

**TOBSTEEL**



# TOBtoKnow

 **Éléments de fixation en acier inoxydable : expertise, technique, applications**

 **Elementos de unión de acero inoxidable: conocimientos, tecnología, aplicación**



**Chère lectrice, cher lecteur,**

En tant que spécialiste des éléments de fixation en acier inoxydable et en matériaux spéciaux hautement résistants à la corrosion, nous recevons quotidiennement des demandes très variées, allant de l'expertise des couples de serrage pour les assemblages vissés, à l'accompagnement dans le choix des matériaux adaptés à chaque application, jusqu'aux conseils relatifs aux certificats de conformité.

En rédigeant cette brochure, notre intention était de répondre aux questions qui nous sont le plus fréquemment posées, de lever les ambiguïtés existantes et d'expliquer les liens entre les différents éléments.

En bref, créer un manuel technique consacré aux éléments de fixation en acier inoxydable résistants à la corrosion.

À l'avenir, le secteur continuera à être confronté à des défis majeurs en raison des réglementations, des législations ainsi que des changements et des innovations en matière de normalisation. Il ne faut toutefois pas oublier les nombreuses opportunités et possibilités qui peuvent découler des nouveaux développements, des exigences de qualité et d'un service de qualité.

C'est pourquoi nous resterons votre partenaire de confiance dans le domaine des éléments de fixation en acier inoxydable, avec pour objectif constant de répondre parfaitement et de manière fiable aux souhaits de vos clients. Fidèles à notre devise : **MORE THAN STANDARD**

Nous espérons que vous trouverez toutes les informations dont vous avez besoin et nous vous souhaitons une bonne lecture de la première édition de notre brochure **TOBtoKnow**.

Cordialement,

**Julian Rauscher**

Responsable Gestion des produits et de la qualité



**Estimada lectora, estimado lector:**

Como especialistas en elementos de unión hechos de acero inoxidable y materiales especiales altamente resistentes a la corrosión, recibimos a diario las consultas más diversas, desde la determinación de los pares de apriete para uniones atornilladas, pasando por la selección correcta de materiales para las más diversas aplicaciones, hasta asesoramiento sobre certificados de conformidad.

Nuestra intención al crear este folleto ha sido responder a las preguntas más frecuentes, aclarar las dudas existentes y explicar los contextos.

En resumen, crear un manual sobre el tema de los elementos de unión fabricados con aceros inoxidables resistentes a la corrosión.

En el futuro, el sector seguirá enfrentándose a grandes retos debido a las normativas, la legislación y los cambios y novedades en materia de normalización. Sin embargo, tampoco hay que olvidar las numerosas oportunidades y posibilidades que pueden surgir gracias a los nuevos desarrollos, los requisitos de calidad y un buen servicio.

Por este motivo, seguiremos siendo su socio de confianza en materia de elementos de unión de acero inoxidable, siempre con el objetivo de satisfacer las necesidades de sus clientes a la perfección y con fiabilidad.

Fieles a nuestro lema: **MORE THAN STANDARD**

Esperamos que disfrute adquiriendo nuevos conocimientos y leyendo la primera edición de nuestro folleto **TOBtoKnow**.

Atentamente,

**Julian Rauscher**

Dirección de Gestión de Productos y Calidad

**Mentions légales** **Aviso legal**

TOBSTEEL GmbH  
Rudolf-Diesel-Straße 8  
D-74613 Öhringen

Contact pour les questions et suggestions

Contacto para preguntas y sugerencias

> [pm@tobsteel.com](mailto:pm@tobsteel.com)

