

INOXIDABLE

ACERO



CEDINOX

Centro para la investigación
y desarrollo del
Acero Inoxidable

N.º 2 Enero 1986

ACERO INOXIDABLE

Es una publicación cuatrimestral de CEDINOX. Asociación para la investigación, desarrollo y aplicaciones del acero inoxidable.
Via Augusta, 13-15 Despacho 108
08006 Barcelona
Teléfono: (93) 218 96 00 - 218 93 04

Asociados:

ACERINOX

Fabricante de bobinas y chapas laminadas en frío y caliente de acero inoxidable.
C/ Doctor Fleming, 51 Madrid 28036
Teléfono: (91) 457 86 50
Télex: 23271 y 45156

AUSTINOX

Fabricante de tubería soldada en acero inoxidable. Válvulas de bola en acero inoxidable.
Carretera de Calafell, Km. 9,3 Sant Boi de Llobregat (Barcelona)
Teléfono: (93) 661 04 50
Télex: 52448 AINOX-E

ROLDAN

Fabricante de barras y alambre de acero inoxidable.
C/ Félix Boix, 3 Madrid/28036
Teléfono: (91) 259 15 86
Télex: 47429 ROLAN-E

TORBESA (Tornillería del Besós S.A.)

Fabricante de tornillería de acero inoxidable.
C/ San Eloy, 6 Barcelona 08004
Teléfono: (93) 331 83 62
Télex: 50266 TNOX-E

INCO International Nickel Corporation

Primer productor mundial de níquel.
Thames House-Millbank
Londres SW1P 4QF

Centro de Información

Teléfono: (93) 218 96 00
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.

Portada

Se estiman en más de 10.000 vagones de ferrocarril construidos en inoxidable circulando por el mundo.

Cuerpo, Bastidor, largueros, paredes, techos y protección térmica.
Interior: Puertas, defensa lluvia, tubos para asideras y asientos, pasillos, equipaje, cerraduras y lavabos.
Fuente: Asociación Inoxidable de Japón.



Electrificación de líneas de ferrocarril

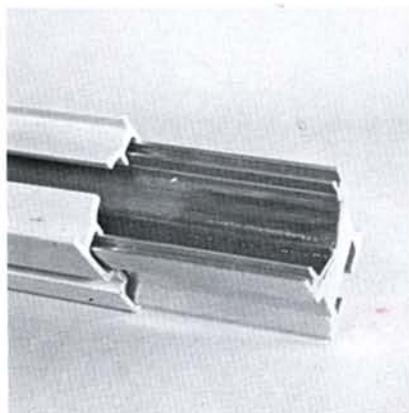


Hasta hace algunos años, la electrificación de transportes públicos mediante carril rígido se efectuaba con carriles de acero. Hace quince, empezaron a introducirse los carriles de aluminio cubiertos de acero inoxidable que con respecto al perfil tradicional permiten:

Reducción de peso a igualdad de resistividad con muy buenas características de frotamiento en la zona de contacto del captador con el carril, gracias a la dureza y baja rugosidad de los acabados standard del acero inoxidable.

La aleación utilizada en esta aplicación es fundamental que resista al

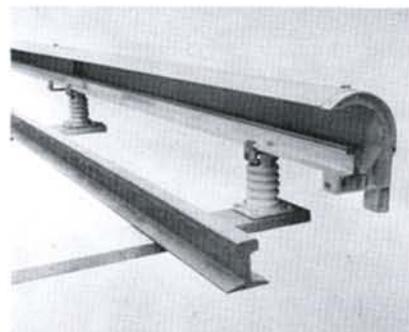
desgaste fuertemente para evitar que por las diferencias de presión de contacto, se formen cráteres y al paso del captador se cree un arco. Aunque junto a estas líneas todas las aplicaciones se han llevado a cabo con el tipo 18 Cr, 8 Ni (AISI 304), también existen instalaciones donde, por las características ambientales del lugar, se ha utilizado el tipo al molibdeno 18 Cr, 8 Ni, 2 Mo (AISI 316). Esta solución se viene utilizando ampliamente en los siguientes países, además de otros tantos: Canadá, Chile, Francia, Inglaterra, España, Alemania, Japón y en más de 22 Estados de USA.



1 El anillo de 1,7 Km que ya se está fabricando para la ciudad de Sevilla por donde circulará el Eurotren Monoviga, será electrificado con este perfil.

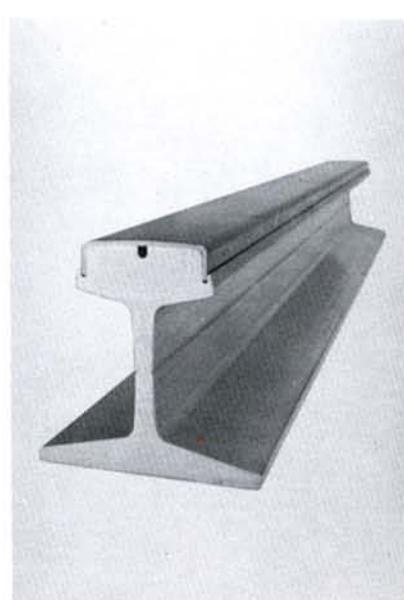
El perfil de acero inoxidable que protege el aluminio y actúa como material antibdesgaste en el transporte de energía de la línea, es de 3 mm de espesor y calidad AISI 304.

Fabricante: SUFETRA, S.A. C/ Cobalto, 16
HOSPITALET (Barcelona) Tel.: (93) 537 42 88



3 Perfil de 3 mm de espesor de AISI 304 fabricado con perfiladora y montado sobre extrusión de aluminio que se instaló en varios tramos del metropolitano de la ciudad de San Francisco en el año 1978.

La presión de contacto del captador es de 2 Kg/cm² aproximadamente y la velocidad máxima de 100 Km/h.



2 Forma de perfil instalado en una longitud de más de 60 Km, en el Metropolitano Barcelonés en espesores de 2 y 3 mm. El material utilizado fue AISI 304 (18/8) y se encuentra en funcionamiento desde el año 1972.

Optimización de la Difusión del calor en baterías de cocina de acero inoxidable

El acero inoxidable por sus características tiene multitud de aplicaciones, una de las más interesantes, la cual viene dada por su resistencia frente a la temperatura y a los agentes químicos, es la preparación y conservación de los alimentos.

Fondo sandwich protegido:

Para mejorar la conductibilidad térmica del acero inoxidable en los utensilios de cocina (sartenes, cacerolas, etc...), se recubre la zona en contacto directo con el foco emisor del calor, con otro metal conductor del calor. Los metales más comúnmente utilizados son el Al y el Cu, los cuales se adhieren al cuerpo del utensilio de cocina mediante soldadura, metalizado, fundición, etc.

Sin embargo, a lo largo del tiempo se ha ido introduciendo mejoras sustanciales, que han permitido optimizar tanto el aprovechamiento de la energía, como la resistencia de los utensilios de cocina.

Durante la década de los setenta se desarrolla el denominado fondo sandwich. Este tipo de fondo consiste en el recubrimiento del fondo termodifusor de Al (2) con una chapa de acero inoxidable (3) (ver Fig. A). Estos recipientes poseen una gran resistencia a las deformaciones producidas por el calor y están especialmente indicadas para cocinar sobre placas eléctricas.

En la década de los ochenta, se ha desarrollado una variante perfeccionada de los fondos termodifusores forrados para recipiente de acero inoxidable, (Fig. B) que denominamos FONDO SANDWICH PROTEGIDO, y que se caracteriza por llevar la placa termodifusora (2) hasta las paredes del recipiente (6). Como puede verse en el dibujo, la mencionada placa (2) recubre además del plano de apoyo (3) los bordes periféricos, (4) obteniéndose así unas piezas que tanto en su interior (5) como en su exterior (6) sólo dejan ver acero inoxidable.

