

Montaje e instalación de elementos de acero inoxidable



Euro Inox

Euro Inox es la asociación para el desarrollo del mercado del acero inoxidable en Europa.

Entre los miembros de Euro Inox se encuentran:

- productores europeos de acero inoxidable
- asociaciones nacionales para el desarrollo del acero inoxidable
- asociaciones de productores para el desarrollo de los elementos de aleación

Los objetivos principales de Euro Inox son la creación de una concienciación sobre las propiedades únicas del acero inoxidable y extender su uso en las aplicaciones existentes y en nuevos mercados.

Para alcanzar estos objetivos, Euro Inox organiza conferencias y seminarios, y ofrece publicaciones en forma impresa y electrónica para permitir a arquitectos, proyectistas, especialistas, diseñadores y especificadores, fabricantes y usuarios finales, el familiarizarse con el material. Euro Inox también apoya la investigación técnica y la de mercado.

Copyright

Este trabajo está sujeto a derechos de propiedad. Euro Inox se reserva todos los derechos sobre la traducción a cualquier idioma, la impresión, la reutilización de ilustraciones, textos y la difusión.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación, o transmitida de ninguna forma o por medio alguno, ya sea electrónico, mecánico, a través de fotocopia, de grabación o de otro tipo, sin el permiso previo por escrito del propietario de los derechos, Euro-Inox, Luxemburgo.

Cualquier violación estará sujeta a procedimientos legales y a responsabilidades por daños monetarios por la infracción, así como costes y gastos legales, y se aplicará la ley penal de derechos de la propiedad de Luxemburgo, y la regulación de la Unión Europea.

ISBN 978-2-87997-249-7

978-2-87997-143-8	Versión inglesa
978-2-87997-250-3	Versión finlandesa
978-2-87997-260-2	Versión francesa
978-2-87997-248-0	Versión alemana
978-2-87997-259-6	Versión holandesa
978-2-87997-257-2	Versión checa
978-2-87997-251-0	Versión sueca

Miembros

Acerinox

www.acerinox.es

ArcelorMittal Stainless Belgium

ArcelorMittal Stainless France

www.arcelormittal.com

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta

www.nirosta.de

Miembros asociados

Acroni

www.acroni.si

British Stainless Steel Association (BSSA)

www.bssa.org.uk

Cedinox

www.cedinox.es

Centro Inox

www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

www.edelstahl-rostoffrei.de

Institut de Développement de l'Inox (I.D. Inox)

www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)

www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMO)

www.imoa.info

Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

www.turkpasder.com

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

www.puds.pl

SWISSINOX

www.swissinox.ch

Montaje e instalación de elementos de acero inoxidable

Primera edición 2006

(Serie de construcción, Volumen 10)

© Euro Inox 2006

Editor

Euro Inox

Oficina registrada:

241 route d'Arlon

1150 Luxemburgo, Gran Ducado de Luxemburgo

Teléfono: +352 26 10 30 50 / Fax: + 352 26 10 30 51

Oficina ejecutiva:

Diamant Building, Bd. A. Reyers 80

1030 Bruselas, Bélgica

Tel.: +32 2 706 82 67 / Fax: +32 2 706 82 69

E-mail: info@euro-inox.org

Internet: www.euro-inox.org

Autora

Nancy Baddoo, The Steel Construction Institute,



Ascot, Reino Unido

Traducción

CEDINOX, Madrid

Aviso legal

Euro Inox y The Steel Construction Institute han realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar que la información presentada en este documento sea técnicamente correcta.

Sin embargo, se avisa al lector que el material contenido en este documento sólo tiene propósito de información general. Euro Inox y sus miembros, renuncian de forma específica a cualquier obligación o responsabilidad por pérdidas, daños o lesiones resultantes del uso de la información contenida en esta publicación.

Contenidos

1	Introducción	2
2	Estado del solar	3
3	Planificación del montaje	3
3.1	General	3
3.2	Declaración del método de montaje	4
3.3	Montaje de prueba	5
	Soportes, anclajes y refuerzos	5
5	Planos de montaje	6
6	Tolerancias	6
7	Transporte, manipulación y almacenamiento	7
7.1	General	7
7.2	Transporte	7
7.3	Manipulación	7
7.4	Almacenamiento	9
7.5	Marcado	11
8	Métodos de montaje	12
9	Soldadura en obra	13
10	Protección de la superficie	13
11	Limpieza antes de la entrega	15
12	Contacto entre metales distintos	17
13	Instalación de revestimientos	19
13.1	Consistencia de la superficie	19
13.2	Superficie plana	19
13.3	Limpieza	20
14	Elementos de unión	22
15	Referencias	24

Créditos fotográficos

Cedinox, Madrid (E), p. 22

Centro Inox, Milán (I) p. 17

Niton, Billerica, MA (EE.UU.), p. 10

NTD, Concorezzo (I), p. 10

T. Pauly, Bruselas (B), portada, p. 2, 6, 13, 14, 19, 20, 21, 23

V. Røytta, Tornio (FIN), p. 8

Stelos Oy, Helsinki (FIN), p. 4, 12

The Steel Construction Institute, Ascot (Reino Unido) p. 18

Ugine & ALZ Belgium, Genk (B) p. 19

B. Van Hecke, Bruselas (B), p. 9, 11, 14, 15, 16

1 Introducción

Generalmente, el acero inoxidable se escoge como material de construcción por su mayor resistencia frente a la corrosión o por el atractivo acabado superficial en combinación con su excelente relación entre resistencia y peso [1, 2].

Esta guía de información describe buenas prácticas en obra para el montaje o la instalación de elementos de acero inoxidable, tanto arquitectónico como estructural. Los aceros inoxidables austeníticos son casi siempre los tipos preferidos para estas aplicaciones; sin embargo, esta guía también es aplicable a los aceros inoxidables ferríticos y dúplex. La guía amplía y explica los requisitos obligatorios sobre montaje de la próxima norma europea EN 1090, que cubre la ejecución de estructuras de acero [3, 4, 5].

Las estructuras de acero inoxidable pueden construirse en obra mediante uniones soldadas, uniones atornilladas u otros métodos especiales de fijación mecánica.

El proceso de montaje para elementos de acero inoxidable necesita ser descrito por escrito, prestando especial atención a:

- las propiedades del material y las implicaciones para el montaje,
- el estado del emplazamiento,
- requisitos sobre herramientas o equipos especiales,
- la posible necesidad de una instalación de prueba,
- las fases de montaje en relación con el resto de trabajos de construcción,
- el peso de las partes, puntos adecuados de elevación y cualquier requisito sobre apeos o arriostramientos temporales auxiliares.

Es esencial mantener la resistencia a la corrosión del acero inoxidable en cada fase del proceso de construcción. Como las estructuras acabadas de acero inoxidable no se pintan normalmente, ni se tratan de ninguna otra forma, es también importante que la apariencia de la superficie no cambie ni se dañe durante los procesos de fabricación, elaboración, transporte o montaje.



La combinación única de resistencia a la corrosión, dureza y atractivo visual hace del acero inoxidable un material ideal para las estructuras expuestas al exterior.