# Table des matières

<b>1 Aperçu des aciers inoxydables</b>	<b>7</b>	<b>5 Marquage des éléments de fixation</b>	<b>45</b>
1.1 Influence des éléments d'alliage	8	5.1 Marquage des vis	45
1.2 Comment se protège l'acier inoxydable ?	10	5.2 Marquage des écrous	48
1.3 Que signifie V2A/V4A ?	10	5.3 Marquage des rondelles	49
1.4 Aperçu des matériaux	11	5.4 Marquage des tiges filetées	51
1.5 Comparaison des matériaux	12		
1.6 Steelkey	13	<b>6 Grippage des raccords à vis</b>	<b>52</b>
1.7 Résistance à la température	14		
		<b>7 Revêtements</b>	<b>54</b>
<b>2 Corrosion</b>	<b>15</b>	7.1 Revêtement glissant	54
2.1 Types de corrosion des éléments d'assemblage vissés	16	7.2 Revêtement à lamelles de zinc (Delta®-Seal)	54
2.2 Résistance à la corrosion	18	7.3 Noircissement chimique	55
2.3 La valeur PREN	20	7.4 Électropolissage	55
2.4 Classes de résistance à la corrosion (CRC) vs catégories de corrosivité (CX)	22	7.5 Laquage de la tête	55
2.5 Le test au brouillard salin (SSNT)	23	7.6 Décapage et passivation	56
<b>3 Le bon choix de matériaux</b>	<b>25</b>	<b>8 Frein filet</b>	<b>57</b>
3.1 Calcul des classes de résistance	26	8.1 Frein de serrage	57
3.2 Exemples de calcul	30	8.2 Frein adhésif	59
3.3 Utilisation des matériaux	31		
3.4 Choix des matériaux dans la construction en bois	32	<b>9 Frein de vis inefficace</b>	<b>60</b>
<b>4 Propriétés mécaniques</b>	<b>34</b>	<b>10 Contrôle de réception</b>	<b>61</b>
4.1 Propriétés mécaniques selon le type	34		
4.1.1 Vis et tiges filetées	34	<b>11 Couples de serrage</b>	<b>62</b>
4.1.2 Écrous	36		
4.1.3 Vis sans tête	37	<b>12 Certificats et rapports d'essai</b>	<b>63</b>
4.1.4 Vis à tôle	39		
4.1.5 Rondelles	41	<b>13 Homologations</b>	<b>68</b>
4.2 Classes de résistance acier inoxydable/acier	43		
4.2.1 Vis	43	<b>14 REACH, RoHs, matériaux conflictuels, etc.</b>	<b>70</b>
4.2.2 Écrous	43		
4.3 Écrouissage	44	<b>15 Comparaison DIN/ISO</b>	<b>72</b>
4.4 Propriétés magnétiques des aciers inoxydables	44		

# Índice de contenidos

<b>1 Resumen de aceros inoxidables</b>	<b>7</b>	<b>5 Identificación de elementos de unión</b>	<b>45</b>
1.1 Influencia de los elementos de aleación	8	5.1 Identificación de tornillos	45
1.2 ¿Cómo se repara el acero inoxidable?	10	5.2 Identificación de tuercas	48
1.3 ¿Qué significa V2A/V4A?	10	5.3 Identificación de arandelas	49
1.4 Resumen de los materiales	11	5.4 Identificación de pernos roscados	51
1.5 Comparación de los materiales	12		
1.6 Tabla de identificación de aceros	13	<b>6 Agarrotamiento de las uniones atornilladas</b>	<b>52</b>
1.7 Resistencia a la temperatura	14		
<b>2 Corrosión</b>	<b>15</b>	<b>7 Revestimientos</b>	<b>54</b>
2.1 Tipos de corrosión en uniones atornilladas	16	7.1 Revestimiento deslizante	54
2.2 Resistencia a la corrosión	18	7.2 Revestimiento de láminas de zinc (Delta®-Seal)	54
2.3 El valor PREN	20	7.3 Ennegrecimiento químico	55
2.4 Clases de resistencia a la corrosión (CRC) frente a categorías de corrosividad (CX)	22	7.4 Electropulido	55
2.5 El ensayo de niebla salina (SSNT)	23	7.5 Barnizado de la cabeza	55
		7.6 Decapado y pasivación	56
<b>3 La elección correcta del material</b>	<b>25</b>	<b>8 Fijación de roscas</b>	<b>57</b>
3.1 El cálculo de las clases de resistencia	26	8.1 Fijación por sujeción	57
3.2 Ejemplos de cálculo	30	8.2 Fijación adhesiva	59
3.3 Uso de los materiales	31	<b>9 Fijación ineficaz de los tornillos</b>	<b>60</b>
3.4 Selección de materiales para construcciones de madera	32		
<b>4 Propiedades mecánicas</b>	<b>34</b>	<b>10 Prueba de aceptación</b>	<b>61</b>
4.1 Propiedades mecánicas según el tipo	34	<b>11 Pares de apriete</b>	<b>62</b>
4.1.1 Tornillos y varillas roscadas	34	<b>12 Certificados e informes de ensayo</b>	<b>63</b>
4.1.2 Tuercas	36	<b>13 Homologaciones</b>	<b>68</b>
4.1.3 Espárragos	37	<b>14 REACH, RoHS, materiales de conflicto, etc.</b>	<b>70</b>
4.1.4 Tornillos para chapa	39	<b>15 Comparación DIN/ISO</b>	<b>72</b>
4.1.5 Arandelas	41		
4.2 Clases de resistencia del acero inoxidable/acero	43		
4.2.1 Tornillos	43		
4.2.2 Tuercas	43		
4.3 Endurecimiento por deformación en frío	44		
4.4 Propiedades magnéticas de los aceros inoxidables	44		





