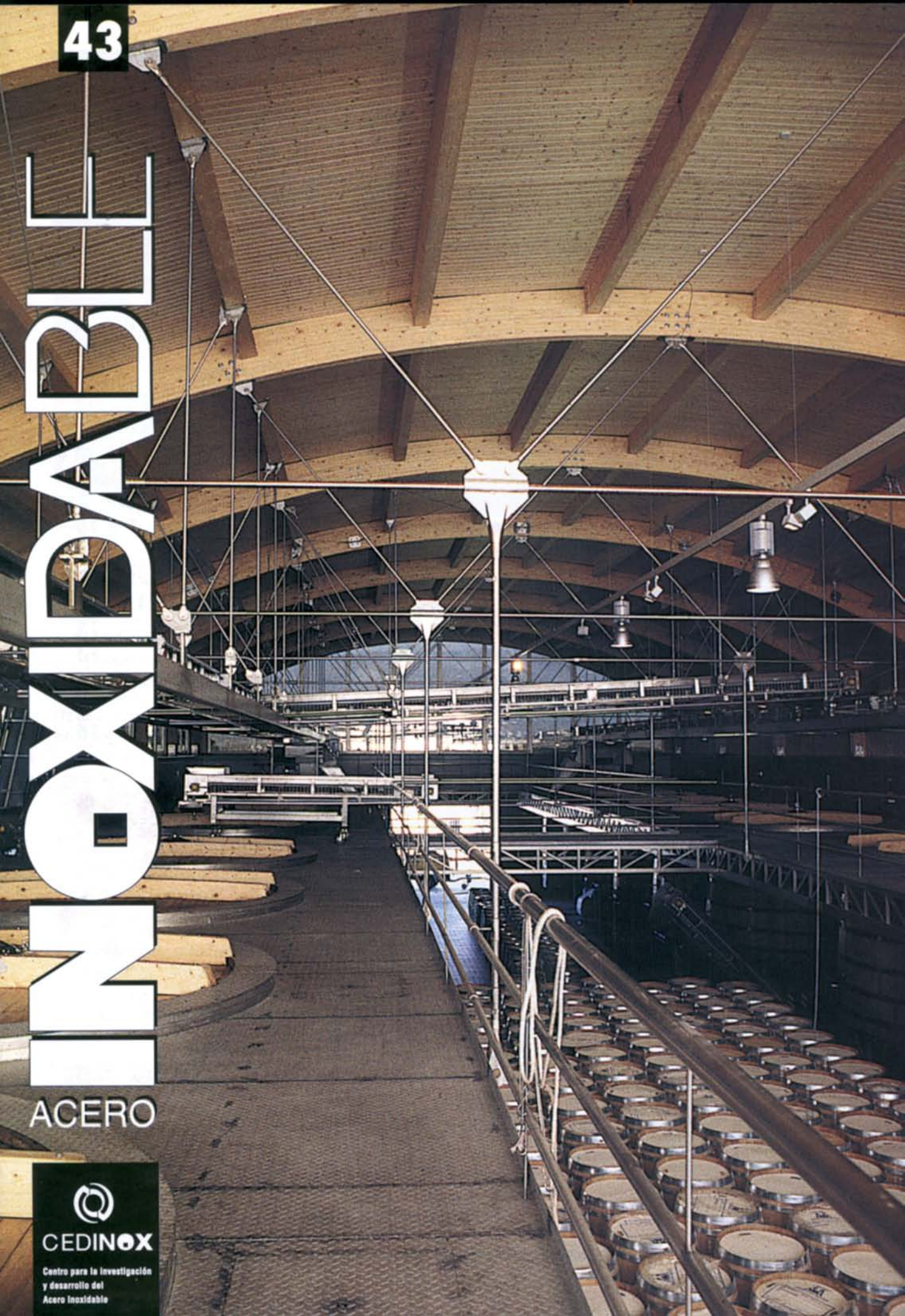
43

INOXIDABLE

ACERO



CEDINOX
Centro para la investigación y desarrollo del Acero inoxidable

Nº 43 NOVIEMBRE 2000

ACERO INOXIDABLE

Es una publicación cuatrimestral de CEDINOX, Centro para la Investigación y Desarrollo del Acero Inoxidable. Santiago de Compostela, nº 100, 4º 28035 Madrid
Tel: 91 398 52 31
Fax:91 398 51 90
e-mail: cedinox@acxgroup.com

Asociados

ACERINOX
Fabricante de bobinas y chapas laminadas en frío y caliente de Acero Inoxidable
Santiago de Compostela, nº 100, 4º 28035 Madrid
Tel: 91 398 51 00
Fax:91 398 51 92

INOXFIL
Fabricante de Alambre de Acero Inoxidable.
Países Bajos, nº 11-15
08700 Igualada (Barcelona)
Tel: 93 801 82 00
Fax:93 801 82 16

INVERT-PERTINOX
Fabricante de tubería soldada en Acero Inoxidable.
Avda. de Barcelona, nº 18
08970 San Juan Despí (Barcelona)
Tel: 93 373 38 94
Fax:93 373 26 60

ROLDAN
Fabricante de barra, ángulos y alambrón en acero inoxidable.
Santiago de Compostela, 100, 3º
28035 Madrid
Tel: 91 398 52 57
Fax:91 398 51 93

ERAMET INTERNATIONAL
33 Av. du Maine
Tour Maine Montparnasse
75755 Paris - Cedex 15
Tel: (33 1) 45 38 42 42
Fax: (33 1) 45 38 73 48

INCO EUROPE LTD
5th Floor, Windsor House
50, Victoria Street
London SW 1H OXB
Tel:(44 71)931 77 33
Fax:(44 71) 931 01 75

SAMANCOR LIMITED
88, Marshall Street / P.O. BOX 8186
Johannesburg 2001 / Johannesburg 2000
Sudáfrica
Tel: (27 11) 378 70 00
Fax: /(27 11) 378 73 76

WMC Nickel Sales Corporation
Suite 970, P.O. BOX 76
1, First Canadian Place
Toronto. Canadá M5X 1B1
Tel: (1 416) 366 01 32
Fax: (1 416) 366 66 44

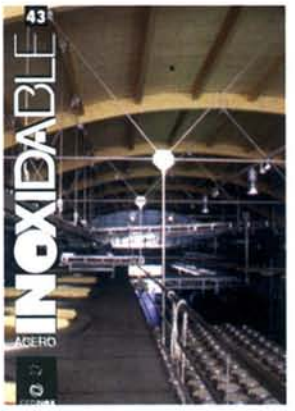


Foto portada por gentileza de Bodegas Vega Sicilia

INDICE

- ***Bodegas Vega Sicilia y Vega Alión utilizan Acero Inoxidable 3***
- ***El Acero Inoxidable, un material estructural para los vehículos de pasajeros del siglo XXI 4***
- ***El Acero Inoxidable un nuevo "METAL LIGERO" para la Industria del automóvil 4***
- ***Seguridad pasiva 5***
- ***El Acero Inoxidable en la Cerámica 6***
- ***Aplicaciones de los Láseres de CO_2 de alta potencia y su eficiencia económica . . . . . .7 a 10***
- ***Manillas de diseño de autor en Acero Inoxidable 11***
- ***Un eficaz proceso de abrillantado . .12 a13***
- ***Escultura en Acero Inoxidable 13***
- ***Edificio Vodacom 14***
- ***Carta 15***
- ***LIBRO: "Los Aceros Inoxidables se expansionan" 16***

FE DE ERRATAS

En el numero 42 de nuestra revista, debería aparecer:

TALLERES MARGALLO, S.L.
Carretera de Madrid, 56
Valdelafuente (León)
Tel.: 987 20 15 24
Fax: 987 21 63 52

Como contacto del artículo de la pagina 13 ***"Estadio Vicente Calderón: solución para una fachada ventilada en acero inoxidable"***; en lugar del contacto citado

Lamentamos cualquier inconveniente ocasionado

Centro de Información Tel: 91 398 52 31

Los asociados y CEDINOX ofrecen gratuitamente su colaboración a toda persona que necesite información sobre las características, manipulación y aplicaciones del acero inoxidable.