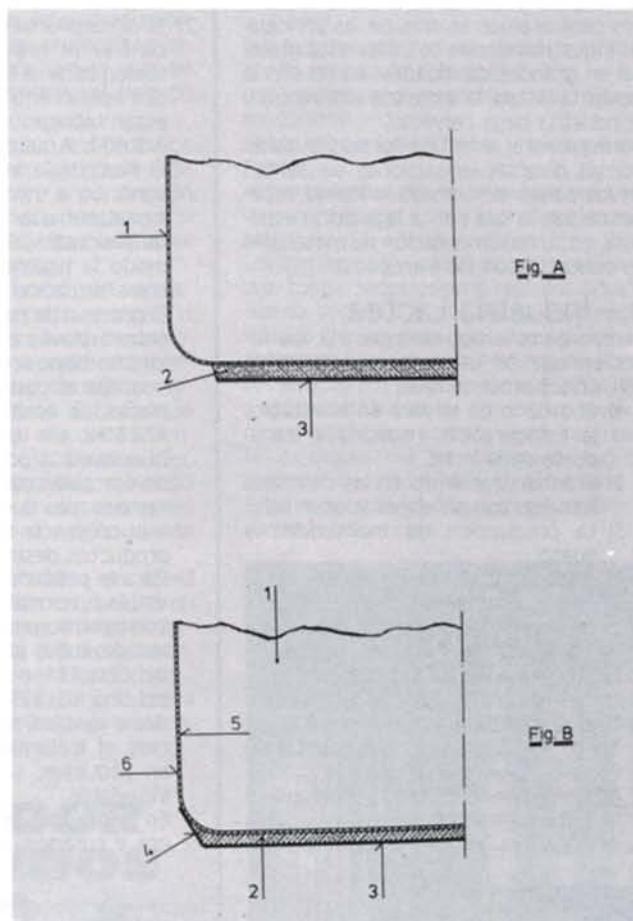
Esta variante proporciona las siguientes ventajas:

Mejora la difusión del calor al llevar la placa termodifusora (2) hasta las paredes del recipiente (6).

Los utensilios poseen mayor resistencia a los golpes, al quedar recubiertas las zonas de mayor exposición a los mismos.

Mejora el aspecto estético. La protección de los bordes, impide que el uso de los detergentes y/o la acción de la llama directa altere el calor de los bordes de la placa termodifusora. Como ocurre con cualquiera de los otros procedimientos utilizados anteriormente.

Disminuye la deformación del fondo de acero inoxidable en contacto con el foco de calor, lo cual hace que este tipo de fondo sea el más perfeccionado que existe en la actualidad; garantizando una utilización prolongada en el tiempo, sobre cualquier tipo de cocina, sea de gas y/o placas eléctricas.



Fabricante: BRA. Carretera de Calafell, Km. 9,3 - Sant Boi (Barcelonal)

El Acero Inoxidable en la industria alimentaria



Introducción

En el número anterior analizábamos el por qué del uso del acero inoxidable en la industria alimentaria. En este número nos centraremos en tres de las principales industrias donde se utiliza este material en grandes cantidades, como son la industria láctea, la industria vitivinícola y la industria de la cerveza.

Normalmente, este uso ha sido avalado por las diversas legislaciones existentes en los países desarrollados (como esperamos que lo sea por la legislación española, en su reglamentación de materiales en contacto con los alimentos).

1.- Industria Láctea.

Dentro de este tipo de industria, las fases en que se utiliza acero inoxidable son, principalmente, tres:

- 1) El ordeño de la vaca en el establo; la refrigeración; recogida y transporte de la leche.
 - 2) El almacenamiento en las centrales lecheras con su elaboración final.
 - 3) La producción de mantequilla y queso.
- 1) Cuando la leche sale de la ubre de la vaca a una temperatura de 36° C ésta debe ser refrigerada a 4° C (con el fin de bloquear la carga bacteriana) y posteriormente ser trasladada en cisternas isotérmicas donde la temperatura se mantendrá también a 4° C. Tanto los accesorios del puesto de ordeño, tales como tuberías, grifos, etc., como el depósito refrigerante y la cisterna son de acero inoxidable AISI 304. Los acabados que se utilizan

generalmente para estos útiles, suelen ser acabado pulido en su parte interior y un acabado esmerilado en su parte exterior.

- 2) El almacenamiento de la leche en la central se realiza en depósitos que suelen estar al aire libre; sus capacidades oscilan entre los 1.000-1.500 HI, y están fabricados con acero inoxidable AISI 304. A partir de estos depósitos el flujo de la leche por la central es continuo a través de tubos de acero inoxidable que impiden la formación de residuos, salvaguardando de este modo la higiene en todo el ciclo de transformación.

El proceso de pasteurización se lleva a cabo a través de cambiadores de calor con disposición de placas o en tubos. En el caso de cambiadores de placas, se emplea con frecuencia el AISI 304; ello es importante puesto que se da la posibilidad de este tipo de corrosión debido a las temperaturas elevadas que puedan alcanzarse y a la presencia de ácido láctico o de productos desinfectantes.

- 3) Para la producción de mantequilla se emplea normalmente desnatadoras con centrifugado que presentan rotores de acero inoxidable martensítico del tipo 431, o bien austeno-ferrítico del tipo AISI 329. Los depósitos, tuberías y válvulas, junto con las máquinas para el tratamiento y su confección en paquetes, son también en acero inoxidable.

En la producción de los quesos frescos y curados, la selección de los ti-

pos de acero inoxidable depende principalmente del tipo de queso tratado. En el caso de los quesos dulces se emplean instalaciones de tipo AISI 304; por el contrario, el AISI 316 se emplea con frecuencia para la construcción de maquinarias e instalaciones destinadas al tratamiento de quesos salados por la mayor resistencia de este tipo de acero al ataque por cloruros.

Para la producción de yogurt se utilizan instalaciones de AISI 304, empleándose también con frecuencia en la producción de yogurt aromatizado, containers realizados con AISI 316. Estos containers se usan para el transporte en condiciones de esterilidad de los concentrados de fruta, desde los lugares de producción hasta los centros de elaboración.

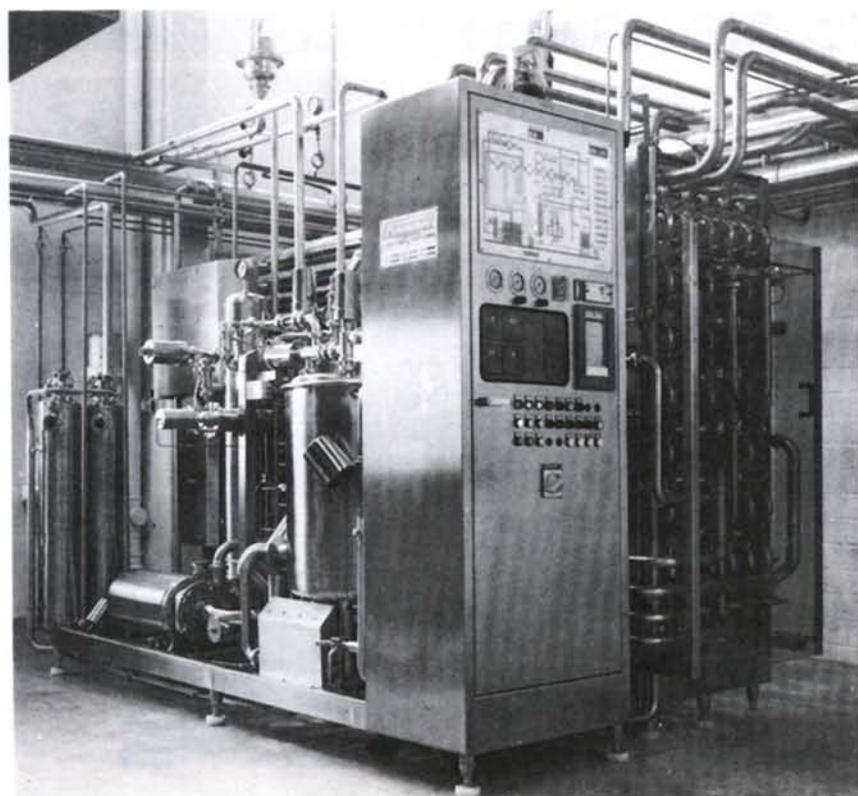


Tanque abierto de expansión directa para enfriamiento de leche enteramente construido en acero inoxidable AISI 304. También se utiliza para la preparación de leche, tratamiento de nata batida y enfriamiento de otros productos.

La pared es una empaquetadora in-xpoliuretano-inox, que proporciona el aislamiento térmico necesario.

Todas las uniones son soldadas y posteriormente pulidas de forma que no puedan crearse depósitos de alimento que deriven en focos de infección o inicio de corrosión del inoxidable.

Fabricante: Talleres Fontseré, S.A. Carretera de Olot, s/n.
Roda de Ter (Barcelona).
Tel.: 931 854 01 80.