2 Condiciones del emplazamiento

El montaje sólo debería comenzar cuando el lugar de emplazamiento de la construcción cumpla ciertos requisitos de seguridad.

Algunos temas importantes que deben considerarse son:

- acceso adecuado al emplazamiento y dentro del mismo,
- provisión y mantenimiento de refuerzos para grúas y equipos de acceso,
- límites en las dimensiones o el peso de los elementos que puedan ser entregados en el lugar del emplazamiento,
- detalles de las estructuras adyacentes que puedan afectar al proceso de montaje.

3 Planificación del montaje

3.1 Aspectos generales

Los principales objetivos de seguridad durante el montaje de una construcción en acero son:

- estabilidad de las partes montadas de la estructura;
- elevación y colocación seguras de los elementos de acero; y
- acceso seguro y posiciones de trabajo seguras.

Las diferencias particulares que surgen cuando se montan o instalan elementos de acero inoxidable son:

- la mayor flexibilidad relativa de los elementos de acero inoxidable (especialmente paneles arquitectónicos), que puede afectar a la rigidez de la estructura parcialmente montada;
- la necesidad de asegurar que los elementos en los que el acabado sea importante desde un punto de vista arquitectónico no se dañen durante su elevación y colocación; y
- la necesidad de proporcionar un acceso y posiciones de trabajo seguras para las

adecuadas actividades dependientes del tiempo en el lugar de emplazamiento y que generalmente no tienen lugar a menos que existan requisitos especiales de apariencia (como por ejemplo, el pulido y la limpieza).

La forma principal de asegurar que estos temas especiales se traten adecuadamente es seleccionar contratistas y operarios de obra que posean experiencia y formación en el montaje e instalación de elementos de acero inoxidable. Sólo mediante el empleo de personal competente y apropiado se podrán asegurar las prestaciones y la seguridad.

Además, los requisitos particulares del proyecto tendrán que ser tratados específicamente, tanto en la preparación de la declaración del método de montaje (ver más adelante), como en la explicación de las tareas al equipo de obra.

Una explicación completa al equipo de obra de manera periódica, utilizando el método de montaje, asegurará que...

- comprenden lo que hay que hacer
- se les proporciona las herramientas y los equipos necesarios; y

- se les proporcionan métodos y equipos de protección personal adecuados para evitar riesgos de seguridad (como la existencia de aristas cortantes).

Es normal que todas las actividades asociadas al montaje de estructuras de acero se acometan en una visita continua al emplazamiento, y que se utilice una zona de exclusión para aislar la actividad estructural en interés de la seguridad.

Sin embargo, esto no es siempre posible cuando se están montando o instalando elementos de acero inoxidable, ya que las actividades de acabado deben ser realizadas mucho más tarde que las actividades estructurales. Por tanto, es probable que las actividades relacionadas con el acero inoxidable se superpongan con

otros trabajos de obra, situación en la cual será necesario prestar una atención especial a las implicaciones de estos sobre el trabajo y la protección segura de elementos instalados anteriormente.

3.2 Programa de montaje

Antes del comienzo de las actividades en el emplazamiento de la obra, es necesario establecer un programa de montaje, y éste debe ser acordado por todas las partes involucradas. Éste es un documento muy importante que describe los procedimientos a seguir para montar una estructura de manera segura, económica y cumpliendo los plazos de ejecución. Los aspectos habituales que cubre un programa de montaje son:

- posición y tipos de conexiones y uniones en el emplazamiento,
- tamaño máximo de la pieza, peso máximo y ubicación,
- secuencia de montaje,
- métodos para proporcionar un acceso seguro a las posiciones de trabajo y posiciones seguras de trabajo,
- desviaciones permitidas para las tolerancias,
- experiencia de cualquier montaje de prueba realizado.

Es esencial que el programa de montaje sea coherente con los criterios de diseño. Para asegurar que la resistencia de una estructura ya montada parcialmente es suficiente para soportar las cargas impuestas durante su montaje, el programa debe considerar la estabilidad de la estructura parcialmente montada. PrEN 1991-1-6 cubre las acciones durante la ejecución [6]. También debería considerarse cualquier requisito de



Basándose en una declaración explícita del programa de montaje, pueden erigirse estructuras de acero inoxidable de forma segura y en un periodo mínimo de tiempo.

apeos o arriostramientos temporales, y cualquier otra característica que pudiese generar un riesgo de seguridad durante la construcción.

3.3 Montaje de prueba

Para aquellos elementos costosos que sean difíciles de sustituir con poca antelación y que puedan dañarse fácilmente, es necesario asegurar que las actividades de construcción tengan lugar exactamente tal como se hayan planificado. En tales circunstancias, el uso de un montaje de prueba total o parcial puede ofrecer las siguientes ventajas:

- la capacidad de inspeccionar unidades ensambladas para su aceptación
- la capacidad de comprobar la secuencia de montaje propuesta por seguridad (especialmente si existen dudas sobre la estabilidad o la provisión de acceso)
- la posibilidad de medir la duración de las operaciones (relevante si el estado del lugar de emplazamiento está restringido en materia de tiempo).

Las experiencias extraídas de un montaje de prueba pueden entonces incorporarse al programa de montaje para mejorarlo. También pueden usarse las pruebas para comprobar los métodos de transporte, manejo y almacenamiento con el fin de evitar la posibilidad de daños ocurridos durante el trayecto.

4 Soportes, anclajes y apoyos

El estado, la ubicación y el nivel de los apoyos de las estructuras de acero deberían prepararse adecuadamente para recibir a los elementos de acero inoxidable. El montaje no debería comenzar hasta que exista la certeza de que todo lo relativo a soportes, anclajes y apoyos cumple con los criterios de aceptación acordados o especificados.

Las cuñas y el resto de dispositivos de apoyo utilizados de forma temporal bajo placas de base deberían presentar una superficie plana hacia la estructura de acero

y ser de un tamaño, una resistencia y una rigidez adecuados, con el fin de evitar el hundimiento localizado del hormigón.

Si se dejan las juntas o cajetines en su misma posición después de rellenar los huecos, tendrán que estar fabricadas con materiales que posean la misma durabilidad que la estructura. Hay que tener en cuenta que los materiales de relleno que vayan a estar en contacto con el acero inoxidable no deberían contener cloruros.

5 Planos de montaje

Los planos de montaje deberían mostrar todos los detalles que sean necesarios relativos a la fijación del acero o de los pernos a los cimientos, los métodos de ajuste, la fijación de la estructura de acero inoxidable y los apoyos a sus soportes y las soldaduras, si es que se utilizan durante el montaje. También deberían mostrar detalles de colocación de cualquier estructura de acero u otro trabajo temporal que sea necesario para el montaje, con el fin de asegurar la estabilidad de la construcción o la seguridad del personal.

Para elementos conformados en frío y para chapa perfilada es necesario disponer de planos de instalación para recopilar información, como es el tipo de pernos y arandelas, así como la secuencia de unión, incluyendo notas especiales de instalación para el tipo de elementos de unión (como por ejemplo, diámetro del agujero taladrado y par mínimo). También debería incluirse información sobre las uniones rebordeadas y superpuestas, así como la ubicación de las juntas de dilatación.