Autorizada la publicación de cualquier información tanto parcial como total, citando la fuente.

Editor: CEDINOX
Santiago de Compostela, 100, 4º
28035 Madrid

Directora.:
Sonsoles Fernández Ludeña

Diseño: Proyectos Sanford 3.000 S.L.
Imprime: SPRINT S.A.
D. Legal: B32.952/ - 1985

BODEGAS VEGA SICILIA Y BODEGAS ALIÓN UTILIZAN EL ACERO INOXIDABLE

Foto cedida por Bodegas Vega Sicilia

Detalle del anclaje utilizado para soportar el sistema de atirantado DETAN en la cubierta de Bodegas Alión.

El arquitecto Jesús Manuel Gómez Gaite, ha utilizado los anclajes de acero inoxidable en el diseño de las naves de las bodegas Vega Sicilia y Bodegas Alión.

El sistema de atirantado DETAN ha permitido diseñar soluciones funcionales a la vez que estéticas como es el caso del diseño de las cerchas de madera laminada de una de las naves de las bodegas Vega Sicilia y de las bodegas Alión en Valladolid.

La flexibilidad de diseño del sistema de atirantado DETAN en esta estructura permite atirantar de una forma segura y precisa de acuerdo con los cálculos estipulados, al tiempo que ofrece una solución perfectamente adaptada a las particulares necesidades de estas obras en las que la estructura de cubierta no sólo queda vista sino que constituye en gran parte la imagen corporativa de las bodegas.

Una de las múltiples ventajas del sistema DETAN es su capacidad para adaptarse a estructuras soporte muy diversas. En este caso para las cerchas de madera se utilizan tirantes de acero inoxidable debido al ambiente necesariamente húmedo de las bodegas, el material con el que DEHA fabrica los anclajes es de la máxima calidad, siempre definida y respaldada por el certificado de la EN DIN ISO 9001.

Otra de las ventajas de este sistema de atirantado es su extrema facilidad de montaje que no exige personal especialmente cualificado y permite un montaje rápido y sencillo.

El sistema DETAN constituye una solución de alta calidad que permite resolver prácticamente todo tipo de estructuras, disponiendo también del servicio técnico de DEHA formado por un equipo multidisciplinar de especialistas que le ayudará a diseñar y calcular la solución que mejor se adapte a sus necesidades.

Detalle del sistema de atirantado DETAN en la cubierta de Bodegas Alión.

Contacto: **DEHA Sistemas de Anclaje, S.L.**
Madrid
Tel.: 91 594 21 69
Fax: 91 594 32 60
E-mail: dehaspa@cajacaminos.es

EL ACERO INOXIDABLE, UN MATERIAL ESTRUCTURAL PARA LOS VEHICULOS DE PASAJEROS DEL SIGLO XXI

Pascal Payet-Gaspard. Presidente EURO INOX, Bruselas, Bélgica. • *Feria del Automóvil de París, 2 de octubre de 2000*

En la actualidad, existen muy pocos materiales de alta tecnología tan utilizados habitualmente como el acero inoxidable. Generalmente los asociamos con bienes de consumo de alta calidad, utensilios de cocina, cuchillos y tenedores, aplicaciones domésticas, los compramos porque pueden permanecer siempre bellos.

También utilizamos profusamente el acero inoxidable en la industria. Los ejemplos más significativos son la industria química o los procesos alimentarios. Se utiliza el acero inoxidable por su resistencia a la corrosión, que otros materiales no podrían soportar.

Hoy en día, también es común el uso del acero inoxidable en vehículos de pasajeros y sobre todo en el sistema de escape por sus condiciones críticas de corrosión. También se utiliza en los infladores de los airbags y en el sistema de retorno de los cinturones de seguridad, que lleva cumpliendo su función salvavidas durante más de una década, sin ningún problema.

Pero, ¿por qué debemos utilizar acero inoxidable en la estructura de los automóviles? A no ser que sea coleccionista de coches antiguos, el cliente no quiere un automóvil para siempre, y menos aún el fabricante.

¿Qué es lo que el mercado demanda?

- En la actualidad, se tiende hacia ***automóviles más ligeros***, con menor consumo. Durante los últimos meses, se ha puesto de manifiesto el problema del petróleo y la tendencia se inclina a disminuir su consumo. Para lograrlo, lo primero y más importante, es la necesidad de obtener coches más ligeros.
- Pero al mismo tiempo, los clientes requieren ***automóviles más cómodos***. Aire acondicionado, alevalunas eléctrico y asientos eléctricos, son elementos indispensables incluso en Europa. Pero todo el peso que se incrementa con los extras debe ser reducido en la estructura que soporta la carga y en el chasis.
- El cliente quiere ***automóviles más seguros***. Las estadísticas de siniestralidad en los últimos 50 años muestran un descenso importante debido a los nuevos diseños y al uso más inteligente de los materiales. Una vez más se puede comprobar que no hemos llegado al final de un desarrollo imaginable.
- A su vez, el mercado quiere que los ***automóviles sean asequibles*** económicamente. Las nuevas tecnologías deben ser compatibles con las necesidades de volumen de producción.
- El mercado requiere ***automóviles compatibles con el medio ambiente***. En el mundo industrializado, es fundamental la reducción de residuos. Materiales que, como en el caso del acero inoxidable, son, por definición, superiores ecológicamente. El acero inoxidable no es sólo reciclable teóricamente, algo común en muchos materiales, sino que de hecho se vuelve a utilizar por el alto contenido en elementos de aleación que hacen rentable el reciclado.

ACERO INOXIDABLE, UN NUEVO "METAL LIGERO" PARA LA INDUSTRIA DEL AUTOMOVIL

Jorma Kemppainen, Vicepresidente EURO INOX, Bruselas, Bélgica

En primer lugar, ¿por qué llamar nuevo material al acero inoxidable? El hecho es que el acero inoxidable ha sido utilizado hasta ahora, principalmente, por su resistencia a la corrosión. Sin embargo, el material proporciona unas propiedades mecánicas únicas, pero todavía esto no es muy utilizado en el diseño de los automóviles.

El segundo término que requiere explicación es "metal ligero". ¿No tiene el acero inoxidable una densidad de 7,9, que es igual o superior a la densidad de otros materiales del automóvil? Lo cierto es que debido a sus propiedades mecánicas, las dimensiones se pueden reducir tan drásticamente que el componente final puede tener unas paredes extremadamente delgadas, que lleguen a ser más ligeras que las construcciones alternativas hechas con los metales clásicos ligeros.

Pero, ¿qué distingue estos materiales de otros más tradicionales? Simplificando, el proceso se puede describir como sigue: cuando el material se deforma rápidamente, por ejemplo, en una situación de impacto, automáticamente aumenta su resistencia hasta cuatro veces su valor original. Este proceso se denomina endurecimiento por deformación plástica. No hay otro material que se comporte de igual forma. Los componentes del soporte de carga de la zona del golpe, se pueden hacer más delgados que con un material convencional.

Así se puede reducir la masa, la mayor densidad del acero inoxidable, comparada con otros materiales puede ser totalmente compensada.

Material	Modulo de Young (G Pa)	Densidad ρ 7,164	Rigidez específica E/ ρ (10)^6
Acero Inoxidable	200	7,9	25
Aluminio	70	2,7	25

Si llevamos todo esto a un plano más técnico, se puede hablar de rigidez específica, es la relación entre el Módulo de Young y la Densidad, que es un indicador del material ante el doblado. Si tenemos en cuenta la tabla de Rigidez Específica de los materiales, se observa que el acero inoxidable es un material mucho más ligero que otro material ligero más tradicional.