## 1 Aperçu des aciers inoxydables Resumen de aceros inoxidable

### Qu'est-ce que l'acier inoxydable ?

L'acier inoxydable est un terme générique désignant un nombre quasi infini d'aciers résistants à la corrosion, aux acides et à la chaleur. L'ajout des principaux éléments d'alliage tels que le chrome, le nickel et le molybdène transforme l'acier en acier inoxydable. La teneur en chrome (Cr) doit être d'au moins 10,5 % et la teneur en carbone (C) ne doit pas dépasser 1,2 %.

### ¿Qué es el acero inoxidable?

«Acero inoxidable» es un término genérico que engloba una cantidad casi infinita de aceros resistentes a la corrosión, los ácidos y el calor. Mediante la adición de elementos de aleación clave, como el cromo, el níquel y el molibdeno, el acero se convierte en acero inoxidable. El contenido de cromo (Cr) debe ser como mínimo del 10,5 % y el contenido de carbono (C) no debe superar el 1,2 %.



### 1,1 Influence des éléments d'alliage

Les différents **éléments d'alliage** ajoutés, par exemple **le nickel (Ni), le molybdène (Mo), le soufre (S), le manganèse (Mn), titane (Ti)** etc., augmentent la **résistance à la corrosion** ou améliorent les **performances mécaniques** (dureté, limite d'élasticité, résistance à la traction, etc.) de l'acier. Certains se prêtent mieux au durcissement, d'autres à la déformation ou au soudage.

L'augmentation de la teneur en chrome (plus de 10,5 %) entraîne la formation d'une couche passive mince, dense et adhérente d'oxyde de chrome. Une teneur plus élevée en **chrome** et l'ajout de **nickel** et de **molybdène** rendent la couche passive plus compacte et augmentent considérablement la **résistance à la corrosion** dans les milieux aqueux ainsi que la résistance aux acides.

Les effets des principaux éléments d'alliage selon la norme ISO 3506 sont indiqués ci-dessous :

### Influencia de los elementos de aleación

Los distintos **elementos de aleación** que se añaden, como, por ejemplo, **níquel (Ni), molibdeno (Mo), azufre (S), manganeso (Mn), titanio (Ti)**, etc., aumentan la **resistencia a la corrosión** o mejoran el **rendimiento mecánico** (dureza, límite elástico, resistencia a la tracción, etc.) del acero. Algunos tipos se endurecen mejor, otros se deforman o sueldan mejor.

Al aumentar el contenido de cromo (más del 10,5 %), se forma una capa pasiva fina, densa y adherente de óxido de cromo. Con un mayor **contenido de cromo** y la adición de **níquel** y **molibdeno**, la capa pasiva se vuelve más compacta y la **resistencia a la corrosión** en medios acuosos, así como la resistencia en ácidos, aumentan considerablemente.

A continuación se indican los efectos de los elementos de aleación más importantes según la norma ISO 3506:

#### Cr

##### Chrome

En tant qu'élément d'alliage principal, le chrome est responsable de la résistance à la corrosion des aciers inoxydables. Par définition, les aciers inoxydables sont donc ceux qui contiennent au moins 10,5 % massique de chrome.