6 Tolerancias

El acero inoxidable se utiliza normalmente en exterior por razones arquitectónicas. Esto implica que pequeñas tolerancias en el acero al carbono que puedan resolverse en otras ocasiones mediante la utilización de cuñas o con una unión algo forzada, pueden

no ser tan aceptables en muchas aplicaciones de acero inoxidable. Por tanto, puede que sea necesario utilizar tolerancias más estrictas para las estructuras de acero inoxidable. PrEN 1090-2 [4] contiene tablas de tolerancias de montaje, dadas como desviaciones permitidas para las posiciones de los nudos de los elementos montados, así como su rectitud y planicidad. Estas tolerancias se dividen en dos clases. Aunque ambas clases deberían cumplir los criterios dimensionales necesarios para la estabilidad de la estructura, puede especificarse la clase con tolerancias más estrictas si fuera necesario un encaje más preciso de los elementos.

La dilatación térmica de los aceros inoxidables austeníticos es aproximadamente un 50% mayor que la del acero al carbono [7]. Debería tenerse en consideración tanto para la especificación de tolerancias de montaje como para la comprobación de las mismas tras la finalización de los trabajos.



Como las estructuras de acero inoxidable son visibles normalmente y la calidad visual de la superficie es importante, deben respetarse las tolerancias estrictas.

7 *Transporte, manipulación y almacenamiento*

7.1 Aspectos generales

Los elementos de acero inoxidable deberían ir siempre acompañados de instrucciones precisas sobre su almacenamiento, manipulación e instalación para mantener la calidad de la superficie. Esto es especialmente importante para acabados de recocido brillante, pulidos, texturados y coloreados o pintados. En todas las fases de elaboración, transporte, manipulación, almacenamiento en obra y montaje, es necesario evitar la contaminación de las superficies de acero inoxidable por el acero al carbono y el hierro, que puedan posteriormente oxidar y manchar la superficie.

Deben tomarse las medidas necesarias para prevenir dicha contaminación. Si es necesario realizar trabajos de elaboración en la zona de construcción, será necesario utilizar áreas de trabajo en cuarentena, herramientas que sólo estén dedicadas al acero inoxidable, y cepillos o lanas de acero inoxidable. Además, debería evitarse el contacto con acero al carbono al utilizar medios de izado y carretillas elevadoras con palas no protegidas. Otros contaminantes potencialmente dañinos son aceites, grasas y salpicaduras de soldadura.

El uso de recubrimientos desprendibles de película plástica sobre el acero inoxidable puede ayudar a evitar la contaminación de la superficie (Sección 10). La película protectora debería dejarse puesta y eliminarla justo antes de la entrega [8].

7.2 Transporte

Puede ser necesaria la utilización de medidas especiales de embalaje para prote-

ger los elementos de acero inoxidable que estén siendo transportados. Por ejemplo, tener cuidado cuando se estén fijando los elementos en palés o vehículos con el fin de evitar daños provocados por las tiras de sujeción. Deberían colocarse los materiales protectores adecuados entre el acero inoxidable y las tiras de sujeción. Si se va a utilizar una sujeción de acero al carbono debería usarse algún tipo de envoltura o relleno para evitar que la sujeción dañe los bordes o las superficies de los elementos de acero inoxidable.

Se pueden producir daños por corrosión si se condensa humedad bajo el embalaje plástico durante el transporte (especialmente termorretráctiles). Es más probable que suceda esto si el embalaje se mantiene durante un largo periodo de tiempo y si las condiciones son húmedas (ambiente salino). La inclusión de desecantes adecuados en el embalaje puede ayudar a aliviar este problema. Tras la entrega, el acero inoxidable debería ser inspeccionado para identificar cualquier defecto superficial.

7.3 Manipulación

Los elementos de acero inoxidable deberían ser manipulados y apilados de tal forma que la probabilidad de daño mecánico se minimice. Si se utilizan eslingas de cadenas, éstas tienden inevitablemente a resbalar, provocando daños mecánicos en la superficie. Es preferible utilizar eslingas de material sintético para cargas pesadas.

Para elementos de acero inoxidable puede ser difícil acometer los trabajos necesarios de corrección en el propio emplazamiento, necesitando, por tanto, la

devolución del elemento dañado para los trabajos de fabricación o incluso su sustitución. De ahí el énfasis en utilizar métodos seguros de manipulación para minimizar la probabilidad de dañar los elementos en tránsito.

Los elementos conformados en frío y la chapa perfilada pueden ser especialmente proclives al daño de sus aristas, ya sea por torsión o distorsión, si se manejan como elementos individuales. Por ello, la mejor

Las eslingas de plástico en los engranajes de elevación y la protección mediante plásticos de los elementos de acero inoxidable evitan la contaminación férrica y los daños mecánicos.



forma de embalarlos es agruparlos para su transporte. Sin embargo, hay que tener cuidado para evitar daños localizados en los bordes no rígidos en los puntos de elevación u otras zonas en las que el peso total del conjunto se imponga sobre un único borde no reforzado.

Es probable que los elementos terminados de acero inoxidable sean esbeltos, aumentando así la probabilidad de daños localizados. Debería considerarse el uso de vigas de reparto y dispositivos adicionales temporales de sujeción para mantener la estabilidad de los elementos individuales durante la elevación.

Todos los equipos de manipulación deberían limpiarse antes de ser usados con elementos de acero inoxidable.

El acero inoxidable debería estar protegido del contacto directo con el acero al carbono o de los equipos de manipulación, como cadenas, ganchos, elementos de sujeción y rodamientos, o las horquillas de carretillas elevadoras, mediante la utilización de materiales aislantes como contrachapado de madera ligero o ventosas.

El contacto con sustancias químicas, incluyendo tintes, pegamentos, cinta adhesiva, cantidades inadecuadas de aceite y grasa, debería evitarse. Si fuese necesaria su utilización, su idoneidad debería ser probada, en una pieza de prueba de acero inoxidable.

Pueden existir ciertos riesgos en la elevación de elementos con las aristas vivas. Si este riesgo no puede evitarse, debería identificarse, proporcionar al personal de obra los equipos de protección adecuados.

7.4 Almacenamiento

Los elementos de acero inoxidable deben ser almacenados con precaución, de tal forma que las superficies estén protegidas frente a daños y contaminación. Es preferible un almacenamiento seco y cubierto, especialmente si se ha utilizado una envoltura que pudiera absorber el agua y manchar la superficie, como por ejemplo, el cartón. En cuanto a los elementos planos es preferible almacenarlos de manera vertical en estantes y deberían estar protegidos mediante listones o fundas de madera, goma o plástico para evitar que se contamine la superficie con acero al carbono, cobre o plomo.

Largos periodos de tiempo en un ambiente salino u otro tipo de entorno agresivo



El embalaje plástico protege las secciones huecas del acero inoxidable frente a la acumulación de hierro proveniente de los estantes de acero al carbono.



Los elementos deben estar protegidos para evitar daños y contaminación durante el almacenamiento, manipulación y transporte.