Pero todo esto no debe ser utilizado únicamente ante situaciones de impacto. Por el contrario, el acero inoxidable para los automóviles, se puede conformar mediante procesos de doblado o de laminación y darle una resistencia específica excepcional si fuese necesario. A este respecto, el acero inoxidable puede competir con los materiales de mayor resistencia más demandados existentes en el mercado.

Todo esto se puede ver en la siguiente tabla de resistencia específica que expresa la relación entre la resistencia y la densidad:

Material	Valor mínimo del esfuerzo(N/mm^2)(A)	Densidad (Kg/dm^3) (B)	Resistencia específica A/B
A. Inoxidable (1)	880	7,9	111,4
Aluminio (2)	275	2,7	101,8

La resistencia específica del acero inoxidable laminado en frío es mayor que la de las llamadas aleaciones ligeras.

Pero no es suficiente con la resistencia. En muchos materiales, una resistencia específica alta está asociada con una pobre deformabilidad. De nuevo, el acero inoxidable supera a otros materiales, además de su gran resistencia, mantiene una buena deformabilidad y el material puede sufrir una gran deformación sin romperse, buena deformación plástica.

La relación, extremadamente alta del endurecimiento por deformación plástica de los aceros inoxidables austeníticos produce un aumento apreciable en la resistencia a la tracción y el límite elástico. Este comportamiento al endurecimiento por deformación plástica es particularmente importante en las partes de la estructura de las que se espera tengan una resistencia y rigidez adicional después de la fabricación.

SEGURIDAD PASIVA

Hans Nordberg, Universidad de Sheffield Hallam, Sheffield

Se puede discutir sobre la influencia que tiene el material seleccionado en la mejora de la seguridad pasiva de los automóviles.

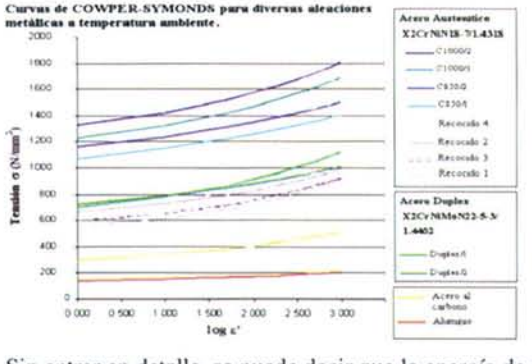
La cuestión de los golpes de los automóviles ha sido tema de preocupación desde los años 60 y, desde entonces se han hecho grandes progresos. Sin embargo, distintos tests proporcionados por asociaciones automovilistas muestran que todavía existen muchas diferencias, en términos de seguridad pasiva cuando se comparan automóviles de similar tamaño.

Esto es bastante obvio en automóviles pequeños en los que la posible zona de golpe es limitada. Este tipo de vehículos tiene una gran cuota de mercado en Europa y es por esto, por lo que los fabricantes europeos están haciendo grandes esfuerzos por mejorar la seguridad.

Estos tests también muestran otro hecho importante: los vehículos de mayor volumen que aparentemente resultan más robustos, a veces se comportan peor ante impacto que los pequeños, esto sucede incluso con autobuses. En términos de seguridad pasiva, todavía queda mucho por hacer, y el acero inoxidable puede contribuir de manera sustancial a lograrlo.

La capacidad del material de absorber energía varía ante distintas condiciones. Lo más relevante es la velocidad con la que el material es deformado.

Cuando se produce un golpe, la deformación se sucede en el intervalo que existe entre una centésima y una décima de segundo. Dentro de este intervalo, el acero inoxidable cambia su resistencia al impacto. Esta propiedad se denomina sensibilidad de la intensidad de deformación. Uno de los modelos matemáticos para describir esta sensibilidad de la intensidad de deformación de los metales es el llamado modelo de Cowper y Symonds.



Sin entrar en detalle, se puede decir que la energía de absorción de varios materiales se refleja por las curvas tensión – deformación. Las dos curvas inferiores del diagrama reflejan las propiedades de los materiales de referencia utilizados, hoy en día, en el diseño de automóviles.

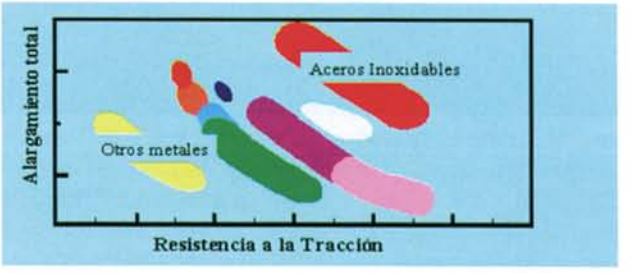
El grupo superior de curvas muestra las propiedades del acero inoxidable austenítico 1.4318, muy similar al austenítico 18-10. Este material normalmente es suministrado una vez recocido. Dentro de este grupo también está el acero inoxidable dúplex 1.4462, con las mismas propiedades mecánicas que los austeníticos pero mayor resistencia a la corrosión.

El tercer grupo de curvas se refiere a condiciones de endurecimiento por deformación plástica. Los valores se obtienen en un material que ha sido laminado o doblado.

La relación entre los diversos materiales se refleja en una tabla de valores de absorción de energía de diversas aleaciones metálicas a temperatura ambiente. La siguiente tabla permite evaluar algunas propiedades relevantes de los materiales.

Material	Densidad g/cm³	Energía absorvida (J/cm³)	Energía absorvida (J/g)
Acero Inoxidable	7,8	98	12,5
Aluminio	2,7	55	20,4
A.I. Austenítico (1)	7,9	300	38,0

Como se desprende de esta tabla, el material de referencia actualmente es el acero, aunque las aleaciones más avanzadas, también llamados aceros de alto límite elástico, pueden alcanzar los 98 Julios por centímetro cúbico. También se puede comprobar que el acero inoxidable se comporta entre 4 y 5 veces mejor que el aluminio, y 2 o 3 veces mejor que el acero al carbono de alto límite elástico.



Si pasamos a considerar el peso, los resultados no se modifican. Si comparamos la energía absorbida en Julios por gramo, el material de referencia (acero al carbono de alto límite elástico) tiene 12,5 J/g, el aluminio 20,4 y el acero inoxidable está entre 25,9 y 38 J/g, según la laminación en frío. La conclusión es que el acero inoxidable se comporta 2 ó 3 veces mejor que el acero al carbono de alto límite elástico y casi el doble que una aleación estándar de aluminio.

Incluso en la condición de laminado en frío el material se puede deformar hasta un punto considerable. Esto significa que se pueden fabricar formas más complejas, lo cual lleva asociada la reducción del número de piezas, siendo por ello una ventaja económica en la fabricación de automóviles.

También se ha demostrado con diversos tests que la soldadura por puntos en la zona de aplastamiento es la técnica de unión idónea.

Por tanto, el aumento de la seguridad no debe ser privilegio de los vehículos de lujo, sino que es una solución también para los automóviles de serie.

EL ACERO INOXIDABLE EN LA CERAMICA

Recientemente la nueva Fábrica de Porcelanosa, ha dotado sus Laboratorios con encimeras de acero inoxidable con la Calidad AISI- 316.

Son grandes superficies de trabajo que incorporan picas de lavado en esta misma calidad, estando sostenidas por muebles bajos construidos en resinas compactas fenólicas, que conviven con el acero inoxidable en perfecta armonía, formando una alegre zona de trabajo.

El frontis o lomo de las encimeras está en acabado pulido espejo mientras que las superficies de trabajo están vibradas.

Se han realizado soldaduras de estas grandes superficies a pie de obra, dada la complejidad de sus formas.

El AISI-316 se escogió para darle mayor seguridad a los elementos agresivos utilizados durante el proceso de control.

En la Industria moderna adquiere una importancia tal la investigación, los nuevos diseños y el control de lo que se produce; que el 70 % de las plantillas está alrededor de la propia producción, por lo que aparecen una nuevas necesidades a cubrir en las que el acero inoxidable también puede estar presente.