##### Cromo

El cromo, como elemento principal de la aleación, es responsable de la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable. Por lo tanto, por definición, los aceros inoxidable son aquellos que contienen al menos un 10,5 % en masa de cromo.

#### Mo

##### Molybdène

Après le chrome, le molybdène est l'élément d'alliage le plus important pour la résistance à la corrosion des aciers inoxydables. Le molybdène augmente la résistance des aciers inoxydables à la corrosion superficielle générale, en particulier dans les acides non oxydants tels que l'acide sulfurique, l'acide formique, etc.

Dans les milieux chlorurés, le molybdène augmente la résistance à la corrosion par piqûres et fissures.

Le molybdène améliore à la fois la résistance à la corrosion sous contrainte et augmente la résistance à la chaleur. Parmi les nombreux exemples d'aciers inoxydables alliés au molybdène, on peut citer les matériaux 1.4404, 1.4571, 1.4462, 1.4529 et 1.4562.

##### Molibdeno

Después del cromo, el molibdeno es el elemento de aleación más importante para la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable. Especialmente en ácidos no oxidantes, como el ácido sulfúrico, el ácido fórmico, etc., el molibdeno aumenta la resistencia de los aceros inoxidable a la corrosión superficial general.

En medios que contienen cloruro, el molibdeno aumenta la resistencia a la corrosión por picaduras y por fisuras.

El molibdeno mejora al mismo tiempo la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y aumenta la resistencia al calor. Entre los numerosos ejemplos de aceros inoxidable aleados con molibdeno se encuentran los materiales 1.4404, 1.4571, 1.4462, 1.4529 y 1.4562.

**Ni****Nickel**

Avec le chrome et le molybdène, le nickel est l'élément d'alliage le plus important pour les aciers inoxydables austénitiques. Le nickel est un élément austénitique qui élargit la plage d'état de l'austénite en fonction de la teneur en alliage.

La teneur en nickel des aciers inoxydables austénitiques se situe entre 8 et 26 %, celle des aciers inoxydables duplex entre 2 et 7 % et celle des aciers ferritiques généralement à 2 % maximum.

**Níquel**

El níquel es, junto con el cromo y el molibdeno, el elemento de aleación más importante para los aceros inoxidable austeníticos. El níquel es un formador de austenita y amplía el rango de estabilidad de la austenita en función del contenido de aleación.

En los aceros inoxidable austeníticos, el contenido de níquel oscila entre el 8 % y el 26 %; en el acero inoxidable dúplex suele estar entre el 2 % y el 7 %; y en los tipos ferríticos suele ser como máximo del 2 %.

**S****Soufre**

Pour la plupart des matériaux inoxydables, la résistance à la corrosion est primordiale. Conformément à la norme, leur teneur en soufre est donc limitée à 0,015 % ou même 0,010 % maximum. La technologie moderne des aciéries permet en outre, dans de nombreux cas, une réduction supplémentaire à des valeurs typiques inférieures à 0,005 %.

**Azufre**

En la mayoría de los tipos de acero inoxidable, la resistencia a la corrosión es lo más importante, por lo que el contenido de azufre está limitado por la norma a un máximo del 0,015 % o incluso del 0,010 %. Además, la moderna tecnología siderúrgica permite en muchos casos una reducción adicional hasta valores típicos inferiores al 0,005 %.

**Mn****Manganèse**

Tout comme le nickel, le manganèse est un élément austénisant et est ajouté aux aciers standard dans une proportion pouvant atteindre 2 %. Dans les aciers austénitiques au chrome-nickel, le manganèse rend difficile la transformation de l'austénite en martensite lors du formage ou de la sollicitation à basse température.

Le manganèse n'a aucune influence notable sur la résistance à la corrosion. En combinaison avec le soufre, il se forme des sulfures de manganèse qui réduisent considérablement la résistance du matériau à la corrosion par piqûres.

**Manganeso**

Al igual que el níquel, el manganeso es un formador de austenita y se añade a los aceros estándar en una proporción de hasta el 2 %. El manganeso dificulta la transformación de la austenita en martensita en los aceros austeníticos al cromo-níquel sometidos a deformación o a bajas temperaturas.