Instalación de pasteurización de leche para una capacidad de 750 litros/hora. Estos equipos son de fabricación standard y utilizados por granjas diplomadas y pequeñas industrias lácteas para el pasteurizado de leche. Todos los componentes están fabricados en AISI 304. Pueden construirse en AISI 316 bajo pedido.

Fabricante: Aguilar y Salas, S.A. C/ Santander, 126 bis.
08050 Barcelona. Tel.: 931 515 13 00.

2.- Industria Vitivinícola y otras bebidas.

Dentro de la industria vitivinícola podemos distinguir dos fases: la primera incluye la manipulación de la uva, de mostos y su fermentación para la obtención del vino. La segunda está en relación, sobre todo, con los depósitos para la conservación y embotellado de los vinos. En la primera fase se emplean máquinas como las pisadoras, las fermentadoras y los cambiadores de calor, en las que se utiliza con frecuencia el acero inoxidable tipo AISI 304. Cuando las condiciones de funcionamiento son muy duras, por ejemplo en el tratamiento del mosto, que presenta cantidades notables de anhídrido sulfuroso (algunos miles de mg/dm³) y que hay que someter a temperaturas muy elevadas se elige el acero inoxidable tipo AISI 316.

En la fabricación de depósitos se emplean los tipos AISI 304 y 316, la elección de uno u otro tipo está en relación con la cantidad de anhídrido sulfuroso presente en el vino y en el ambiente en que está instalado el depósito.

Una solución que se toma con frecuencia para los depósitos que pueden contener vino con excesivas cantidades de anhídrido sulfuroso es construir la tapa superior y las virolas superiores en AISI 316 y las partes restantes en AISI 304.

Los espesores con los que se fabrican estos depósitos suelen oscilar entre 2 mm para el techo (o de 1,5 mm en los depósitos con capacidad inferior a los 1.000 HI), y de 3 mm para la base (o de 2 mm para capacidades inferiores a los 1.000 HI); las paredes están construidas generalmente con virolas que tienen un espesor del orden de 3 mm en la base, este espesor va disminuyendo hasta valores de 1,5 mm en las virolas de la parte superior.

La cantidad de acero inoxidable empleada varía desde 3 Kg/HI, aproximadamente para los depósitos de capacidad limitada (hasta 300 HI), hasta 1,55 Kg/HI para los que tienen una capacidad de varios miles de HIs. En el caso del alcohol y de los licores con elevado contenido alcohólico se siguen criterios diferentes en cuanto a la selección de los aceros inoxidables.

El alcohol es, por lo general, menos agresivo que el vino en relación con los materiales metálicos, por ello se emplea normalmente el AISI 304. En el caso de los licores, y muy particularmente el coñac (licor que es muy sensible, desde un punto de vista organoléptico, a las migraciones incluso de pequeñas cantidades de hierro) se debe usar el AISI 316. El mismo material se emplea en la construcción de instalaciones para la destilación y extracción de sustancias aromáticas vegetales utilizadas en la elaboración de licores alcohólicos.

3.- Industria de la Cerveza.

En la producción de cerveza, desde el punto de vista de las instalaciones, pueden identificarse tres fases diferentes:

- La mezcla de los compuestos de base y la cocción.
- La fermentación del mosto y la maduración.

c) Depósitos de los productos acabados.

En la primera fase del proceso se distinguen, principalmente, tres tipos de aparatos: Las cubas de mezcla que generalmente son dos y cuya capacidad total corresponde a la de la caldera. La caldera de sanificación, constituida por un recipiente, varía desde 400 HI hasta 800 HI; su diseño es adecuado para calentar uniformemente la mezcla por medio del vapor que circula por un intersticio exterior. Y la caldera de aromatización, semejante a la anterior, en la que se agrega el lúpulo y se termina el ciclo de fabricación.

En la fase de fermentación, los procesos que se realizan prevén el empleo de depósitos cerrados con poca presión (0,6-1 atmósfera) construidos en AISI 304, que se utiliza en ciertas ocasiones como material de chapado.

La tercera fase del proceso, de acondicionamiento y de depósito, prevén la maduración de la cerveza a una temperatura de 0° C y bajo una ligera sobrepresión de forma que pueda enriquecerse con anhídrido carbónico. Esta fase se desarrolla en depósitos cilíndricos horizontales de dimensiones considerables, de 600-1.000 HI de capacidad, e incluso de 5.000 HI, cada uno, unidos a una red de tuberías para la carga y descarga de la cerveza.

Estos depósitos, construidos en acero inoxidable AISI 304, están recubiertos en su parte exterior por una camisa refrigerante con circulación de gases para mantener la cerveza a baja temperatura.

En la fase de distribución de la cerveza se utilizan también barriles bajo presión, realizados con AISI 304.

CONTADOR DE FLUIDOS

Contador de turbina para líquidos alimenticios (leche, suero, cerveza, zumos, alcoholes).

El flujo de líquido se controla mediante la velocidad de la turbina que va alojada dentro del cuerpo de inoxidable calidad AISI 316 capaz de funcionar entre -10 y 100° C y soportando perfectamente, gracias al material seleccionado, todo el ciclo de producción de alimentos (marcha, paro y limpieza).



Fabricante: León Romero. Sierra de Tornavacas 5 y 7. 28031 Madrid.
Tel.: (91) 205 83 82

BARRILES PARA CERVEZA

En España se ha impuesto totalmente la tendencia de utilizar barriles para la distribución de cerveza a presión construidos enteramente en acero inoxidable, en versiones de 30,50 y 60 litros.

Los factores que han sido decisivos en esta acción son básicamente dos:

Una vida más larga respecto a otros materiales (25 años).

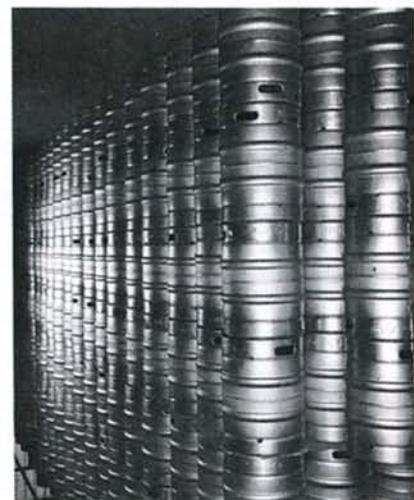
Mayor éxito y facilidad en la limpieza y desinfección.

Aspectos ambos que se consiguen gracias a las características y prestaciones del inoxidable.

Los barriles, una vez embutidos los semicuerpos, conformados los aros, soldados éstos al cuerpo, soldada la boca y unidos aquellos por método TIG, son decapados y pasivados para finalmente pasar al control final de presión.

Los semicuerpos se fabrican con AISI 304 (DIN 1.4301) acabado 2B y los aros extremos con la misma calidad pero acabado «duro» para resistir los golpes, que inevitablemente han de sufrir a lo largo de su vida, sin deformarse.

Estos mismos barriles se destinan también a contener sidra y cava.



Fabricante: PORTINOX. Industrias Metalúrgicas Portal S.A. Apartado 332.
Carretera de Pulianas, Km. 6. 18008 Granada.
Tel.: (958) 42 60 11

PRINCIPALES TIPOS DE ACEROS INOXIDABLES



INTRODUCCION

Se entiende por acero inoxidable aquél que en determinadas condiciones, resiste la acción de ciertos agentes corrosivos como atmósferas industriales, ambientes húmedos marinos, ácidos de diversas clases y concentraciones y también el efecto de temperaturas elevadas sin sufrir una oxidación sensible.

Se caracterizan por tener en su composición un contenido en carbono moderado y en cromo superior al 11,5 %.

Los tipos más utilizados son:

- Aceros Martensíticos.
- Aceros Ferríticos.
- Aceros Austeníticos.

Aceros Martensíticos:

Son aceros que admiten el temple, es decir, tienen la facultad de adquirir gran dureza, cuando se les enfría rápidamente una vez austenizados.

Son aceros al Cr, su nombre proviene de que presentan una estructura martensítica después del temple, incluso después de enfriamiento al aire. Suelen contener de 12-14 % en Cr (AISI 420). Resisten sin oxidarse temperaturas de hasta 750° C. Pueden ser tratados térmicamente de forma análoga a los aceros ordinarios. Algunos contienen algo de Niquel, del orden de 1,3 %, con lo que el contenido de Cr es entonces del 15 al 17 %.