Esta experiencia ya ha sido trasladada a otras partes del sector de la cerámica y en factorías de ladrillos.

Contacto: **MOBICLINIC**
(Jaime Matamala)
Tel. 93 460 33 91
Fax: 93 398 52 55
08917 Badalona (Barcelona)

APLICACIONES DE LOS LÁSERES DE CO_2 DE ALTA POTENCIA Y SU EFICIENCIA ECONÓMICA. COMPARACIÓN DE PROCESOS Y ANÁLISIS DE COSTES

Autor: Dipl. Ing. Johannes F. Trbola • TRUMPF Lasertechnik GmbH • Manfred Spatz, TRUMPF Maquinaria, S.A

1.– INTRODUCCIÓN

Con ayuda de un ejemplo que actualmente es de especial importancia en la difusión de la innovadora soldadura por láser, el análisis de costes sirve para ilustrar por qué estas aplicaciones se están imponiendo con tanto éxito:

Se describirán las condiciones subyacentes para la comparación de la relación eficiencia-costo, se discutirán los resultados de la comparación de costes y se presentarán las perspectivas para cada uno de los segmentos del mercado.

2.– SOLDADURA POR LÁSER DE TUBOS DE ACERO INOXIDABLE

Una aplicación que se ha citado a menudo en las publicaciones es la soldadura sin fin de tubos de acero inoxidable. Por regla general se usan 3 procesos de soldeo para la soldadura sin fin de tubos de acero inoxidable:

- Soldadura por alta frecuencia (como el proceso más productivo)
- Soldadura al tungsteno en gas inerte (en algunos casos también con plasma) como el procedimiento de soldeo para las cualidades de mecanizado más altas y
- Soldadura por láser.

Los criterios principales se comparan en la figura 3.

Para ilustrar la mayor relación eficacia costo de la soldadura por láser frente a los otros dos métodos de soldeo, hemos usado aquí una compañía ficticia "TUBEMAN", con independencia de los diferentes segmentos de mercado en los que se venden los tubos, para determinar el costo de la fabricación de tubos con diferentes métodos de soldadura.

Si analizamos las aplicaciones de los tubos soldados, encontraremos esos tubos en áreas muy diferentes y con exigencias de calidad bastante diferentes. Los tubos de requisitos modestos en la calidad de soldadura se emplean como tubos decorativos en la industria del mueble o como raíles en la industria de la construcción, aunque por otra parte los tubos para escape deben cumplir requisitos más exigentes. Estos dos tipos de tubos están en el campo de la soldadura por alta frecuencia. La soldadura RF es notable por su velocidad de soldeo, que va de 60 a 100 m/minuto e incluso más, dependiendo del espesor de la chapa. La soldadura RF se utiliza por lo general en la fabricación de tubos negros o tubos de acero inoxidable austenítico.

Para aplicaciones con exigencias más precisas los fabricantes pasan a la soldadura al tungsteno con gas inerte (TIG) los campos de aplicación preferidos para esto incluyen la industria alimenticia, industria de pasta y papel y también la industria de instalaciones químicas. En estos 3 sectores el interior de la costura soldada debe estar completamente libre de salpicaduras de metal fundido para que la corrosión no pueda formarse.

Para aplicaciones en las industrias alimenticias y del papel, el interior del tubo debe estar absolutamente liso también en la zona de la costura. En la industria alimenticia, los tubos completamente lisos es una obligación

Figura 1: Muestras típicas de tubos y perfiles soldados por láser

Figura 2: Linea de soldadura de tubos para la soldadura por láser de tubos (W.F. Opperman, Liebenburg, Alemania)

	Ambito de aplicación	Velocidad de soldeo	Consumo de energia	Gas protector
Soldadura TIG	• Tubos de calidad • Agua • Alimentación • Pasta y papel • Química	baja	mediana TIG 3 cátodos aprox. 100 kW	Argón aprox. 60l/min.
Soldadura por láser	• Tubos de escape • Tubos decorativos • Agua • Química	media 3-5 x TIG	mediana 5 kW aprox. 100 kW	Argón aprox. 12l/min.
Soldadura RF	• Tubos de escape • Tubos decorativos • Agua	alta 3-5 x láser	alta aprox. 400 kW	ninguno

Fig. 3: Ámbito de aplicaciones y especialidades de los diferentes procesos de soldadura de tubos de acero inoxidable.

para evitar la acumulación de residuos de alimentos que podían servir como base alimenticia para bacterias.

Fig. 4: Dispositivo de enfoque de soldadura por láser para tubos sin fin incluyendo sistema de seguimiento de costura.

Como se ha mencionado arriba como base para comparación de costos, hemos adoptado un fabricante de tubos ficticio (TubeMan = TubeManufacturer) con una línea típica de productos en el campo de los tubos de escape. Utiliza materiales austeníticos, con una capacidad anual de 20.000 toneladas al precio de 3.000 DM/ tonelada. Las velocidades de soldeo varían con el espesor de la chapa. Estas velocidades de soldeo y las longitudes de costura asociadas resultan en una duración de producción anual típica, de la que podemos deducir el número de sistemas de producción requeridos (Fig. 5). Para cubrir esta capacidad de producción de 20.000 toneladas necesita por lo tanto 18 sistemas TIG, 4 sistemas láser o un sistema RF.

La inversión de capital para los diferentes sistemas varía considerablemente, siendo el sistema RF el más caro. La razón para esto, es que las velocidades de producción altas exigen un diseño de sistema más rígido, capacidades de arrastre más altas, se necesita trabajo de remecanizado para retirar las rebabas y también para cortar en el extremo del sistema – variando en cada caso con la capacidad de producción.

La gran diferencia de costo entre los 3 métodos está, sin embargo, en la fuente de energía. Los más económicos son los 3 sopletes TIG; mientras que los generadores de alta frecuencia en la gama de 400 kW usados para alcanzar las velocidades de soldadura mencionadas anteriormente son casi 10 veces más costosos. Sin embargo, la instalación más cara es un sistema de soldadura por láser. Con el equipo periférico y la guía de rayo para soldadura de tubos, se pueden esperar unos costes de unos 950.000 marcos para un láser de 6 kW, incluyendo instalación. Otra diferencia está en las necesidades de mano de obra. Mientras que las líneas láser y TIG pueden ser manejadas normalmente por un operario por línea, para la línea de alta frecuencia se necesita un grupo de 4 personas, con su productividad sustancialmente más alta. Hay que notar también, por ejemplo, que aquí hay que cambiar una bobina cada 20 minutos, aunque una bobina similar en la línea TIG necesita cambiarse solamente una vez al día

Para el propósito de la comparación de costes, se han hecho diferentes suposiciones sobre cómo se explotan estos sistemas. Tres modelos sirven como base.

1. Sistema con 12 meses de capacidad de almacenamiento, es decir, con un mínimo de puesta a cero requerido.
2. Como solución intermedia moderada, se escogió una capacidad de almacenamiento de máximo 3 meses.
3. Y por último se adoptó una capacidad de almacenamiento de 1 mes como variante a corto plazo.

A examinar la operación del sistema, se asumió que el fabricante de tubos TubeMan suministra a sus clientes una vez al mes. Como costes operativos relevantes, primero analizamos la financiación del material, los costes para preparación, los costes de proceso así como la mano de obra y el gasto en inversión. Debido al gran número de líneas TIG, no es necesario poner a punto las líneas TIG en el modelo de 20.000 toneladas/año, calculadas de forma que pueden funcionar sin puesta a punto.