El manganeso no tiene ninguna influencia apreciable en la resistencia a la corrosión. En combinación con el azufre se forman sulfuros de manganeso, que reducen considerablemente la resistencia del material a la corrosión por picaduras.

**Ti****Titane**

Les aciers inoxydables à haute teneur en carbone ont tendance à former des carbures de chrome, principalement le long des joints de grains. Cette sensibilisation survient principalement après le soudage ou après un formage à haute température et entraîne une corrosion intergranulaire en raison des zones appauvries en chrome.

Le titane présente une plus grande tendance à la formation de carbure que le chrome et réagit de préférence avec le carbone pour former du carbure de titane et avec l'azote pour former du carbonitride de titane, de sorte qu'il n'y a pas d'appauvrissement en chrome dans les aciers inoxydables alliés au titane (stabilisés) et qu'une couche d'oxyde stable et uniforme est maintenue.

**Titanio**

Los aceros inoxidable con alto contenido de carbono tienden a formar carburos de cromo, principalmente a lo largo de los límites de grano. Esta denominada «sensibilización» se produce principalmente después de la soldadura o tras un conformado a alta temperatura y provoca corrosión intergranular debido a las zonas empobrecidas en cromo.

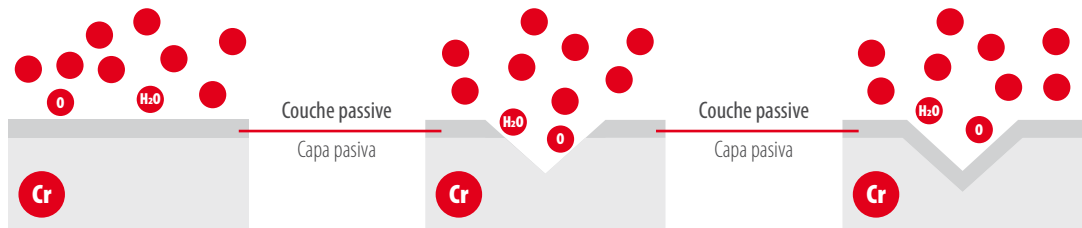
El titanio muestra una mayor tendencia a la formación de carburos que el cromo y reacciona preferentemente con el carbono para formar carburo de titanio y con el nitrógeno para formar carbonitruro de titanio, de modo que no se produce un empobrecimiento de cromo en los aceros inoxidable aleados con titanio (estabilizados) y se mantiene una capa de óxido uniforme y estable.

1 Aperçu des aciers inoxydables Resumen de aceros inoxidables

1.2 Comment se protège l'acier inoxydable ?

En raison de la teneur en chrome de l'alliage, une **couche passive** se forme à la surface. En cas d'endommagement de la surface en acier inoxydable, cette couche transparente de quelques atomes d'épaisseur seulement **se reforme spontanément sous l'influence de l'oxygène ou de l'eau**.

La **formation d'une couche passive** explique pourquoi l'acier inoxydable ne nécessite **aucune** protection supplémentaire contre la corrosion et peut rester comme neuf même après plusieurs décennies.



¿Cómo se repara el acero inoxidable?

Debido al contenido de aleación de cromo, se forma en la superficie una denominada **capa pasiva**. Cuando la superficie de acero inoxidable se daña, se forma una capa transparente de solo unas pocas capas atómicas de espesor **que se regenera espontáneamente bajo la influencia del oxígeno o el agua**.

La **formación de una capa pasiva** es la razón por la que el acero inoxidable **no necesita** protección adicional contra la corrosión y puede seguir estando como nuevo incluso después de décadas.

1.3 Que signifie V2A/V4A ?

En combinant le nickel et le chrome avec un traitement thermique précisément dosé, on a obtenu pour la première fois en 1912 une résistance optimale à la corrosion tout en conservant de bonnes propriétés mécaniques. Les désignations V2A, formées à l'époque à partir de V pour « Versuch » (essai) et A pour « Austenit » (austénite), désignaient l'acier CrNi, tandis que V4A désignait l'acier CrNiMo.

Ces désignations continuent d'être utilisées comme synonymes d'acier inoxydable, bien qu'elles aient été remplacées par des désignations normalisées telles que A2, A4, D6, etc.