Estos aceros se usan tanto por sus buenas propiedades mecánicas, como por su resistencia a la corrosión. Su aplicación más común es en cuchillería, alabes para turbina de vapor, etc. La óptima resistencia a la corrosión se obtiene cuando después del temple, se somete al acero a un revenido entre 200 y 250° C.

Aceros Austeníticos:

Son aceros al Cr/Ni cuyas composiciones oscilan entre 12-30 % en Cr y 7-30 % en Ni, añadiéndose a veces otros elementos como el Mo. Son más inoxidables y resistentes a la corrosión que los ferríticos. No pueden ser tratados térmicamente como los aceros ordinarios, debido a que en cualquier estado y temperatura están constituidos fundamentalmente por austenita, de gran estabilidad, que no se transforma por enfriamiento rápido en otras fases.

No tienen propiedades magnéticas y en general son los que a temperaturas elevadas tienen una resistencia mecánica más elevada.

Son sensibles al aumento del tamaño de grano a temperaturas elevadas, o con permanencias largas a temperaturas menores. Tal crecimiento tiene poca influencia en las características mecánicas pero presentan el inconveniente de la aparición, en piezas embutidas, del fenómeno de «piel de naranja» dificultando las operaciones de pulido posteriores.

Las características mecánicas son muy favorables, tienen una gran ductilidad y son menos sensibles a los fenómenos de fragilidad que los aceros ferríticos. El acero más típico de este grupo es el AISI 304 (18Cr-8Ni).

Presentan el inconveniente de ser sensibles a la corrosión intergranular cuando se les mantiene a temperaturas de 400-800° C, sin embargo esto se combate por adición de elementos estabilizadores como Ti ó Nb o reduciendo el contenido de C a valores inferiores a 0,03 %.

La adición de un 2-3 % de Mo al acero, mejora la resistencia a la corrosión, sea generalizada, por picaduras o por intersticios (AISI 316). Su aplicación es amplia sobretodo donde se requiere soldadura, ya que sueldan mejor que los aceros ferríticos. Por su gran ductilidad hace que se empleen en procesos de embutición. Sus aplicaciones más importantes son en construcciones soldadas, menaje, cubertería, fregaderos, edificación, industria alimentaria, industria del automóvil, etc...

Aceros Ferríticos:

Son aceros al Cr, pero con un contenido en Cr superior a los aceros martensíticos. El contenido de Cr será de 16-30 % con contenido de C relativamente bajo (0,08-2,2 %) por lo que no son completamente austenizables y por lo tanto no son susceptibles de tratamiento térmico. Resisten a la corrosión mejor que los aceros martensíticos y cuando su contenido en Cr es alto, se comportan muy bien frente a la oxidación a altas temperaturas. En general, son de una resistencia mecánica baja, bastante blandos y relativamente frágiles.

La adición de Mo a tales aceros mejora sensiblemente la resistencia a la corrosión.

En estado de recocido presentan propiedades magnéticas al igual que los aceros martensíticos.

Sus aplicaciones son numerosas debido a su resistencia a la corrosión y facilidad de transformación (conformado, embutición, etc.). Se emplean en menaje, electrodomésticos, tubos de escape, etc...

Dentro de esta familia existe un subgrupo denominado aceros inoxidables superferríticos.

Se caracterizan por su bajo contenido en elementos intersticiales como son C y N. Son recomendados especialmente en procesos de soldadura y resisten a la corrosión bajo tensiones. Se suelen añadir elementos como Ti o Nb y pueden llevar en ciertas ocasiones Mo.

Aceros Austenoferríticos:

Como su nombre indica, la estructura de estos aceros está formada de austenita y ferrita. En estos aceros, donde el contenido de Cr es elevado y el de Ni relativamente bajo, la proporción de austenita y ferrita no depende sólo de la composición.

La proporción de ferrita es tanto mayor cuanto más elevada sea la temperatura del tratamiento y más rápido el enfriamiento.

Para conseguir esta estructura que mejora la resistencia a la corrosión, se necesita un equilibrio determinado entre los elementos alfaégenos y gammaégenos.

Son magnéticos y algunos de estos aceros son insensibles a la corrosión intergranular y pueden ser endurecidos por precipitación. Son menos dúctiles que los austeníticos y poseen un límite elástico más elevado.

Aceros endurecidos por precipitación:

Estos aceros tienen además de una buena inoxidabilidad, gran resistencia mecánica y buenas características mecánicas a elevadas temperaturas.

A este grupo pertenecen los inoxidables clásicos (austeníticos, ferríticos o martensíticos) que contengan alguno de los elementos siguientes: N, Al, Co, B, Ti, Nb, Cu, P, etc... que forman compuestos intermetálicos con los restantes elementos de aleación, pasando a formar una solución sólida cuando se les somete a un tratamiento de disolución a elevada temperatura. A continuación, mediante un enfriamiento suficientemente rápido, quedan detenidos en forma de disolución sobresaturada. Por último, se provoca la precipitación de estas fases intermetálicas mediante un tratamiento de maduración conjugando el tiempo y la temperatura.

En realidad el endurecimiento se consigue por dos procesos superpuestos: Una transformación martensítica y una precipitación en el seno de esta martensita de dureza poco elevada, pues está relativamente poco carburada.

Clasificación

Serie 400 Magnéticos

(aleados al Cr)

Serie 300 No magnéticos

(aleados al Cr-Ni)

PROPIEDAD

Martensítico (endurecible por temple)

Ferrítico

(No susceptible de tratamiento térmico)

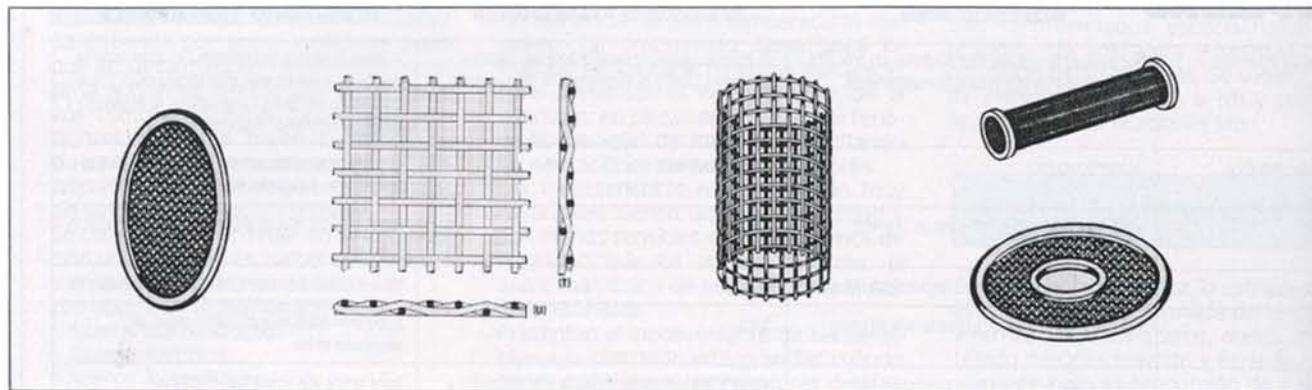
Austenítico

(No endurecible por tratamiento térmico)

Resistencia a la corrosión	Buena bajo condiciones ligeramente oxidantes. Los tipos altos en carbono solo son resistentes en el estado templado.	En ambientes ligeramente oxidantes tiene una resistencia claramente superior a los martensíticos. Se utiliza en estado recocido.	La adición de Niquel lo hace resistente a los ácidos oxidantes más fuertes. A menudo se le añade Mo para reducir el picado producido por los cloruros y ácido sulfúrico. No es resistente a los agentes fuertemente reductores como el Cl ₂ H.
Propiedades Magnéticas	Altamente magnético.	Altamente magnético.	No magnético en estado recocido. Ligeramente magnético después de ser trabajado en frío.
Dureza	Blando en estado recocido pero puede ser fácilmente endurecido por temple al aire.	Blando.	Blando en estado recocido pero endurece por deformación en frío.
Carga de rotura	Muy alta en estado templado pero media en estado recocido.	Media.	Media en estado recocido pero crece con la deformación en frío.
Ductilidad	Buena en estado recocido pero pobre después del temple.	Buena.	Excelente en estado recocido y menor después de deformación en frío.
Fragilidad	Poca en estado de temple y mejor en estado recocido.	Moderada pero rápidamente disminuida por calentamiento a causa del crecimiento de grano.	Buena tanto a altas como a bajas temperaturas.
Conductividad eléctrica	3% de la del cobre aprox.	3% de la del cobre aprox.	3% de la del cobre aprox.
Conductividad térmica	La mitad del acero común aproximadamente.	La mitad del acero común aproximadamente.	Un tercio del acero común aproximadamente.
Dilatación térmica	Similar al acero común.	Similar al acero común.	El doble del acero común aproximadamente.
Resistencia a la oxidación a alta temperatura	Mejor que el acero común.	Buena, mejor que el martensítico.	Excelente.
Resistencia en caliente	Media.	Baja debido al crecimiento del tamaño del grano.	Alta.