Producto	ø	S	kg/m	Volumen (t)	Longitud	Material
Tubo 1.4301	52	2	2,56	2.000,00	779.7890,4	6.000,00
Tubo 1.4301	48	1,5	1,78	6.000,00	3.379.085,84	18.000,00
Tubo 1.4301	50	1	1,23	4.000,00	3.243.922,41	12.000,00
Tubo 1.4301	45	1,5	1,66	2.000,00	1.201.452,74	6.000,00
Tubo 1.4301	43	1	1,06	4.000,00	3.772.002,80	12.000,00
Tubo 1.4301	35	1	0,86	2.000,00	2.317.087,43	6.000,00
N°. de producto	6			20.000,00	14.693.340,26	60.000,00
Velocidad de soldeo				Duración tiempo de producción (hora)		
S	TIG	Láser	RF	TIG	Láser	RF
2	2	13	40	6.498,24	999,73	324,91
1,5	3	15	65	18.772,70	3.754,54	866,43
1				13.516,34	3.003,63	675,82
1,5	4	18	80	6.674,74	1.334,95	308,06
1	3	15	65	9.654,53	2.145,45	482,73
1	4	18	80	9.654,53	2.145,45	482,73
	4	18	80	64.771,08	13.383,75	3.140,68
Calc. N° de líneas				19	4	1
N° de líneas seleccionado				18	4	1

Fig. 5: El programa de productos del fabricante de tubos ficticio "TubeMan".

En adición a los altos costes de inversión para la soldadura TIG, otros elementos muy evidentes son los costes mucho más elevados de proceso y personal. La soldadura por alta frecuencia proporciona ventajas de coste principalmente debido al menor gasto de inversión requerido; sin embargo, los altos costes de preparación y la menor capacidad de almacenamiento no pueden ser ignorados.

La soldadura por rayo láser, requiere menos trabajo de puesta a punto y la reducida parte de chatarra por cada preparación es comparable en costes. Sin embargo, incluso con puestas a punto más frecuentes la soldadura de alta frecuencia es más barata.

Asumiendo que el negocio se desarrolla positivamente para el fabricante TubeMan, este análisis se puede hacer para una capacidad de producción más alta, por ejemplo 30.000 toneladas/año. Aquí, tenemos 32 líneas TIG en uso, 6 líneas de soldadura por láser y 2 líneas de alta frecuencia, funcionando cada una a aproximadamente el 75% de capacidad. En esta situación la brecha se cierra entre el láser y la alta frecuencia con respecto a la parte de coste de inversión. Aquí, de nuevo, la soldadura TIG es la alternativa más cara.

Coste de la inversión	TIG	Láser	RF
Conformado	600.000	600.000	1.800.000
Accionamientos	60.000	60.000	150.000
Fuente de energía	60.000	950.000	550.000
Remecanizado	20.000	40.000	180.000
Pruebas actuales	70.000	70.000	110.000
Sierra	80.000	80.000	400.000
Suma/línea	890.000	1.800.000	3.190.000
Total	16.020.000	7.200.000	3.190.000
Amortización	3.204.000	1.440.000	638.000
Interés	801.000	360.000	159.500
Coste de capital anual	4.005.000	1.800.000	797.500
Coste de personal	TIG	Láser	RF
N° de líneas	18	4	1
Personal/Línea/Turno	1	1	4
Total/Turno	18	4	4
N° de empleados	36	8	8
Personal coste/año	2.520.000	560.000	560.000

Condiciones periféricas de producción		
Horas / Turno	7	
Turnos / día	2	
Días / semana	5	
Horas / Semana	70	
Semanas / año	50	
Horas / año	3.500	
Empleado	70.000	DM/a
Amortización	5	Años
Tipos de interés	10,0%	
Espacio en suelo	15	DM/m²
Costes de energía	0,21	DM/kWh
Costes gas Ar	0,01	DM/l
Costes de acero	3000	DM/t

Fig. 6: Coste de inversión, coste de personal y condiciones periféricas para análisis de costes.

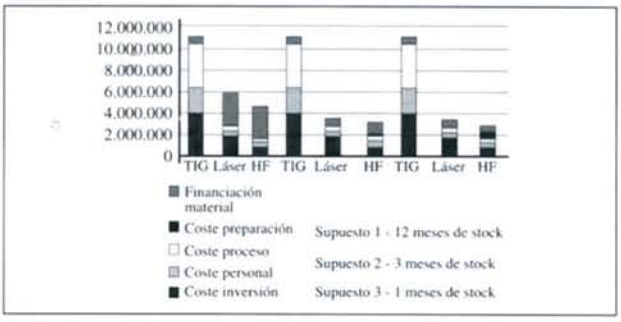


Fig. 7: Gastos operativos anuales en TubeMan a una capacidad anual de 20.000 toneladas.

Se puede obtener más información sobre los criterios de decisión en favor de la soldadura por láser examinando el desarrollo a través de valores de capacidad diferentes – empezando con 10.000 toneladas/año y terminando con 40.000 toneladas/año.

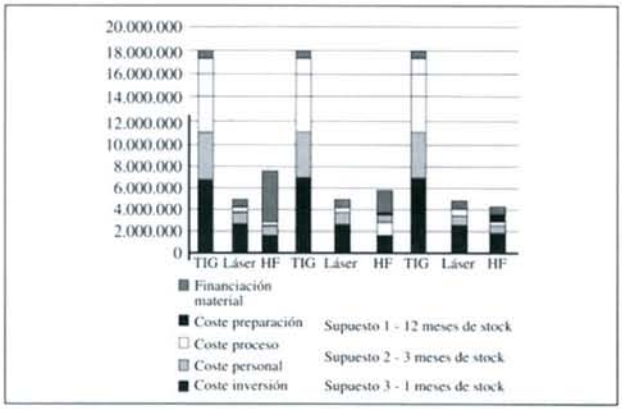


Fig. 8: Gastos operativos anuales en TubeMan para una capacidad anual de 30.000 toneladas.

En el caso de 10.000 toneladas/año, el fabricante de tubos soldados por alta frecuencia necesita hacer funcionar el sistema en un turno solamente, mientras que el fabricante de tubos soldados por láser opera 2 sistemas en 2 turnos y el fabricante de tubos soldados TIG trabaja con 9 sistemas. En este caso, la soldadura por láser es la alternativa más económica. Si examinamos los desarrollos bajo los supuestos dados, notamos que los costes operativos para la soldadura por láser se aproximan a los de la soldadura por alta frecuencia, que son aproximadamente un 5% de gasto de capital para instalaciones de producción. En el caso de la soldadura TIG, los costes operativos llegan hasta aproximadamente un 20% del capital invertido.

La superioridad cualitativa de la soldadura por rayo láser y su fácil adaptación a segmentos de mercado crecientes permiten a los fabricantes de tubos soldados por láser hacer frente incluso a la tecnología que tiene la mejor relación coste, eficacia a una capacidad de utilización óptima, la soldadura por alta frecuencia. Si la soldadura por rayo láser tiene éxito en penetrar también en estas áreas dominadas por los tubos soldados TIG, no es difícil, en base a la comparación, predecir que la soldadura por láser se está labrando por sí misma una cuota de rápido crecimiento en el mercado de la fabricación de tubo de acero inoxidable

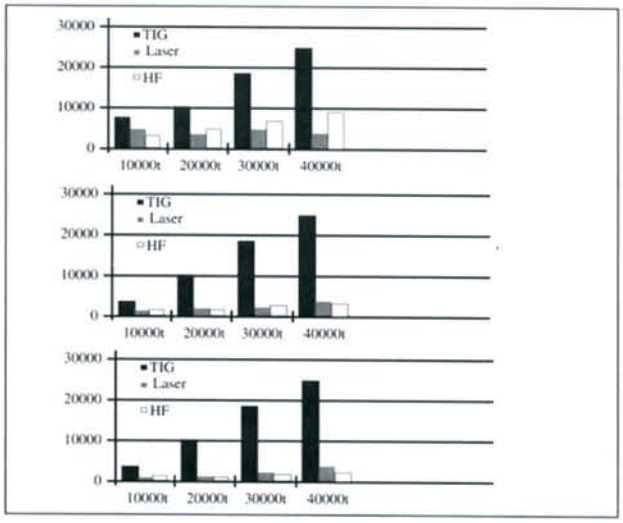


Fig. 9: Desarrollo de los costes operativos anuales en TubeMan dependiendo de la capacidad y de las diferentes capacidades de stock (1 año en la parte superior, 2 meses en el medio, 1 mes debajo).