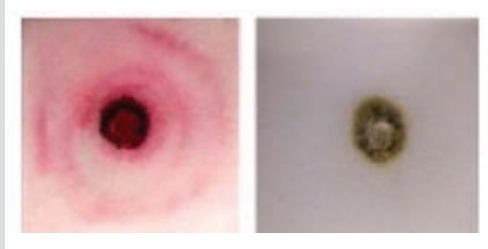
pueden perjudicar seriamente la película pasiva en aleaciones inoxidables de menor grado como el tipo 1.4301 (304).

Los elementos de fijación almacenados en obra deberían mantenerse en estado seco, empaquetados adecuadamente y con su identificación correspondiente.

Las zonas de almacenamiento deberían estar aseguradas contra robo, ya que el acero inoxidable es un material valioso y puede ser costoso de reparar o sustituir.

La tabla de la página siguiente describe cuatro indicadores que pueden servir para distinguir entre el acero inoxidable y otros metales in situ. Pueden utilizarse equipos de pruebas químicas y electroquímicas para distinguir entre tipos que contienen molibdeno, como el 1.4401, y los que no contienen molibdeno, como el 1.4301. También existen equipos manuales de rayos X que analizan la composición química de los materiales metálicos.

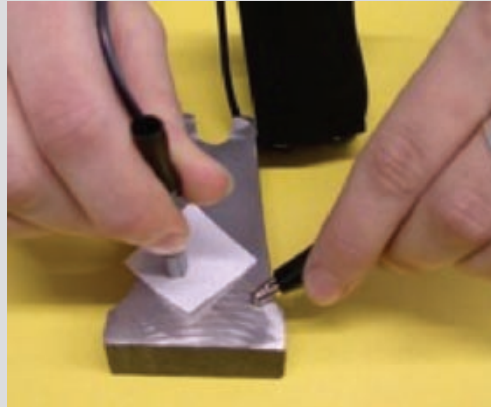
Distinción entre el acero inoxidable y otros metales en obra



Existen ensayos con líquidos para distinguir aquellos tipos de acero inoxidable que contengan molibdeno como el 1.4401 o el 1.4404 (izquierda) de sus equivalentes que no lo contienen, 1.4301 o 1.4307 (derecha).



Existen métodos electroquímicos de ensayos para averiguar si un tipo de acero inoxidable contiene molibdeno (izquierda) o no (derecha).



Para un análisis completo de la aleación, existen dispositivos manuales especiales que indican su composición química.



Color

El acero inoxidable y el acero al carbono pueden tener un color similar, por ejemplo cuando se acaban de fabricar, cortar o esmerilar y, en tales condiciones, es difícil diferenciar uno del otro.

Densidad

Existe una diferencia muy pequeña entre las densidades del acero inoxidable y el acero al carbono. Las aleaciones de aluminio tienen una densidad de aproximadamente un tercio de la densidad de los aceros.

Magnetismo

Los aceros inoxidables ferríticos y dúplex son magnéticos. Los aceros inoxidables austeníticos, en estado recocido (reblandecido), no son magnéticos, aunque tienen tendencia a exhibir ciertas propiedades magnéticas cuando se trabajan en frío. La atracción magnética parcial mostrada por aquellos elementos con formas complejas es normalmente no uniforme, y es más pronunciada en esquinas, en agujeros o en caras mecanizadas. Esta distribución irregular es a menudo útil para confirmar que se trata de acero de tipo austenítico porque no ocurre con otros aceros inoxidables, aceros al carbono o metales como el aluminio.

Resistencia a la corrosión

Una gota grande de agua depositada sobre una pieza de acero durante una noche producirá óxido pero no sobre un acero inoxidable.

7.5 Marcado

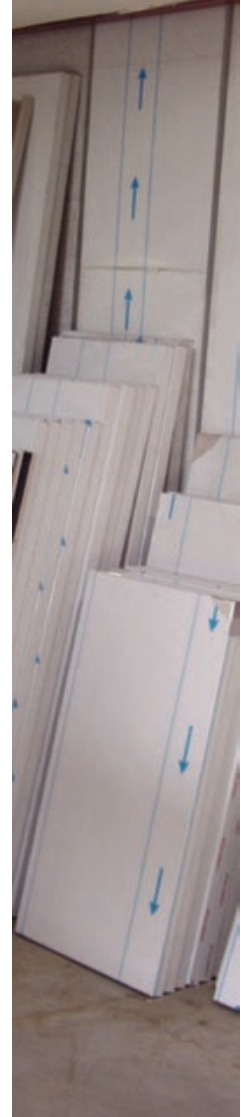
Normalmente, la dirección de laminación o pulido se indica en la película plástica desprendible. Hay que prestar atención a que todos los elementos visibles estén fabricados e instalados de tal forma que la dirección de laminación y de pulido se mantenga durante todo el proceso.

Todos los elementos a ensamblar o a montar en obra tendrán asignada una marca de montaje, que puede ser la misma para elementos idénticos de un lote. Un elemento debería marcarse con su orientación de colocación si ésta no está clara a partir de su forma. No deberían utilizarse marcadores que contengan cloruros ni sulfuros.

Las marcas deberían situarse, si fuese posible, en lugares en los que resulten visibles durante su almacenamiento y des-

pués del montaje. Las marcas aplicadas en la película adhesiva se perderán después de la retirada de la misma. Siempre que se haya realizado la oportuna comprobación que los elementos se han instalado adecuadamente en sus ubicaciones planificadas, es posible confiar en los planos para realizar un seguimiento de los elementos montados.

Pueden ser necesarias disposiciones especiales si la ubicación de la marca fuese en detrimento de la apariencia final. Tenga en cuenta que las marcas aplicadas sobre una película adhesiva pueden provocar un efecto de calco o estampado sobre la superficie de acero inoxidable. Es por tanto recomendable realizar una prueba previa sobre una pieza independiente u obtener consejo del fabricante del revestimiento.



La película plástica desprendible indica normalmente la dirección de laminado.

8 Métodos de montaje

El montaje de la estructura de acero debería realizarse de acuerdo con el programa de montaje, asegurando la estabilidad en todo momento.

Las estructuras de acero inoxidable no requieren en general técnicas especiales de montaje, siempre que se haya prestado atención en el proceso de elaboración para asegurar que los elementos son rectos y que no poseen una distorsión excesiva debida a las soldaduras en uniones (si no es así, aparecerán problemas de encajado con altos costes de corrección en obra). A lo largo del montaje de la estructura, ésta debería ser segura frente a cargas de montaje, incluyendo aquellas debidas a equipos de construcción o a su operación, y respecto a los efectos del viento sobre la estructura inacabada.

Todos los apuntalamientos y arriostramientos temporales deberían mantenerse

en su lugar hasta que la construcción esté suficientemente avanzada como para permitir su retirada de manera segura.

Cada parte de la estructura debería estar alineada después de ser montada y el ensamblaje final debería completarse inmediatamente después de este paso. No deberían realizarse conexiones permanentes entre los elementos hasta que se haya alineado, nivelado, plomado y conectado temporalmente una parte suficiente de la estructura, con el fin de asegurar que no se desplace ningún elemento durante el montaje posterior o el alineamiento del resto de la estructura.