TIPO	Designación AISI	Peso Específico g/cm ³ (20° C)	Resistividad eléctrica (20° C)	Calor Específico kcal/Kg °C (0 a 100° C)	Coeficiente medio de dilatación térmica × 10 ⁶ °C ⁻¹		Conductividad Térmica Cal/cm s °C (100 °C)
					0 a 100° C	0 a 500° C	
Martensíticos	403	7,78	0,57	0,11	09,9	11,6	0,059
	410						
Ferríticos	420	7,78	0,55	0,11	10,3	11,7	0,059
	409	7,68	0,61	0,11	11,7	13,0	0,059
	430	7,78	0,60	0,11	10,4	11,4	0,062
	410 S	7,78	0,57	0,11	09,9	11,6	0,059
	430 Ti	7,78	0,60	0,11	10,4	11,4	0,062
	430 F	7,78	0,60	0,11	10,4	11,4	0,062
	434	7,78	0,60	0,11	10	11,0	0,062
Austeníticos	301	8,06	0,72	0,12	18,4	19,1	0,039
	302	8,06	0,72	0,12	17,3	18,4	0,039
	303	8,06	0,72	0,12	17,3	18,4	0,039
	304	8,06	0,72	0,12	17,3	18,4	0,039
	304 L	8,06	0,72	0,12	17,3	18,4	0,039
	309	8,06	0,78	0,12	15	17,2	0,037
	310	8,06	0,78	0,12	15,9	16,9	0,034
	310 S	8,06	0,78	0,12	15,9	16,9	0,034
	314	7,78	0,77	0,12	15,1	17,6	0,041
	316	8,06	0,74	0,12	16,3	17,5	0,039
	316 L	8,06	0,74	0,12	16,0	18,0	0,039
	321	8,06	0,72	0,12	16,6	18,5	0,038

MALLAS, TELAS Y CINTAS TRANSPORTADORAS EN ACERO INOXIDABLE



Las aplicaciones de la **tela metálica** de acero inoxidable, serie 300 del código AISI, se extienden por un gran número de sectores de la industria.

Partiendo de hilos de 0.028 a 5 mm. de diámetro, se fabrican diferentes tipos de telas (liso, asargado, tricot, reps,...) con luces de malla que van desde 10 micras a 50 mm. según sea el diámetro de hilo y el punto.

Una vez acabado el tejido puede conformarse tal y como se hace con el producto plano; formas cilíndricas, tiras encarriladas, placas, discos o tiras con las orillas soldadas, formas embutidas, etc....). Relacionamos a continuación algunas de las aplicaciones para las que se vienen utilizando estos fabricados:

Guantes y delantales de protección para el manejo de útiles cortantes.

Amortiguadores de vibración en máquinas herramienta.

Filtros (microfiltrado de gasolina, industria quesera).

Denebulizadores (torres de destilación petrolífera, plantas de potabilización de agua salada, torres de deshidratación de gases, sistemas de eliminación de líquidos en circuitos neumáticos, procesos de descontaminación).

Las cintas transportadoras construidas en acero inoxidable son un claro ejemplo de la idoneidad de esta aleación cuando entran en juego las siguientes características:

Resistencia mecánica a alta y muy baja temperatura.

Resistencia a la corrosión en diferentes medios.

Resistencia a la corrosión a elevadas temperaturas.

Superficie compacta.

Fácilmente limpiable y desinfectable.

En la industria alimentaria, una de las más exigentes en la elección de los materiales que utiliza, estas cintas son de

aplicación en los siguientes procesos: Congelación de alimentos por nieve carbónica o nitrógeno líquido. Selección y lavado de frutas, vegetales, carnes y pescados. Hornos de cocción de pan, galletas, bizcochos, pasteles y caramelos. Instalaciones de pasteurización automática por choque térmico de bebidas y productos alimenticios ya envasados. Procesos continuos de dosificación, preparación y empaquetado de platos preparados. Líneas completas de selección, lavado, corte, fritura y empaquetado de patatas fritas, frutos secos, etc.

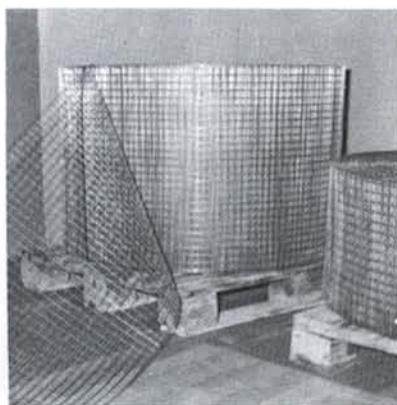
Dentro de la industria textil, se vienen implantando en secado de fibras, procesos continuos de entintado, apresto, estampado, hocaje, ranceados.

La industria sidero-metalúrgica también aprovecha al máximo las propiedades de inoxidable aplicando para los procesos continuos de tratamiento térmico, soldadura automática, templado en atmósfera controlada, estampación y forja.

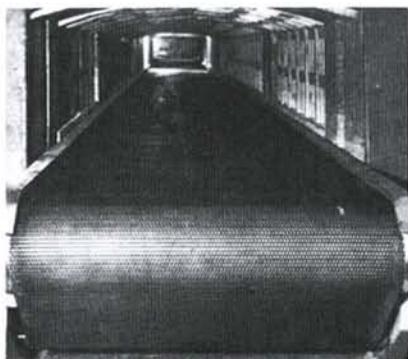
Las mallas soldadas se utilizan para diversas aplicaciones tales como cercados, cultivos de flores, jardinería, rejas y jaulas para cría de animales, industria quesera y conservera, etc.

Normalmente las mallas soldadas se instalan a la intemperie o bien en ambientes corrosivos, produciéndose oxidaciones al cabo de poco tiempo si el material utilizado es de hierro galvanizado o plastificado. Estas dificultades quedan superadas con el acero inoxidable.

Actualmente se fabrican en ACERO INOXIDABLE calidad AISI-304 y AISI-316, en rollos de 200 m. o más de longitud y con una anchura de hasta 1.200 mm.



Fabricante: FILINOX, S.A.
C/. S. Eloy, 6
08004 Barcelona
Tel.: (93) 331 83 62



Fabricante: M. Codina, S.A.
C/. Rodríguez de San Pedro,
2, planta 12
28015 Madrid
Tel.: (91) 448 91 15

Cubierta ligera para grandes luces

Una solución que explota al máximo las características del acero inoxidable

Introducción

Los arquitectos romanos, hace 2.000 años, ya afrontaron el reto que supone el construir edificios de grandes luces con pocos apoyos interiores destinados a artes públicas de gran audiencia (auditorios, estadios, etc.). La solución llevada a la práctica para cubrir el Coliseo consistió en una lona suspendida por cuerdas.

Hace 60 años alguien pensó que la mejor forma de cubrir un recinto de esas características sería mantener la cubierta elevada por medio de presión de aire. La idea tomó forma en las conocidas cubiertas hinchadas de lona (piscinas, pistas de tenis). Siendo ésta una buena solución al reto adolece de algunos problemas insalvables: vida limitada, susceptible de ser lastimada e inapropiada cuando se desea controlar estrechamente las condiciones ambientales interiores.

En 1980 se ha iniciado una nueva era para las cubiertas de gran luz libres de apoyos interiores. La doble membrana hinchada de acero inoxidable reúne todas las ventajas de las etapas anteriores asegurando además una larga vida libre de mantenimiento.

La membrana. Concepto

Esencialmente la estructura de membrana consiste en una fina piel diseñada para soportar cargas, como por ejemplo un balón de juego o un colchón hinchado. Una vez hinchado el colchón es capaz de soportar cargas moderadas, ya que el aire contenido en su interior crea, en el material, solicitaciones únicamente de tracción. En el caso de que la piel sea de acero la capacidad de carga aumenta notablemente.