4.– CONCLUSIÓN

La aplicación investigada muestra las ventajas y potenciales de la soldadura por láser en este campo en particular. No solamente la superioridad tecnológica de las partes mecanizadas por láser es la base del éxito de la soldadura por láser, sino que el lado económico también es una segunda ventaja importante.

En esta aplicación la soldadura por láser aumentará su cuota de mercado durante los próximos años. Y no es difícil imaginar que hay otras partes del mercado en las que se pueden mostrar las ventajas económicas de la soldadura por láser. Las herramientas necesarias para estos cálculos para una comparación de los diferentes procedimientos de soldadura no están en este momento normalizadas. Cada cálculo está basado en un estudio individual.

En el futuro se desarrollarán herramientas que permitirán comparaciones como ésta, basada en cálculos normalizados para comparación de tareas conjuntas.

Contacto: **TRUMPF**
Avda. Valdelaparra, 13
28100 Alcobendas (Madrid)
Tel.: 91 661 20 80

MANILLAS DE DISEÑO DE AUTOR EN ACERO INOXIDABLE

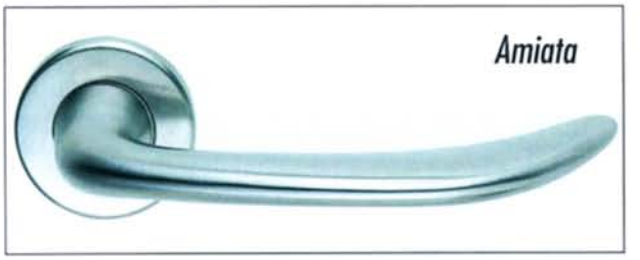
Las excepcionales características del acero inoxidable han motivado su uso extensivo tanto en el exterior como en el interior de los edificios.

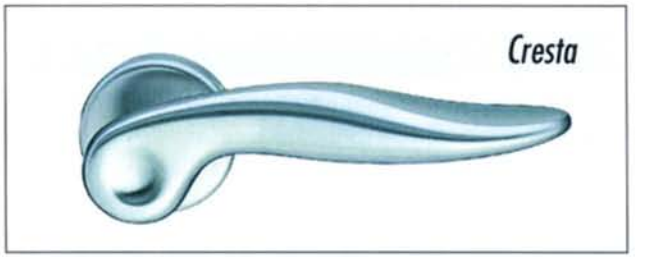
Hoy en día, cuando una persona accede a un edificio moderno, como aeropuertos, sedes corporativas, hospitales, museos, centros cívicos, etc., encuentra numerosos elementos en acero inoxidable: puertas de acceso, revestimiento de columnas y paredes, barandillas, pasamanos, papeleras, muebles y por último, el herraje para las puertas.

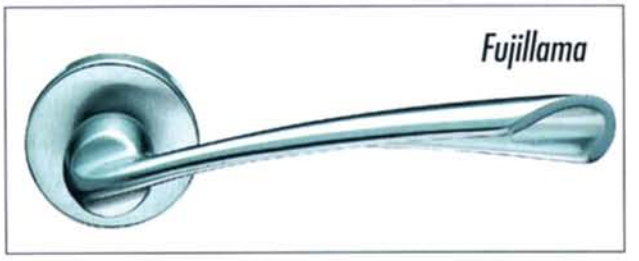
El acero inoxidable es el material más adecuado para las manillas y otros elementos, por sus excepcionales condiciones de resistencia e inalterabilidad. En los edificios sometidos a elevado tráfico es frecuente que, cuando se utilizan manillas con otros materiales como latón, aluminio, etc., en el curso del tiempo su superficie se ve alterada por la erosión denominada "efecto de anillo", dando lugar a un deterioro tanto físico como estético. Sólo las manillas de acero inoxidable mantienen su presencia inalterada en el tiempo.

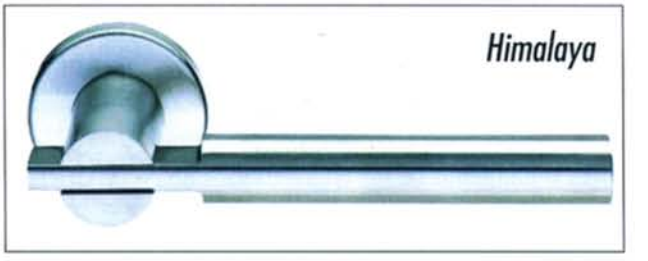
Hoy en día existe en el mercado una amplia oferta comercial de manillas arquitectónicas con formas "U" y "L" en acero inoxidable austenítico AISI 304 y AISI 316. Este último tiene un contenido de 2 a 3% de molibdeno (Mo), el cual forma compuestos químicos que protegen al acero inoxidable de la corrosión por picadura, muy habitual cuando el herraje está en contacto con una atmósfera industrial fuertemente contaminada o en la proximidad de la costa. El acero inoxidable AISI 316, soporta perfectamente el ensayo acelerado en niebla salina (DIN 50018-SFW).

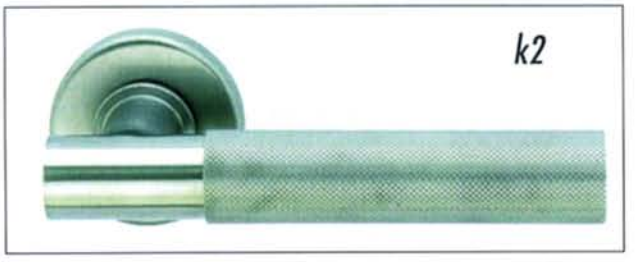
El último desarrollo dentro de los herrajes en acero inoxidable, son las manillas de diseño de autor. Muchos arquitectos, mundialmente conocidos, han realizado diseños de gran prestigio y valor estético para diversas firmas comerciales. Un ejemplo de las cuales podemos ver en las fotografías que figuran en este artículo.

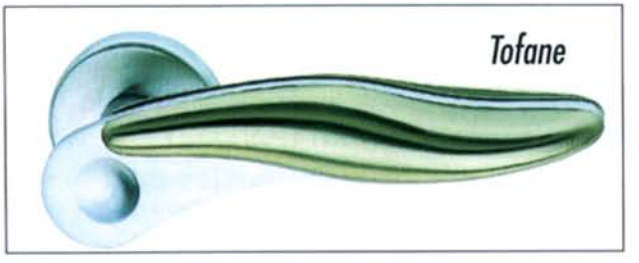












Contacto: **EL PICAPORTE**
Pº de la Habana, 33
28036 Madrid
Tel.: 91 564 92 11
Fax:91 564 91 86

www.elpicaporte.com
e-mail: info@elpicaporte.com

UN EFICAZ PROCESO DE ABRILLANTADO

HENKEL SURFACE TECHNOLOGIES, ha desarrollado un nuevo proceso para el abrillantado del acero inoxidable.

NOVABRITE ST es un nuevo método patentado para el abrillantado químico de los aceros Inoxidables, está compuesto de dos productos: NOVABRITE ST A y B y permite realizar, según los tipos de aceros las siguientes operaciones:

- **ABRILLANTADO** en los aceros Austeníticos.
- **SATINADO** en los aceros Ferríticos.
- **DECAPADO** en los aceros Martensíticos

Características / Tipos de aceros	al Cr	al Ni	Dureza con temple	Dureza sin temple	Magnético	No Magnético	Tratamiento posible		
							Decap.	Satina.	Abrill.
Martensíticos	X	–	X	–	X	–	X	–	–
Ferríticos	X	–	–	X	X	–	–	X	–
Austeníticos	X	X	–	–	–	X	–	X	X

VENTAJAS

Este proceso presenta numerosas e importantes ventajas con relación a otros métodos utilizados tanto en el pulido como en el decapado, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Es más económico.
- Permite obtener un aspecto uniforme.
- No necesita paso de corriente eléctrica.
- No modifica sensiblemente las dimensiones de las piezas tratadas.
- No fragiliza los aceros tratados.
- No provoca corrosión por picaduras.