El alineamiento de la estructura y la falta de fijación en las conexiones puede ajustarse mediante el uso de cuñas. Éstas deberían asegurarse cuando exista el peligro de que se suelten. Para estructuras de acero inoxidable, las cuñas deberían estar hechas de acero inoxidable. Deberían tener una durabilidad similar a la de la estructura y poseer un grosor mínimo de 2 mm si se utilizan en un entorno exterior. Si las cuñas se utilizan para alinear estructuras compuestas de material revestido, deberían estar protegidas de forma similar para proporcionar la durabilidad especificada.

Las técnicas de montaje utilizadas para las estructuras de acero inoxidable son básicamente las mismas que para las estructuras de acero al carbono.



9 Soldadura en obra

Si se requieren soldaduras en obra, deberán seguirse procedimientos específicos para ello. PrEN 1090-2 ofrece directrices completas sobre soldaduras. EN 1011-3 [9] aporta información útil sobre soldaduras de arco en aceros inoxidable.

El acero inoxidable puede ser soldado al acero de carbono siempre que se utilicen ciertas técnicas, procesos y elementos de soldadura, (ver también la Sección 12) [10]. En todos los casos, debería prepararse una especificación sobre el procedimiento de



Soldadura en obra de la estructura de acero inoxidable de una piscina.

soldadura, como base de instrucciones de trabajo.

10 Protección de la superficie

Puede existir una especificación sobre protección de la superficie con el fin de proteger la misma de daños superficiales y evitar la contaminación durante la elaboración, el transporte, el almacenamiento y el montaje.

Aquellos elementos para los cuales la apariencia no sea importante, como aplicaciones estructurales ocultas, necesitan una mínima protección de la superficie. La contaminación, especialmente con acero al carbono, provocará manchas, ya que las partículas de acero al carbono se oxidan.

Para aquellos elementos de acero inoxidable en los que la apariencia sea crucial, como placas para paredes y paneles de revestimiento, es esencial para la superficie estar protegida. A diferencia del acero al carbono, los defectos superficiales no pueden disfrazarse mediante una cobertura de pintura. Esto es especialmente importante

para superficies texturadas, coloreadas o pintadas ya que la reparación de defectos en la propia obra no es posible habitualmente.

La protección superficial es normalmente una película plástica aplicada como adhesivo. La película plástica debe ser fácil de aplicar, eficaz y que se pueda retirar sin dejar depósitos sobre la superficie. Es recomendable seguir los consejos del fabricante para elegir el material de esta película, el tipo de adhesivo y el tiempo máximo que puede dejarse pasar antes de retirar dicha película. Una exposición prolongada al calor, la luz del sol o la presión pueden dificultar la retirada de la película y provocar que queden restos del adhesivo sobre la superficie del acero inoxidable. Este aspecto se convierte en un factor preocupante si la construcción está ubicada en un lugar que experimenta altos niveles de radiación solar.

Los fabricantes de estas películas ofrecen periodos de garantía de 6 meses contra el deterioro del pegamento y del plástico. Generalmente es recomendable especificar el menor nivel de adhesión posible para satisfacer los requisitos del proyecto.

Si el trabajo de construcción continúa después de que se haya retirado el revestimiento, debería considerarse la aplicación de una nueva película adhesiva en aquellas zonas que sean vulnerables hasta que todos los trabajos de construcción adya-

- el requisito de resistir la degradación por la luz UV durante el almacenamiento y después de la instalación
- el tipo de superficie a proteger (el nivel de adhesión requerido está relacionado con el área de contacto de la superficie y con el grosor del acero)
- el coste.

En casos especiales, la probabilidad de que se produzcan daños físicos de otras operaciones de construcción puede minimizarse mediante la protección con pantallas y la designación de una zona de exclusión a su alrededor, quizás con un procedimiento de permisos para trabajar si existen otras operaciones dentro de la zona.



Para aplicaciones en el exterior, la película protectora debería ser de tipo resistente a rayos UV, la cual permanece intacta y no se rompe fácilmente (izquierda). La película plástica protectora para uso interior que esté expuesta a la luz solar durante un periodo prolongado de tiempo puede llegar a ser difícil de retirar, lo que dejará restos de adhesivo sobre las superficies de acero inoxidable que habrá que eliminar (derecha).

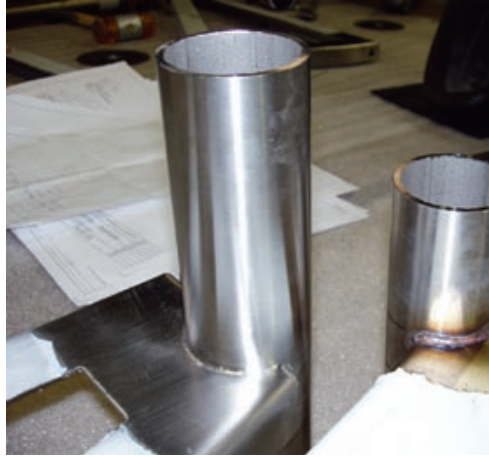
centes hayan finalizado.

Existe una estrecha relación entre el tipo de película y el de adhesivo, el nivel de adhesión y el grosor de la película. Deben considerarse los siguientes factores:

- los estándares de protección mecánica necesarios para absorber el nivel de abrasión y de impactos asociados a los trabajos en el taller, el transporte y en obra
- la protección contra contaminantes del aire y del agua, así como polvo alcalino de hormigón que provenga del emplazamiento o lluvias ácidas

Las películas para utilizar sobre elementos arquitectónicos deben ser adecuadas para permanecer sobre la superficie durante un periodo de tiempo prolongado sin deteriorarse al ser expuestas a ambientes externos y a la luz solar. En algunos casos, por ejemplo en elementos más gruesos o pesados, puede aplicarse una doble capa de película para lograr una protección adicional.

Puede que sea necesaria la retirada localizada de la película cuando haya que realizar una soldadura local, pero estas áreas deberían volverse a cubrir después de la correspondien-



La película plástica desprendible puede dejarse sobre la superficie durante la mayoría de las operaciones de conformado y colocación. Para operaciones de soldadura y posteriores operaciones de acabado, puede ser suficiente la eliminación localizada de la misma.

te limpieza. Se recomienda retirar la película desde la parte superior de la construcción.

11 Limpieza antes de la entrega

Si el acero inoxidable forma parte de una estructura “oculta”, cualquier limpieza será mínima. Sin embargo debería eliminarse cualquier depósito de polvo o cualquier resto de contaminación de la superficie del acero.

Las superficies de acero inoxidable que se hayan protegido mediante una película adhesiva, normalmente, no requieren limpieza.

Si no se han protegido mediante películas adhesivas o se han dejado expuestas durante un tiempo después de la eliminación de la película, deberán limpiarse antes de la entrega con el fin de lograr la máxima resistencia a la corrosión y una mayor atracción estética.

Se siguen diferentes procedimientos de limpieza dependiendo del acabado de la superficie, el riesgo de corrosión y la función del elemento. Estos procedimientos deben estar establecidos en instrucciones de trabajo.