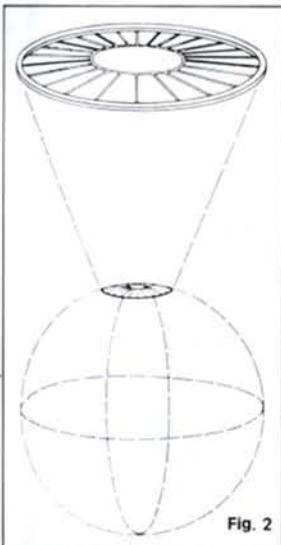


Fig. 2

Si tomamos un casquete esférico del balón antes citado y lo encerramos en un anillo de compresión que equilibre las fuerzas cuando éste está en tensión se obtiene una estructura monolítica (Fig. 2).

Utilizando esta estructura monolítica con el diseño de una cubierta únicamente se transmiten esfuerzos verticales, a través de los apoyos, a la superficie. Los esfuerzos horizontales quedan todos en equilibrio. Estructuralmente la doble membrana de acero inoxidable equivale a la superposición de las cubiertas hinchadas de lona (membrana superior) y las que penden de cable (membrana inferior), ambas de uso corriente hoy en día.

Estudio teórico

Al final de la década de los 60 la Compañía INCO (The International Nickel Company) dirigió un programa para estudiar la viabilidad de la membrana construida con material metálico. Del estudio emanan las siguientes conclusiones. Las propiedades que debe cumplir un material para funcionar de forma eficaz en una estructura de membrana constantemente en tensión son:

- Elevada resistencia mecánica para poder diseñar con espesor fino.
- Buena resistencia a la corrosión para asegurar larga vida.
- Buena tenacidad para resistir a la perforación y desgarro.

Excelente soldabilidad para permitir su fácil fabricación.

El material seleccionado fue el acero inoxidable, ya que cumple con los cuatro requisitos anteriormente expuestos. Continuando con el diseño INCO inició un anteproyecto para demostrar la posibilidad de construcción de la cubierta. Para este ejemplo se tomó una cubierta que debía cubrir una superficie circular de 213 m. (Fig. 1.)

Además de este estudio INCO construyó y ensayó un modelo a escala de 4,87 m. utilizando lámina de 0,0254 mm. de acero inoxidable para poder verificar las consideraciones teóricas y obtener información del comportamiento bajo varias cargas y condiciones diferentes (Fig. 3.1*).



Fig. 3.1

En estos primeros estudios el acero inoxidable se comportó como un material ideal para la membrana pero había dos problemas a solucionar. El primero era que la membrana se debía construir sobre una superficie plana y posteriormente no podía adoptar la forma de casquete esférico, ya que no es viable llegar a estirar suficientemente el inoxidable. Asimismo, si la curvatura no es suficiente, los esfuerzos requeridos para soportar la cubierta serían demasiado elevados tanto para la membrana como para el anillo de compresión.

Por otro lado construir la membrana con la necesaria doble curvatura a base de cortar las chapas como si se tratara de un pastel y ensamblar unas a otras sobre una preforma de cúpula solución a un problema pero implica otras dificultades. Construir una preforma de cúpula es difícil e impracticable. Así pues la viabilidad de la cubierta hinchada de acero inoxidable requiere encontrar una técnica que permita la construcción plana de las cúpulas y después sea posible conferirle la curvatura deseada sin crear esfuerzos innecesarios a la vez que se asegura que la tensión se va a mantener. Aún en el caso de que por pérdida de presión del aire la membrana pase de tener forma convexa a cóncava debe mantenerse la tensión para que recupere su forma normal de trabajo. Este fenómeno se comprobó en la práctica recientemente en la cubierta de cúpula de Dalhousie. La superficie se deformó hasta llegar a tomar cierta convexidad para después recuperar la concavidad sin ninguna dificultad.

La solución al problema

A final de la década de los 60 la consultoría D.A. Sinoski de Toronto también estaba trabajando sobre el concepto de la membrana. Tanto Sinoski como INCO llegaron a conclusiones similares. La cubierta habría de consistir en un número de segmentos trapezoidales, un polígono regular que ocuparía la zona central y un anillo periférico de compresión.

Sin embargo Sinoski resolvió el difícil problema de tensionar la superficie para que adaptase la forma esférica.

Para entender cómo una membrana metálica plana puede llegar a tomar la forma de una lenteja piense en una superficie circular de chapas de acero inoxidable cortadas a modo de porciones de pastel. (Fig. 4.)

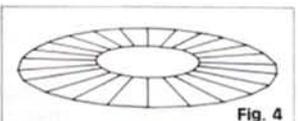


Fig. 4



Fig. 5

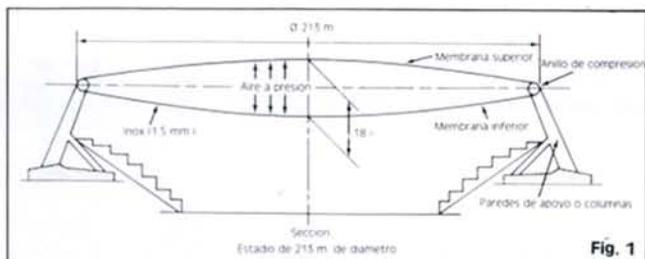


Fig. 1

A continuación imagine que adapta estas piezas a un molde esférico manteniendo el mismo diámetro de base que cuando descansaban sobre el plano (Fig. 5.)

En esta posición se descubren unos espacios entre los segmentos, ya que la superficie esférica es mayor que su círculo proyectado. Aumentando el número de segmentos se consigue que los espacios vacíos lleguen a ser relativamente pequeños.

Para una cubierta de 150 m. y una flecha de 5 m. la dimensión a (Fig. 6) toma un valor de 216 mm. y la distancia b es tan solo de 57 mm.

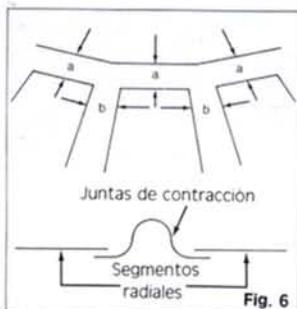


Fig. 6

Aumentando los espacios y uniéndolos con láminas de inoxidable de acabado duro debidamente conformadas es posible construir una membrana que repose sobre una superficie plana y que al someterla a la presión del aire tome la forma de casquete esférico. Cuando se tensionan las juntas de contracción adoptan la forma plana. En el momento en que la tensión cae recuperan su forma original. Por la propia acción de las juntas de contracción sobre la membrana, ésta puede, desde la forma plana, formar la esférica y viceversa permaneciendo siempre en tensión. (Fig. 7.)

La figura 8 muestra los elementos esenciales de este tipo de cubiertas: (a) anillo de compresión, (b) segmentos radiales, (c) segmentos centrales, (d) juntas de contracción radial, (e) juntas de cierre, (f) juntas de contracción circunferencial. Todos estos elementos se trazan, conforman y sueldan en el taller llegando a ensamblar subconjuntos lo más grandes posible teniendo en cuenta las limitaciones del transporte para una vez a pie de obra proceder al ensamblado final. El trabajo de taller está estimado en un 80%.

En la figura 9 se representan los costes relativos a este tipo de cubiertas frente a los sistemas convencionales.