El tratamiento de los baños usados de NOVABRITE ST, consta simplemente de una neutralización seguida de una decantación, antes de proceder al vertido de los mismos

Puede obtenerse un vertido "0" de los ácidos, mediante un equipo de retardo iónico, abaratando en gran medida la operación de abrillantado.

El Servicio Técnico de HST garantiza la puesta en marcha de la línea de abrillantado químico del acero Inoxidable, así como el determinar los parámetros de utilización y el mantenimiento, suministrando al personal, la formación necesaria para el seguimiento de los baños.

PROCESO

El proceso consta de cuatro etapas:

ETAPAS SUCESIVAS DEL ABRILLANTADO QUÍMICO

1º.– Una etapa de DESENGRASE

Producto: VR 6350/1, desengrase alcalino, especialmente formulado para la eliminación de grasas y aceites utilizados en el trefilado.

Producto: CLEANOX 352, elimina los óxidos y calaminas provocadas por los tratamientos térmicos en el alambre y en la embutición de los aceros Inoxidables. Eventualmente también puede ser utilizado en ultrasonidos.

2º.– Una etapa de ACONDICIONAMIENTO DE ÓXIDOS

Producto: CLEANOX 352, elimina los óxidos y calaminas provocadas por los tratamientos térmicos.

3º.– Una etapa de DESOXIDACIÓN

Producto: NOVOX S, producto ácido, inhibido, que permite la eliminación rápida de los óxidos superficiales.

4º.– Una etapa de ABRILLANTADO

Producto: NOVABRITE ST, asegura el abrillantado y pasivado del acero Inoxidable.

Estado inicial				
Grasas-Aceites	Después del VR 6350-1			
Fe^{+2}		Después del CLEANOX	Después del NOVOX S	Después del NOVABRITE ST
Fe^{+3}				
Metal	Metal	Metal	Metal	Metal Abrillantado
Estado inicial	Desengrase	Acondicionado de Oxidos	Desoxidado	Abrillantado

Una característica particular propia de este proceso es la ausencia de fragilidad, cualidad muy importante en aplicaciones para las industrias: Aeronáutica, Nuclear, Electrónica y Criogénica.

Los trabajos realizados sobre diferentes aleaciones de aceros Inoxidables tratados con este proceso han mostrado la ausencia de fragilización por hidrógeno ocluido.

Las cantidades detectadas ocluidas son:

- Aleación AISI 304: 0,7 ppm. de hidrógeno ocluido
- Aleación AISI 430: 1,6 ppm. de hidrógeno ocluido

Método utilizado E 107-60, de fusión bajo vacío A.S.T.M.

APLICACIONES

NOVABRITE ST es aplicable en numerosos tipos de industrias, entre las que podemos citar:

- Instrumentos quirúrgicos
- Equipos para la industria nuclear
- Dispositivos electrónicos (fundas de transistores)
- Recordaje hidráulico en la industria aeronáutica
- Maquinaria de la industria alimentaria
- Diversas: Tornillerías, Muelles y resortes, etc

Contacto:
HENKEL SURFACE TECHNOLOGIES
Córcega, 480-492
08025 Barcelona
Tel.: 93 290 46 53
Fax: 93 290 47 3

ESCULTURA EN ACERO INOXIDABLE

Intruso (Impostor, 1999) Fundación Wänas (Suecia)

Montenmedio es un parque natural situado en la provincia de Cádiz. Tierra virgen de alcornoques, acebuches y pinos, nos encontramos en un lugar estratégico de la península Ibérica y de Europa con vistas al estrecho de Gibraltar, Africa y los pueblos blancos de Andalucía.

Se han seleccionado cuidadosamente unas 30 hectáreas de las 300 que ocupa Montenmedio, por sus especiales características donde la diversidad de flora y fauna; animales autóctonos y aves migratorias han encontrado en estas tierras un hogar casi permanente. Ligeras colinas que alteran el paisaje, lagos y la naturaleza mediterránea en su más puro esplendor, ofrecen un paisaje renovado que varía con los cambios de luz y la presencia del viento de levante.

El N.M.A.C. propone la creación de una identidad de Centro de Arte Contemporáneo en el que el Arte se muestre en sintonía con la naturaleza. El proyecto está fundamentalmente relacionado con la escultura contemporánea.

La interacción del artista con el medio, es una invitación a crear obras permanentes o temporales, monumentales o íntimas que se integren en el paisaje.

El medio natural, el paisaje y los recursos naturales son la fuente de donde surgió la idea de la creación del Centro Arte Contemporáneo; Parque de Escultura. Las posibilidades que ofrece el entorno de Montenmedio son infinitas e invitan a desarrollar todo tipo de creaciones.

En la fotografía les ofrecemos una escultura realizada por el artista americano Roxy Paine. El proyecto que desea realizar Paine en el museo al aire libre de Montenmedio es un árbol de acero inoxidable, de unos 10 m de altura.

Contacto: **NMAC**
Ctra. N-340, km. 42,5
Vejer de la Frontera
11150 Cádiz
Tel.: 956 451 216
Fax:956 451 29

EDIFICIO VODACOM

Con motivo de la última celebración del congreso de ISSF (Foro Internacional del Acero Inoxidable) en Sudáfrica, la Asociación del acero inoxidable de este país entregó varios premios a las nuevas realizaciones hechas con este material.

DELTA INTERIORS ganó la categoría "Arquitectura, Edificación y Construcción" de los Premios Acero Inoxidable, patrocinada por la compañía Rimex Metals UK (Pty) Lted.., con su propuesta Vodacom.

Allan Knott-Craig, director ejecutivo del grupo Vodacom especificó que la nueva sede central de Vodacom en Midrand, tenía que recoger visiblemente la esencia del negocio de Vodacom: alta tecnología y personas amables. Todo el acero inoxidable utilizado en este proyecto ha impactado directamente en el aspecto de la alta tecnología y el reflejo de las formas, texturas y la interminable vida del acero inoxidable ha contribuido al buen ambiente de la gente de Vodacom.

El acero inoxidable de las barandillas se utilizó para crear el aspecto moderno minimalista en el que menos es más. Los elementos sobredimensionados del vestíbulo fueron incorporados en el diseño simbolizando la subida vertiginosa de Vodacom en el ranking de la industria mundial celular. Las inserciones de acero inoxidable en la sala de consejo se añadieron para demostrar la alta tecnología, pero al mismo tiempo el aspecto amable para el usuario que es el ámbito en el que opera Vodacom.

El acero inoxidable ha sido incorporado en las divisiones acristaladas como canales de energía, pasamanos y columnas para engrandecer y reflejar la fuerza de comunicación y tecnología.

Estos detalles simplistas en acero inoxidable han sido creados para resaltar la sensación de que el interior está unificado con el paisaje exterior.

La categoría "Arquitectura, Edificación y Construcción" de los Premios Acero Inoxidable, organizados por SASSDA (la Asociación Sudafricana para el desarrollo del acero inoxidable), se concede al uso innovador y excelente del acero inoxidable en una estructura comercial. El objeto debe ser estéticamente agradable, amigo del medio ambiente y del usuario, y cero en mantenimiento.

La propuesta de Delta con el edificio Vodacom, reunía todos estos criterios.

Contacto: **SASSDA**
Mr. Dave Slater
P. O. BOX 4479
Rivonia, 2128
Sudáfrica

Tel.: (011) 803 56 10
Fax: (011) 803 20 11
E-mail: sassda@pop.onwe.co.za

Madrid, Diciembre 2000

Estimados lectores:

En nombre de todo el Consejo de Dirección y en el mío propio, quiero transmitirles nuestros mejores deseos para este nuevo año.

Todos cuantos formamos CEDINOX asumimos el reto de consolidar el uso del acero inoxidable en el siglo que empieza.