Un procedimiento típico de limpieza para el acero inoxidable laminado en frío (2B) es:

- Enjuagar con agua para eliminar las partículas sueltas de polvo.
 - Lavar con agua y jabón, detergente o con una concentración del 5% de amoníaco, utilizando un cepillo de fibras suaves y largas, si fuese necesario.
 - Enjuagar exhaustivamente con agua limpia.
 - Si fuese necesario, eliminar con ráfagas de agua, desde la parte superior a la inferior.
- Los materiales de limpieza o cepillos utilizados no deberán contener o producir cloruros.

Cuando se lleve a cabo la limpieza de superficies pulidas, el movimiento de limpieza deberá realizarse en la misma dirección que el pulido.

Si se sospecha la existencia de contaminación con hierro, puede detectarse y

eliminarse en el propio emplazamiento; ASTM A380 [11] ofrece un método de detección adecuado. El hierro incrustado puede eliminarse mediante decapado o pasivado. Ambas operaciones se llevan a cabo después de desengrasar.

Muchas de las técnicas de limpieza utilizadas para el acero inoxidable no deberían utilizarse sobre el coloreado o pintado, ya que las técnicas de coloreado son más delicadas que la superficie del acero. La reparación en el propio emplazamiento de estos acabados no es posible normalmente.

Las soluciones ácidas fuertes (con base de cloro) utilizadas algunas veces para limpiar la mampostería y los cerramientos (baldosas, azulejos) de edificios no debería entrar en contacto con ningún metal, incluyendo el acero inoxidable. Si dicha contaminación tuviese lugar, la solución ácida debería ser enjuagada inmediata-

mente con grandes cantidades de agua. Las operaciones deberían ser secuenciales, de tal forma que la fijación y la limpieza de cualquier elemento cerámico se lleve a cabo antes de que se instalen elementos de acero inoxidable adyacentes como zócalos de protección o rodapiés.



Las manchas localizadas de óxido fueron provocadas por partículas de hierro de un disco que había sido utilizado previamente sobre acero al carbono (izquierda). Si tiene lugar la contaminación férrica, puede ser eliminada mediante decapado en el propio lugar de la construcción (derecha) [12].

12 Contacto entre metales distintos

Si metales distintos están en contacto en presencia de humedad, existe un riesgo de corrosión bimetalica. Para evitarlo, debería limitarse el contacto directo entre el acero inoxidable y otros metales y aleaciones. Si no puede evitarse, entonces una buena práctica en general es la de proporcionar aislamiento entre los materiales, aunque esto no siempre es necesario en entornos favorables, y en algunos casos no es viable. Como alternativa, puede ser posible evitar el riesgo de corrosión impidiendo la entrada de agua que pueda actuar como electrolito.

La figura de la página siguiente muestra el detalle del aislamiento de una unión atornillada, acompañado de sus notas de instalación.

Corrosión bimetalica

Si metales distintos se encuentran en un electrolito común, entonces puede fluir una corriente eléctrica desde el metal menos noble (ánodo) hacia el metal más noble (cátodo), y el metal menos noble se oxidará más rápidamente de lo que lo hubiese hecho si los metales no hubieran estado en contacto. Esto se denomina corrosión bimetalica (galvánica). Los aceros inoxidables forman generalmente el cátodo en una pareja bimetalica y por tanto es normalmente el otro metal de la pareja el que puede sufrir una corrosión adicional.

Electrolitos típicos en una construcción son la lluvia y la condensación. La velocidad de corrosión depende del área relativa de contacto de los metales, la temperatura y la composición del electrolito [14].

Para uniones mecánicas en estructuras de acero inoxidable, la resistencia a la corrosión de los elementos de unión debería ser al menos igual a la del acero inoxidable que se une. Un error común es el uso de elementos de unión que no están fabricados con

Es esencial utilizar elementos de unión de acero inoxidable para conectar elementos de acero inoxidable.

Si el acero inoxidable va a ser soldado a acero al carbono, la protección contra la corrosión aplicada al elemento o a la estructura de acero al carbono debe continuar a lo largo de la zona limpia de soldadura y extenderse al menos 20 mm hacia el acero inoxidable, superponiéndose las capas de una aplicación adecuada de revestimiento.

acero inoxidable, como por ejemplo tornillos galvanizados o remaches de aluminio, para la unión de elementos de acero inoxidable. Cuanto mayor sea el área del cátodo en relación con la del ánodo, mayor será la velocidad de ataque de la corrosión bimetalica. Como consecuencia, se produce una relación adversa de área cuando el acero inoxidable noble se une con un material mucho menos noble, como los remaches de aluminio, y esto podría derivar en un rápido deterioro de los elementos de unión. De forma similar, los tornillos galvanizados pueden oxidarse muy rápidamente si se utilizan para unir láminas de acero inoxidable. Además, el óxido resultante puede contaminar el acero inoxidable, crear manchas y puede inducir corrosión por picaduras. Por tanto, es esencial usar uniones de acero inoxidable para elementos de acero inoxidable.

Téngase en cuenta que la corrosión bimetalica no es importante cuando entran en contacto distintos tipos de acero inoxidable.

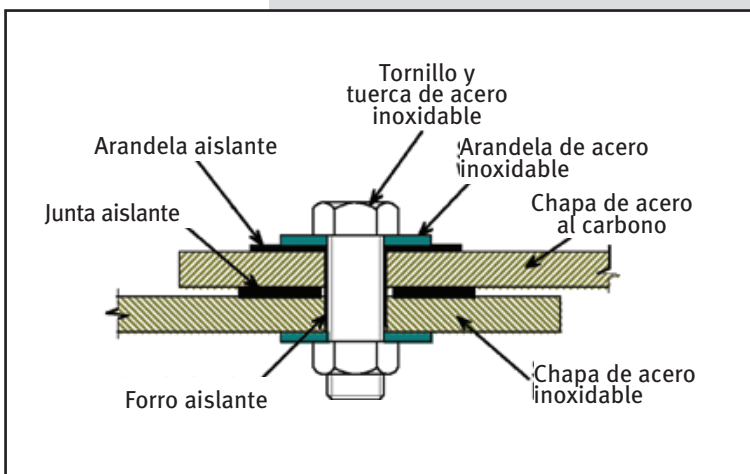
Las uniones con elementos que no sean de acero inoxidable en paneles de este material sufren una corrosión acelerada y severa.



Notas de instalación:

1. Durante el ensamblaje, es importante instalar los materiales aislantes según los detalles proporcionados y evitar dañarlos.
2. En general, el ensamblaje de tornillos implicará realizar la misma operación varias veces en una misma junta de unión. En ese caso, la unión debería alinearse primero con mucho cuidado mediante un punzón metálico o una llave podger adecuada.
3. Si el ensamblaje de tornillos se realiza una única vez, la unión no puede alinearse y mantenerse en posición al mismo tiempo. En ese caso, deben utilizarse otros medios para mantener las partes a unir alineadas mientras se inserta el tornillo. No es aceptable forzar el alineamiento de la unión corrigiendo la posición del propio tornillo ya que esto dañará el forro aislante alrededor del tornillo.
4. Antes de la instalación de los tornillos, es necesario que las juntas aislantes se hayan colocado previamente en la ubicación de cada tornillo. Esto puede requerir la fijación de las juntas en sus posiciones correspondientes mediante adhesivos que no dañen el material de las juntas.