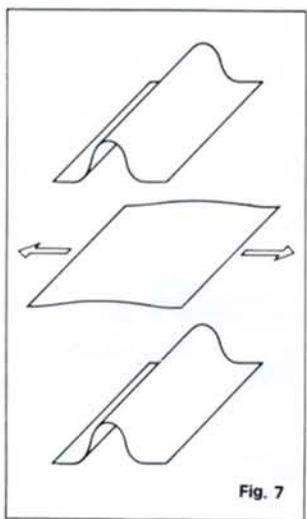


Fig. 7

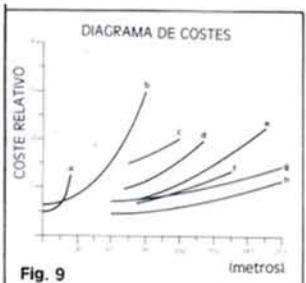


Fig. 9

Las curvas contemplan únicamente los materiales necesarios para la construcción de la cubierta:

- (a) columnas y vigas
- (b) estructura espacial
- (c) cable suspendido
- (d) en estructura
- (e) de hormigón
- (f) hinchable de lona
- (g) doble membrana inox
- (h) membrana simple inox

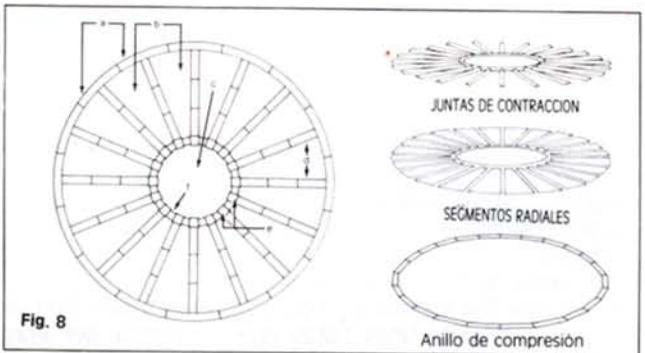
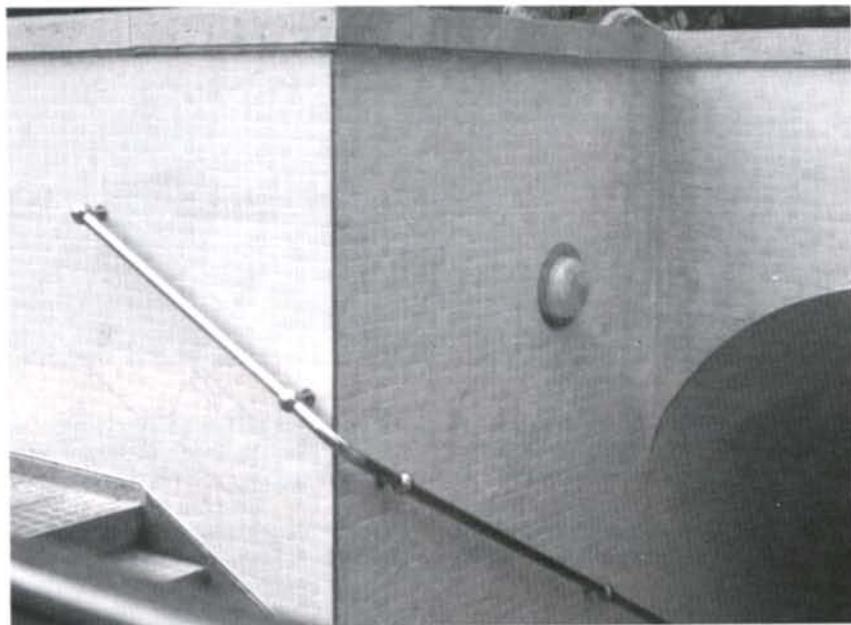


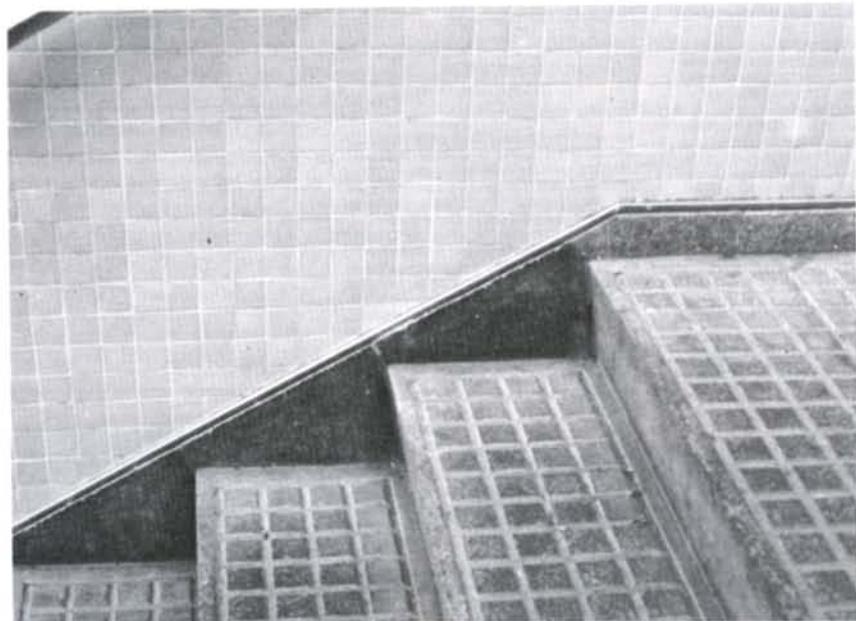
Fig. 8



F. 1

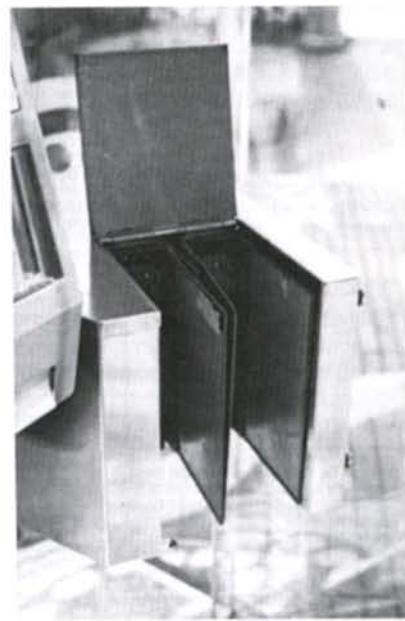


F. 3



F. 2

Instalador: Metalúrgicas Bonet. C/ Valencia, 667 - 08026 Barcelona.



F. 4

En la fotografía n.º 1 presentamos una realización dentro del mobiliario urbano donde señalamos la utilización del inoxidable seleccionado para solucionar la continuidad entre dos superficies diferentes: el alicatado y la piedra.

A la varilla de 8 mm de diámetro, calidad AISI 304 (detalle en figura 2) se le han soldado unas patas que

permiten empotrarla en la pared para cerrar el intersticio en la arista de unión de los dos materiales.

La ausencia de productos de corrosión (principalmente de óxido de hierro), creado por la unión del agua de lluvia, impide el rápido deterioro de la unión.

La figura 3 presenta una cabina telefónica del Principado de Andorra

realizada con acero inoxidable 18/8 y cristal.

Siempre bajo el prisma del mantenimiento y la conservación de la estética, así como la duración, el inoxidable se ha utilizado por un lado para la carpintería metálica y por el otro para construir el presentador de las guías telefónicas (foto 4).

Productos seleccionados

Intercambiadores de placas de acero inoxidable



El intercambio de calor por medio de paquetes de placas no es nuevo. En la década de los 30 se empezaron a construir las primeras unidades.

El equipo consiste en un paquete de chapas, previamente conformadas por estampación y juntas de estanqueidad.

El estampado permite crear una turbulencia en el fluido y soportar las diferencias de presión en ambas caras. Para cada unidad la junta es siempre la misma y es su posición la que permite a los fluidos circulantes la entrada en el intersticio que existe entre las dos placas o lo impide, enviándolo al próximo. Así pues, cada fluido circula por intersticios alternados separadamente.

El paquete va montado en un bastidor de dos piezas, unido por unas correas que son las que absorben el esfuerzo.

Los extremos del bastidor sujetan dos guías, una superior y otra inferior que permiten abrir la empaquetadura deslizando cada placa a modo de cortina para su inspección o limpieza.

El campo de aplicación se extiende a todos los procesos donde haya que calentar o enfriar fluidos de las industrias:

- Química.
- Metalúrgica.
- Marina.
- Alimentaria.

Básicamente, las ventajas frente a otros diseños son:

- Gran superficie de intercambio a poco volumen.
- Bajo peso.
- Poco espacio.
- Imposibilidad de mezclado.
- Flexibilidad de la capacidad de intercambio.
- Funcionamiento con pequeñas diferencias de temperatura.
- Alto coeficiente de transferencia.

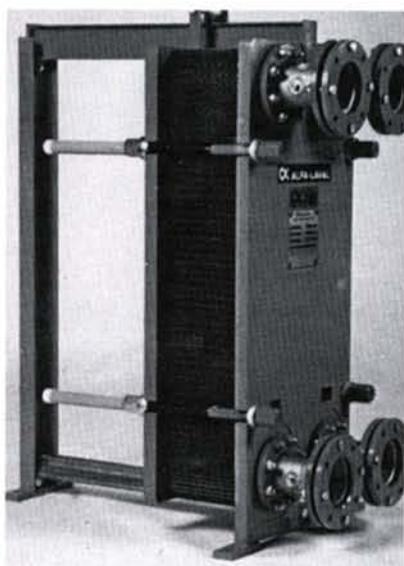
Para la necesaria resistencia a la corrosión de los productos que circulan o por la naturaleza de los mismos, la mayoría de estas placas utilizan AISI 316 o AISI 304 en espesores que van desde 0,5 a 1,2 mm.