La correlación existente entre el consumo de acero inoxidable y el nivel de vida es nuestro estímulo para consolidar la utilización de un producto que mejora las condiciones de vida de nuestros semejantes.

Aprovecho, asimismo, la ocasión para presentarme a todos ustedes, pues es éste el primer número editado tras mi toma de posesión como Directora de Cedinox, que, tuvo lugar el pasado día 22 de diciembre.

Quedo a su disposición para cuantas aclaraciones, recomendaciones ó informaciones adicionales precisen.

Atentamente,

Sonsoles Fernández Ludeña
Ingeniero Industrial
Directora de Cedinox

SOLICITUD GRATUITA DE SUSCRIPCION

Si desea recibir periódicamente y gratuitamente la revista trimestral ACERO INOXIDABLE cumplimente esta tarjeta y remítala a CEDINOX.

C/ Santiago de Compostela, 100, 4º
28035 MADRID
Tel.: (91) 398 52 31
Fax: (91) 398 51 90

En caso de que le interese publicar algún artículo, diríjase a nosotros o bien marque con una cruz la opción que más le convenga.

- ❒ Deseo contacten conmigo para la publicación de un artículo sobre material de mi interés.
- ❒ Adjunto material para su publicación en la revista.

APELLIDOS: _____
NOMBRE: _____
PROFESION: _____
ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: _____
_____
_____
EMPRESA: _____
DIRECCION: _____
POBLACION: _____ D.P: _____
PROVINCIA: _____
TELEFONO.: _____ FAX: _____

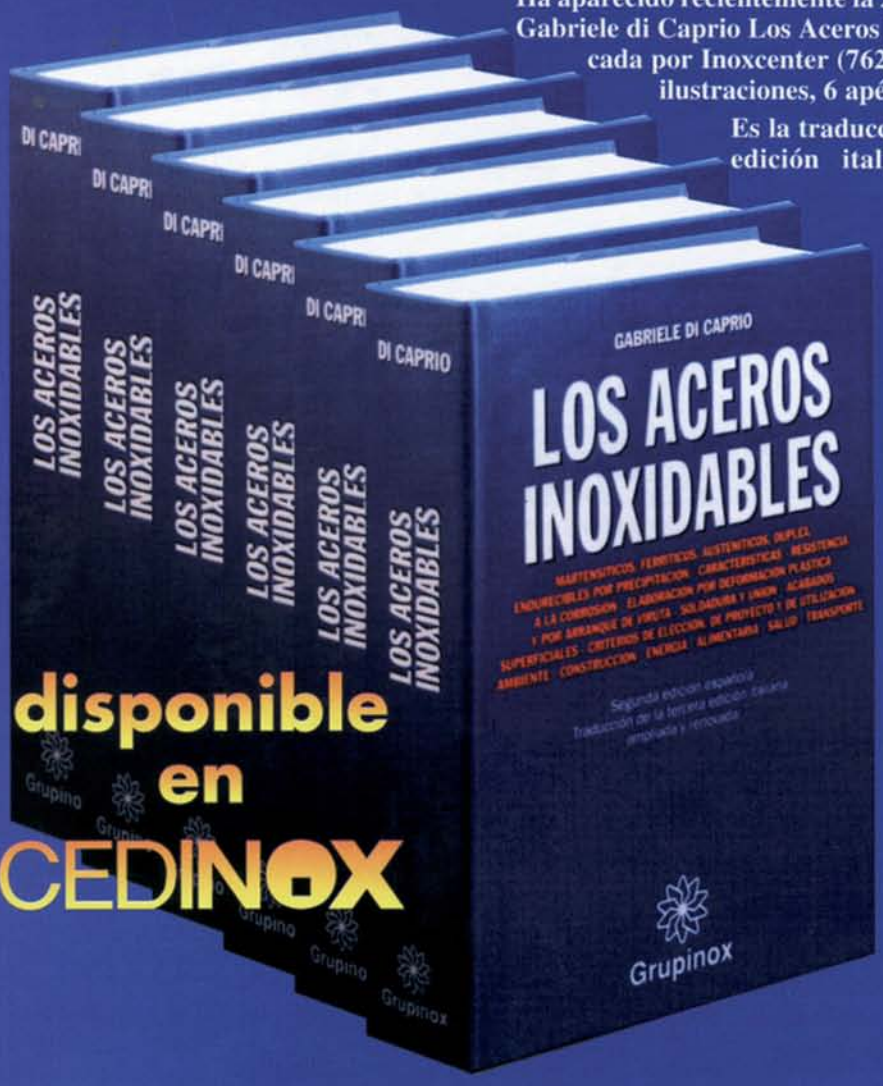
SECTORES DE INTERES:

- ❒ ENERGIA
- ❒ INDUSTRIAALIMENTARIA
- ❒ INDUSTRIA QUIMICA Y AFINES
- ❒ TRANSPORTES
- ❒ ELECTRODOMESTICOS MENAJE / HOSTELERIA
- ❒ CONSTRUCION MOBILIARIO OBRAS PUBLICAS
- ❒ ENTES CULTURALES Y DE ENSEÑANZA. ADMINISTRACIONES PUBLICAS

CEDINOX
Santiago de Compostela, 100, 4º
28035 MADRID

LOS ACEROS INOXIDABLES SE EXPANSIONAN

A cargo del profesor del Politécnico de Milán Walter Nicodemi



Ha aparecido recientemente la 2ª edición española del tratado de Gabriele di Caprio Los Aceros Inoxidables, edición 1999, publicada por Inoxcenter (762 + XXII páginas, 158 tablas, 301 ilustraciones, 6 apéndices).

Es la traducción en lengua castellana de la 3ª edición italiana, totalmente renovada y aumentada con respecto a la anterior, publicada en Milán por Hoepli Editores en julio de 1997.

Se trata de una de las obras europeas sobre el acero inoxidable más completa y puesta al día, concebida como una síntesis, aunque rica en detalles, sobre el estado de estos materiales a finales de este siglo, que los vio nacer en vísperas de la primera guerra mundial.

Al mismo tiempo, constituye una proyección sobre el futuro del acero inoxidable en cuanto a sus aplicaciones e innovaciones previstas para un próximo futuro.

El texto ofrece una representación unitaria, sencilla pero rigurosa, de toda la materia, fruto de la experiencia de muchos años vivida directamente por el autor, que es sin duda uno de los más profundos conocedores de este sector industrial.

Los temas tratados están divididos en tres partes: características, elaboración y aplicaciones.

En la *primera parte* se presentan desde la reseña histórica y métodos de producción, a las características de los distintos tipos de inoxidables y la tipificación de los productos acabados de acería: de la resistencia a la corrosión, y a los tratamientos térmicos.

La *segunda parte* se refiere a la elaboración mediante deformación plástica en frío y en caliente (forja, laminación, embutición, recalcado, etc), a la elaboración mediante arranque de viruta (torneado, fresado, taladro, escariado, rectificado, corte, etc.) y a la soldadura y métodos de unión, técnicas de acabado superficial, chapado y elaboración de aceros chapados.

La *tercera parte* reúne los criterios de selección y de estudio de proyectos (también desde el punto de vista económico) y de utilización en las aplicaciones relacionadas con las necesidades fundamentales del hombre en lo que se refiere a la conservación del medioambiente y de la salud, la construcción de maquinas, estructuras, instalaciones y medios de transporte, la producción de energía, la transformación y preparación de sustancias alimenticias, farmacéuticas y cosméticas.

La fácil accesibilidad del texto, escrito en lenguaje corriente, juntamente con la inclusión de gran cantidad de datos numéricos, las notas que relacionan entre si los diferentes temas, la inclusión de un índice analítico para facilitar la consulta y de una bibliografía actualizada a la normativa europea más reciente, así como los seis apéndices que reúnen notas históricas y de mercado, convierten esta obra en un útil instrumento de trabajo para todos los que se desenvuelven en el sector de los aceros inoxidables.