¿Qué significa V2A/V4A?

Mediante la combinación de níquel y cromo, junto con un tratamiento térmico dosificado con precisión, en 1912 se logró por primera vez una resistencia óptima a la corrosión y, al mismo tiempo, buenas propiedades mecánicas. La denominación «V2A», formada por V de «Versuch» («ensayo» en alemán) y A de «Austenit» («austenita» en alemán), se refería al acero CrNi, mientras que «V4A» se refería al acero CrNiMo.

Se siguen utilizando como sinónimos de acero inoxidable, aunque han sido sustituidos por denominaciones normalizadas como A2, A4, D6, etc.



**Números de matériaux courants**

**Números de material habituales**



C1	1.4006
A2	1.4301 / 1.4567
A4	1.4401 / 1.4404 / 1.4578
A5	1.4571
A8	1.4529
D6	1.4462
D8	1.4410

## 1.4 Aperçu des matériaux

## Resúmen de los materiales

Groupe Grupo	Type Tipo	Numéro de matériau N.º de material	Abréviation Abreviatura	Propriétés	Propiedades
Austénitique Austenítico	A1	1.4305 1.4300	X8 CrNiS 18-9 X10 CrNiS 18 9	Résistance à la corrosion modérée et résistance insuffisante aux acides, soudabilité insuffisante	Resistencia moderada a la corrosión e insuficiente resistencia a los ácidos, soldabilidad insuficiente
	A2	1.4301 (V2A) 1.4303 1.4306 1.4307 1.4310 1.4316 1.4318 1.4567	X5 CrNi 18-10 X4 CrNi 18-12 X2 CrNi 19-11 X2 CrNi 18-9 X10 CrNi 18-8 X1 CrNi 19-9 X2 CrNiN 18-7 X3CrNiCu18-9-4	Bonne résistance à la corrosion, résistance aux acides suffisante, mais soudabilité	Buena resistencia a la corrosión, resistencia a los ácidos solo suficiente, pero soldabilidad
	A4	1.4401 1.4404 1.4435 1.4578	X5 CrNiMo 17-12-2 X2 CrNiMo 17-12-2 X2 CrNiMo 18-14-3 X3CrNiCuMo17-11-3-2	Très haute résistance à la corrosion, très haute résistance aux acides, bonne soudabilité	Muy alta resistencia a la corrosión, muy alta resistencia a los ácidos, buena soldabilidad
	A5	1.4571	X6 CrNiMoTi17-12-2	Très haute résistance à la corrosion, très haute résistance aux acides, bonne soudabilité	Muy alta resistencia a la corrosión, muy alta resistencia a los ácidos, buena soldabilidad
	A8	1.4478 1.4529 1.4547	X2 NiCrMoN 25-21-7 X1 NiCrMoCuN 25-20-7 X1 CrNiMoCuN 20-18-7	Acier super austénitique, très haute résistance à la corrosion, très haute résistance aux acides, bonne soudabilité  Grâce à sa teneur élevée en molybdène, ce type d'acier offre également une bonne résistance à la corrosion sous contrainte et à la corrosion par piqûres.	Acero superaustenítico, muy alta resistencia a la corrosión, muy alta resistencia a los ácidos, buena soldabilidad  Gracias a su alto contenido de molibdeno, este tipo de acero ofrece además una buena resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y a la corrosión por picaduras.
Duplex Dúplex (austénitique- ferritique) (austenítico- ferrítico)	D6	1.4462 1.4481	X2CrNiMoN22-5-3 X2CrNiMoN25-7-3	Très haute résistance à la corrosion, très haute résistance aux acides, bonne soudabilité  Cet acier duplex se caractérise également par une résistance et une limite d'élasticité élevées, supérieures d'environ 150 % à celles des aciers austénitiques purs comparables.	Muy alta resistencia a la corrosión, muy alta resistencia a los ácidos, buena soldabilidad  Este acero dúplex también se caracteriza por su alta resistencia y límite de cedencia, que es aproximadamente un 150 % superior al de los aceros austeníticos puros comparables.
	D8	1.4410 1.4501 1.4507	X2CrNiMoN25-7-4 X2CrNiMoWCuWN25-7-4 X2CrNiMoCuN25-6-3	Excellentes propriétés anticorrosion et haute résistance  Ce matériau se caractérise par une excellente résistance à la corrosion par piqûres et à la corrosion fissurante dans les milieux chlorurés et dans l'eau de mer. De plus, ce type d'acier résiste à la corrosion intercrystalline, tant à l'état brut qu'après soudage.	Excelentes propiedades anticorrosivas y alta resistencia  Este material se caracteriza por su excelente resistencia a la corrosión por picaduras y fisuras en medios que contienen cloruros y en agua de mar. Además, este tipo de acero es resistente a la corrosión intergranular, tanto en el estado de suministro como después de la soldadura.
Martensitique Martensítico	C1	1.4005 1.4006 1.4021	X12 CrS 13 X12 Cr 13 X20 Cr 13	Résistance moyenne à la corrosion, résistance insuffisante aux acides et soudabilité insuffisante	Resistencia media a la corrosión, insuficiente resistencia a los ácidos y soldabilidad
	C3	1.4057 1.4722	X17 CrNi 16-2 X39 CrMo 17-1	Résistance moyenne à la corrosion, résistance insuffisante aux acides et soudabilité insuffisante	Resistencia media a la corrosión, insuficiente resistencia a los ácidos y soldabilidad
	C4	1.4104	X14 CrMo S17	Résistance moyenne à la corrosion, résistance insuffisante aux acides et soudabilité insuffisante	Resistencia media a la corrosión, insuficiente resistencia a los ácidos y soldabilidad
Ferritique Ferrítico	F1	1.4016	X6Cr17	Haute résistance à la corrosion, mauvaise soudabilité	Alta resistencia a la corrosión, mala soldabilidad