Las arandelas de acero inoxidable y los forros aislantes interrumpen el acoplamiento galvánico y evitan la corrosión bimetalica.



5. Después del alineamiento, deberían comprobarse los agujeros en las placas a unir para asegurar que están lo suficientemente bien alineados como para no dañar el forro aislante alrededor de los tornillos en el proceso de inserción.
6. Las piezas a instalar deberían asegurar que existe la suficiente distancia entre el propio tornillo y el diámetro interno de los agujeros para albergar el grosor del forro aislante después de permitir tolerancias adversas de fabricación y cierta falta residual de alineamiento perfecto entre los agujeros de las placas a unir.
7. No deben apretarse del todo los tornillos inmediatamente después de completar el ensamblaje de cada uno de ellos hasta que todos los tornillos de la unión se encuentren en su posición. Entonces, los tornillos deben ser apretados siguiendo una secuencia controlada comenzando desde la parte central del grupo de tornillos y siguiendo hacia los extremos.
8. Es necesario tener cuidado para no apretar demasiado los tornillos. Para controlar el par aplicado puede ser necesario el uso de una llave dinamométrica, o puede que exista la posibilidad de desarrollar un procedimiento basado en un ensamblaje de prueba mediante una llave del tamaño adecuado.
9. Después del ensamblaje, o después de un cierto periodo de uso, es posible comprobar la integridad del aislamiento mediante un medidor de resistencia eléctrica u ohmímetro. Sin embargo, este método sólo proporciona resultados fiables en condiciones realmente secas.

13 Instalación de revestimientos

13.1 Consistencia de la superficie

Cualquier pequeño cambio en el proceso puede provocar sutiles variaciones en el acabado superficial. Por ejemplo, un material pulido mediante una cinta abrasiva nueva tendrá una apariencia ligeramente diferente de un material pulido con una cinta ya usada. Es por tanto recomendable asegurar que todos los paneles adyacentes de una estructura final provengan de material adyacente en los procesos de fabricación. Debe tenerse un cuidado especial para asegurar que la especificación de laminado del producto marque la dirección de laminación debajo de la lámina de acero inoxidable, tanto en el panel como en la película protectora (esto último se garantiza normalmente mediante la presencia de marcas en la superficie del revestimiento). Cualquier panel instalado en la dirección opuesta reflejará la luz de forma diferente y parecerá distinto en una fachada. Esta regla se aplica a los acabados planos, pulidos, texturados y coloreados.



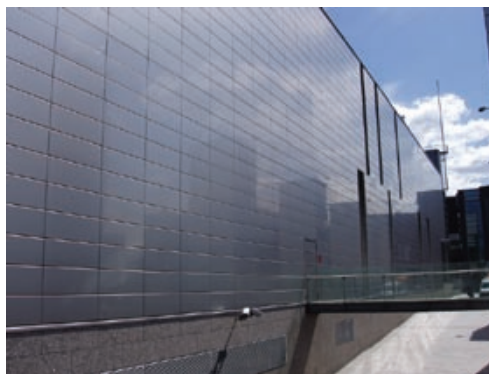
La combinación de láminas de metal de lotes diferentes puede implicar cierta inconsistencia en la apariencia visual.

13.2 Planicidad

Si los tornillos que unen los paneles de acero inoxidable se aprietan demasiado, puede ocurrir que el panel se distorsione. Los hoyuelos de las láminas en las posiciones de los elementos de unión puede evitarse mediante

- el aumento del espesor de la lámina
- la colocación de chapas de refuerzo bajo las cabezas de los tornillos
- la utilización de perfiles en sección \emptyset en el interior de la lámina de acero inoxidable (la tuerca se inserta en el canal de tal forma que el tiro se distribuya sobre una mayor superficie del metal)
- pueden soldarse conectores metálicos en aceros inoxidables de la mayoría de espesores, pero es inevitable la aparición de cierta decoloración localizada. En las secciones de pared delgada se producirá un efecto “telescopio” o de transparencia, especialmente sobre acabados muy reflectantes.

Los paneles reflectantes de chapa ligera de acero inoxidable pueden ser susceptibles a la distorsión óptica. Los perfiles de paneles



El uso de acero inoxidable del mismo proveedor y del mismo lote asegura la consistencia de la superficies.



El efecto de rigidez en los bordes asegura planitud óptica.

arquitectónicos con almas anchas o áreas planas son especialmente vulnerables. Cuanto más brillante sea el acabado superficial más exigentes serán los requisitos de planicidad y mayor la susceptibilidad de sufrir distorsión óptica.

La distorsión óptica puede estar producida por una mala planicidad, un mal cortado, mal conformado, malas soldaduras o que no se hayan realizado correctamente las operaciones de manipulación e instalación.

La distorsión óptica puede evitarse mediante

- la utilización de paneles ligeramente cóncavos para eliminar todas las superficies planas reflectantes
- el respaldo de las chapas ligeras de acero inoxidable con un material más rígido
- la utilización de un panel predeformado con una ligera concavidad
- la neutralización de la superficie reflectante con la utilización de acero inoxidable texturado o un acabado menos reflectante, o con una combinación de acabados
- la especificación de un elemento más pesado que sea menos susceptible a la abolladura.

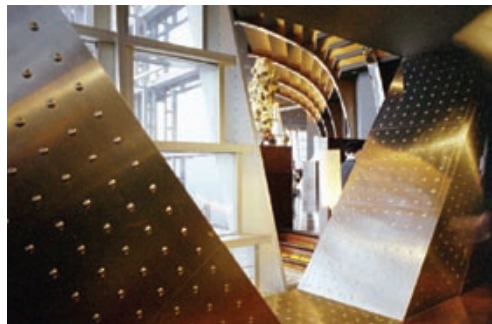
No siempre es posible detectar la deformación óptica si el acero inoxidable está protegido mediante una película adhesiva.

El acero inoxidable austenítico posee una

menor conductividad térmica y una mayor dilatación térmica que el acero al carbono, lo que puede provocar tensiones localizadas, que a su vez pueden producir abolladuras. Por tanto, es recomendable no hacer los paneles de acero inoxidable demasiado anchos y permitir un espacio suficiente para su dilatación.

13.3 Limpieza

El material de pared delgada laminado en frío posee a menudo un acabado superior. Para el manejo de dichos materiales deberían utilizarse guantes limpios de lino para evitar el marcado de los dedos en ellos. Si existen marcas, pueden eliminarse mediante la utilización de disolventes orgánicos suaves seguidos por una limpieza con una solución templada de detergente. Un enjuagado con agua limpia y su posterior secado completará el proceso de eliminación.



El uso de paneles texturizados o estructurados de otro tipo reduce los riesgos de inconsistencia en lo referente a planicidad óptica.