Relacionamos a continuación las características máximas que se pueden obtener por paquetes:

Área:	2.200 m ²
Diámetro de conexión:	450 mm
Flujo:	1,0 m ³ /s
Presión:	2,5 MPa
Temperaturas de trabajo:	-40° C a 250° C

Unidad PHE totalmente montada, destinada a la circulación de agua de mar. Las cuatro bocas son los conductos de entrada y salida

de los dos fluidos que circulan. La figura muestra claramente el mecanismo de apertura y en el centro el paquete de placas.



Fabricante: ALFA-LAVAL.
C/ Antonio de Cabezón, 27
28034 Madrid
Tel.: (91) 729 03 23

Chapa Inox antideslizante

Aunque este es un producto ampliamente conocido, lo hemos traído a nuestras páginas de artículos seleccionados, ya que no está estandarizada en nuestro país la producción de este conformado utilizando el acero inoxidable.

En todas sus aplicaciones se explotan las propiedades intrínsecas del acero inoxidable: Resistencia a la acción de agentes corrosivos, ausencia de mantenimiento, facilidad de desinfección, constancia de las propiedades mecánicas frente al tiempo y las condiciones de ejecución.

Relacionamos a continuación algunos de los sectores que cada vez más necesitan la presencia de fabricantes-suministradores:

- Industria nuclear (escaleras, pasarelas).
- Industria alimentaria (centrales lecheras).
- Transporte (vagones, cisternas).
- Industria metalúrgica (baños de decapado y electrolíticos).

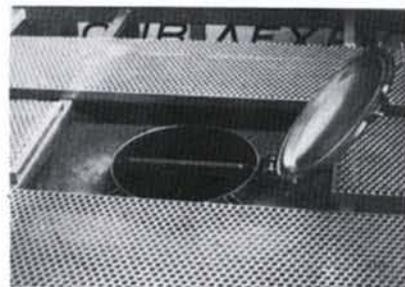
Constructivamente hay dos tipos de soluciones:

- Chapas antideslizantes permeables.
- Chapas antideslizantes impermeables.

Las primeras permiten el paso de cualquier fluido que caiga sobre ellas. Normalmente el deslizamiento se evita gracias al rozamiento que proporciona la rebaba conformada ya sea por embutido o por estirado de la chapa que previamente ha sido punzonada de forma continua en toda su superficie.

Las segundas no presentan ningún punzonado en su superficie y es una forma estampada (forma de lágrima) la que impide que se resbale cuando se camina sobre ella.

El material seleccionado para su fabricación será siempre del tipo austenítico, bastando el tipo de 18 % de Cr, 8 % de Ni para la mayoría de las aplicaciones y recurriendo al tipo al molibdeno 18 % Cr 8 % Ni y 2 % de Mo, cuando los agentes corrosivos lo hagan necesario.



Para hospitales, laboratorios...

La firma NIPPERS ha patentado, fabricado y comercializado la pinza de la fotografía habiendo seleccionado el acero inoxidable AISI 304 en acabado duro como material más apropiado para garantizar una larga vida de ejercicio.

Este acabado (laminación en frío controlada sin recocido posterior), confiere la respuesta elástica que el inoxidable ha de tener en esta inteligente aplicación.

La resistencia a la corrosión, compacidad superficial y resistencia al desgaste de inoxidable le permite superar las exigencias de cualquier ámbito de aplicación en el que el ambiente, las sustancias en contacto o el propio uso son una frontera para otros materiales.

Pinza obtenida partiendo de fleje de 1 mm de espesor, 4/4 duro. Obsérvese el ángulo de doblado que puede alcanzarse con este tipo de acabado.

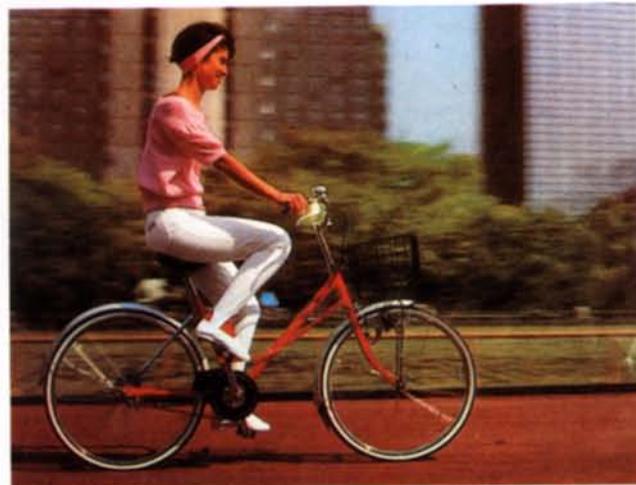
Pasarela de acceso a la boca de hombre en un contenedor-cisterna, destinado al transporte de líquidos por vía marítima y terrestre.

La solución es del tipo permeable de agujero con borde embutido. Inoxidable tipo AISI 304 de 1,5 mm de espesor.

Fabricante: Nippers. Carretera de Tarrasa, 89 Sabadell (Barcelona). Tel.: (93) 725 39 64



EL INOXIDABLE EN EL TRANSPORTE



El interés por el cuidado de la salud y el empleo del tiempo de ocio han hecho que el mercado de las bicicletas se haya expandido notoriamente.

Esto, sumado al aumento del coste de los clásicos acabados brillantes por recubrimiento, así como las cada día mayores exigencias en el desecho de residuos de producción, ha hecho posible la utilización de los aceros inoxidable en los componentes de las bicicletas.

Japón, uno de los principales fabricantes de bicicletas del mercado junto con Corea y Taiwan, incluye en la construcción nuevos

elementos de acero inoxidable como son:

- Llanta, radios, cubos de ejes y cadena en 18/8.
- Guardabarros en ferrítico (AISI 430).
- y manillar de tubo normal de acero al carbono forrado de tubo de inoxidable.

Fuente: News from NISSIN STEEL



Ya en el año 1950 empezaron a desarrollarse en Estados Unidos este tipo de furgones donde al utilizar el acero inoxidable, empleando chapa grecada, pueden obtenerse estructuras ligeras pero de elevada resistencia mecánica sin ningún recubrimiento y evidentemente con un coste de mantenimiento bajo.

Los tipos más utilizados para esta aplicación son AISI 301 y AISI 304

en acabado 1/4 duro, con los que se obtiene una elevada resistencia mecánica aún cuando el espesor sea pequeño (0,4 mm).

Para la unión de los paneles, tanto entre ellos como a la estructura, son válidas tanto la técnica de unión por remaches (AISI 305), como la de soldadura por puntos.

Fuente: Asociación Inoxidable de Japón



Los camiones con cisterna construida en acero inoxidable, se destinan al transporte de líquidos alimenticios (ya sea refrigerados o no), leche, vino, aceite, zumos de fruta, líquidos corrosivos, gases licuados a baja temperatura o productos en polvo.

La solución que presentamos explota las más que notables características tribológicas del inoxidable.

El acabado más utilizado en la construcción de cisternas es el

standard de laminación (2B), y los tipos más seleccionados son AISI 304 y AISI 316, o sus versiones bajas en carbono o estabilizadas.

Fuente: Asociación Inoxidable de Japón



Tanque - contenedor de 20' ISO para líquidos inflamables (clase 3) IMCO tipo 2 destinado a transporte por vía marítima o terrestre, ya sea por carretera o ferrocarril.

El fabricado está sujeto y supera las normas ISO, VIC, TIR, ADR, CSC, TPC e IMCO. Con unas dimensiones exteriores de 6.058 x 2.438 x 2.591 tiene una capacidad de 21.000 litros y su tara es de 2,7 Tm.

Para el cuerpo se ha utilizado un espesor de 3,2 mm y 4 mm para

el fondo con AISI 316 L como único material.

Tratándose de estos espesores, la calidad L (bajo carbono) asegura una estructura ausente de carburos de cromo, una vez realizada la soldadura, que de otra forma lo haría sensible al fenómeno de corrosión intergranular.

Fabricante: INTA-EMAR Polígono de Maibica
C.D.N.º 23. 50016 Zaragoza.
Tel.: (976) 57 17 85