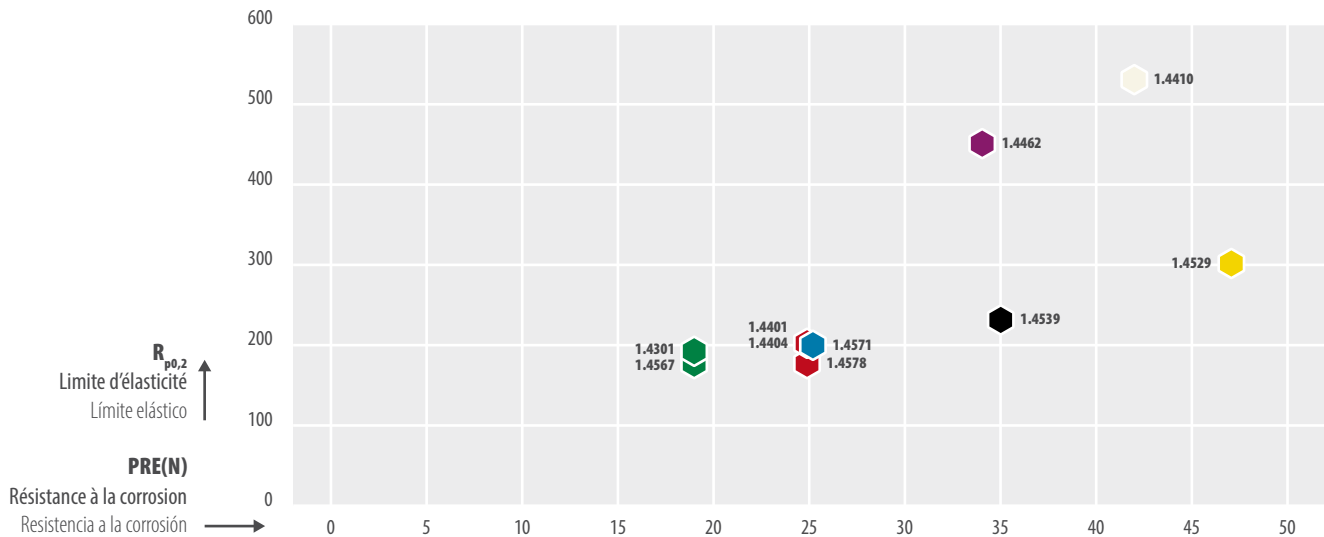
1 Aperçu des aciers inoxydables Resumen de aceros inoxidable

1.5 Comparaison des matériaux

Le tableau suivant présente les matériaux les plus courants utilisés pour les éléments de fixation en termes de résistance initiale (limites d'élasticité) et de valeurs PREN (voir section 2.3).