Lista de comprobación: Comunicación provechosa entre diseñador y fabricante

Para asegurar que el arquitecto o el ingeniero de estructuras, por un lado, y el constructor metálico, por el otro, comparten una idea común de los asuntos clave, se ha diseñado una breve lista de comprobación que incluye los puntos más comunes de discusión:

- ¿Se ha especificado claramente el tipo de acero inoxidable utilizando la designación de EN 10088 parte 1 [15]?
- ¿Se ha descrito el acabado según las definiciones de EN 10088 parte 2 [16] y se ha acordado algún tipo de muestra entre el arquitecto y el proveedor?
- ¿Se ha garantizado que se utilizarán materiales del mismo lote en aplicaciones visibles críticas?
- ¿Se han tomado las precauciones necesarias para que los elementos decorativos fabricados estén alineados de forma coherente con la dirección de laminación?
- ¿Evita el diseño la existencia de cavidades o entrantes en los que pueda acumularse el polvo y la humedad?
- ¿Ha demostrado el constructor metálico su experiencia con el acero inoxidable en trabajos anteriores?
- ¿Separa el constructor el acero al carbono del acero inoxidable y utiliza conjuntos de herramientas diferentes para cada tipo?
- ¿Se ha asegurado la utilización exclusiva de elementos de unión de acero

inoxidable para el contacto con acero inoxidable?

- Cuando exista contacto bimetálico (por ejemplo, entre acero inoxidable y acero al carbono, acero inoxidable y aluminio), ¿se ha excluido el riesgo de corrosión galvánica, por ejemplo, evitando cualquier contacto entre los diferentes materiales?



El acero inoxidable texturizado asegura superficies niveladas y enmascara de forma eficaz las posibles mellas.

14 Elementos de unión

La adecuada instalación de los elementos de unión de acero inoxidable es crítica para las prestaciones del elemento instalado. Esto es especialmente importante en lo que respecta a la fijación y el gripado. El gripado tiene lugar cuando la película de óxido en la superficie del acero inoxidable se descompone como resultado del contacto directo entre metales. En esas condiciones puede tener lugar una soldadura en fase sólida (cuando se transfiere material de una superficie a otra). El gripado implica daños en la superficie y fallos en los equipos. Esto puede ocurrir cuando se utilizan tuercas y tornillos de acero inoxidable de forma conjunta, cuando sus puntos de contacto estén sometidos a altos pares de apriete.

Deberían tomarse las medidas adecuadas en la manipulación de elementos de unión para mantener las roscas limpias y libres de polvo, especialmente suciedad, gravilla o arena, y también para evitar dañar las roscas. Si las roscas se utilizan cuando hay arena o gravilla en ellas, la probabilidad de gripado en el ensamblaje del elemento de unión aumenta de manera significativa.

Formas de reducir el gripado:



Utilizar roscas laminadas

Las roscas laminadas son menos susceptibles al gripado que el resto de roscas ya que poseen una superficie más suave y las líneas de grano siguen a la rosca en lugar de atravesarla.

Ajustar el par correcto de apriete

Un exceso de par de apriete aumenta la probabilidad de gripado; los pernos deberían ajustarse al par correcto mediante una llave dinamométrica.

Lubricación

Ciertas formas de lubricación aplicadas a las roscas antes de su ensamblaje pueden reducir la probabilidad de gripado. Existen en el mercado algunos lubricantes, de tipo grasa o aceites, que contienen metales tenaces. Sin embargo, el engrasado de los tornillos puede derivar en contaminación por polvo y puede suponer un problema para su almacenamiento. Existen también tornillos de acero inoxidable con un revestimiento adicional de cinc que también aportan un efecto lubricante.

Modificación de la dureza

También puede reducirse el gripado mediante la utilización de tipos distintos de acero inoxidable, en grado de endurecimiento o en dureza (como por ejemplo, el tipo A2-C4, A4-C4 o una combinación de tornillo y tuerca A2-A4 de EN ISO 3506-1 y -2 [17]). En casos difíciles, también puede utilizarse una aleación especial de acero

Sólo deben utilizarse elementos de unión de acero inoxidable en los paneles de acero inoxidable con el fin de evitar la corrosión galvánica.



Los elementos de unión de acero inoxidable pueden ser elementos decorativos.

inoxidable con un alto endurecimiento para uno de los elementos o aplicar revestimientos duros en la superficie, como por ejemplo nitruración o un recubrimiento de cromo duro. Si se utilizan metales distintos

o revestimientos, es necesario asegurar que se obtiene la resistencia a la corrosión requerida.

15 Referencias

- [1] CUNAT, Pierre-Jean, “Stainless Steel as a Lightweight Material for the Building Envelope”, *Proceedings of the conference Stainless Steel in Structures*, Bruselas: Euro Inox, 2000; también disponible on-line en www.euro-inox.org
- [2] *Manual de diseño para acero inoxidable estructural, Tercera Edición* (Serie de construcción, Vol. 11), Luxemburgo / Londres: Euro Inox y The Steel Construction Institute, 2006
- [3] *prEN 1090 – 1 Steel and aluminium structural components. General delivery conditions*, septiembre de 2004
- [4] *prEN 1090 – 2 Execution of steel structures and aluminium structures. Technical requisites for the execution of steel structures*, abril de 2005
- [5] *ENV 1090 – 6, Execution of steel structures. Supplementary rules for stainless steel*, enero de 2000
- [6] *prEN 1991, Actions on Structures*, Part 1-6: General actions. Actions during execution
- [7] *Tables of Technical Properties* (Tablas de propiedades técnicas, series de materiales y aplicaciones, Volumen 5), Luxemburgo: Euro Inox 2004; también disponible como base de datos con posibilidad de búsqueda on-line en www.euro-inox.org
- [8] Se ofrece una demostración visual de buenas prácticas en el vídeo *Stainless Steel against Corrosion (El acero inoxidable contra la corrosión)*, disponible en Euro Inox en CD-ROM y DVD
- [9] *EN 1011-3, Welding. Recommendations for welding of metallic materials. Arc welding of stainless steel*, CEN, 2000
- [10] CUNAT, Pierre-Jean, *Welding Stainless Steel* (Materials and applications series, Volumen 3), Luxemburgo: Euro Inox 2000
- [11] *ASTM A 380, Practice for cleaning and descaling stainless steel parts, equipment and systems*, ASTM, 1994
- [12] CROOKES, Roger, Decapado y pasivado del acero inoxidable (Serie materiales y sus aplicaciones, Volumen 4), Luxemburgo: Euro Inox 2004
- [13] *Limpieza y mantenimiento de superficies arquitectónicas de acero inoxidable*, Luxemburgo: Euro Inox 2002
- [14] *BS PD 6484, Commentary on corrosion at bimetallic contacts and its alleviation*, British Standards Institute, 1980
- [15] *EN 10088-1, Stainless Steels. List of stainless steels*, CEN 2005
- [16] *EN 10088-2, Stainless Steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steel for general purposes (Aceros inoxidables, condiciones técnicas de entrega para láminas, chapas y flejes de acero resistente a la corrosión en aplicaciones generales)*, CEN 2005
- [17] *EN ISO 3506, Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners (Propiedades mecánicas de elementos de unión de acero inoxidable resistentes a la corrosión). Parte 1: Bolts, screws and studs (Pernos, tornillos y corchetes), Parte 2: Nuts (Tuercas)*, CEN, 1998

ISBN 978-2-87997-249-7