Comparación de los materiales

En la siguiente tabla se muestran los materiales más habituales para elementos de unión en cuanto a sus resistencias iniciales (límites elásticos) y valores PREN (véase el apartado 2.3).



Informations sur les matériaux conformément à la norme DIN EN 10088-3

Información sobre materiales según DIN EN 10088-3

Numéro de matériau N.º de material	Type Tipo	CRC	Limite d'élasticité Limite elástico R <sub>p0,2</sub> [MPa]	Résistance à la traction Resistencia a la tracción min. R <sub>m</sub> [MPa]	Résistance à la traction Resistencia a la tracción max. R <sub>m</sub> [MPa]	PRE(N)
1.4301	A2	II	190	500	700	19
1.4567	A2	II	175	450	650	19
1.4401	A4	III	200	500	700	25
1.4404	A4	III	200	500	700	25
1.4578	A4	III	175	450	650	25
1.4571	A5	III	200	500	700	25
1.4539	–	IV	230	530	730	35
1.4529	A8	V	300	650	850	47
1.4462	D6	IV	450	650	880	34
1.4410	D8	V	530	730	930	42

## 1 Aperçu des aciers inoxydables Resumen de aceros inoxidable

## 1.6 Steelkey

Les pays germanophones et européens utilisent les numéros de matériaux selon la norme DIN EN 10088-1 pour la communication. Bien que la composition chimique soit souvent identique, d'autres désignations de matériaux sont utilisées à l'échelle internationale selon les normes régionales. Vous trouverez ci-dessous un comparatif des matériaux les plus pertinents et leurs désignations selon les normes internationales.

## Tabla de identificación de aceros

En los países de habla alemana y en Europa se utilizan los números de material según la norma DIN EN 10088-1 para la comunicación. Aunque la composición química suele ser idéntica, a nivel internacional se utilizan otras denominaciones de materiales según las normas regionales. A continuación se muestra una comparación de los materiales más relevantes y sus denominaciones según las normas internacionales.

Numéro de matériau N.º de material	Abréviation Abreviatura	AISI <sup>1</sup> /ASTM <sup>2</sup>	UNS <sup>3</sup>	BS <sup>4</sup>	AFNOR <sup>5</sup>	UNE <sup>6</sup>	SS <sup>7</sup>	Alliage Aleación
1.4006	X 12 Cr 13	410	S 41000	410 S 21	Z 10 C 13	F.3401	2302	–
1.4016	X 6 Cr 17	430	S 43000	430 S 17	Z 8 C 17	F.3113	2320	–
1.4301	X 5 CrNi 18-10	304	S 30400	304 S 15	Z 6 CN 18.09	F.3501	2332	–
1.4303	X 4 CrNi 18-12	305	S 30500	305 p. 17/19	Z 5 CN 18-11FF	F.3513	2332	–
1.4305	X 8 CrNi S 18-9	303	S 30300	304 S 31	Z 8 CNF 18.09	F.3508	2346	–
1.4306	X 2 CrNi 19-11	304 L	S 30403	304 S 11	Z 2 CN 18.10	F.3503	2352	–
1.4307	X 2 CrNi 18-9	304 L	S 30404	304 S 11	Z 3 CN 19.09	–	2352	–
1.4310	X 10 CrNi 18-8	301	S 30100	301 S 22	Z 12 CN 18.08	F.3517	2331	–
1.4362	X 2 CrNiN 23-4	2304	S32304	–	Z 2CN23 04AZ	–	–	–
1.4401	X 5 CrNiMo 17-12-2	316	S 31600	316 S 22	Z 7 CND 17.02.02	F.3534	2347	–
1.4404	X 2 CrNiMo 17-12-2	316 L	S 31603	316 S 11	Z 3 CND 18.14.03	F.3533	2353	–
1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	F53 (A182/A479)	S32750	–	Z 3 CND 25.07 AZ	–	2328	Alliage Aleación 2507
1.4439	X 2 CrNiMoN 17-13-5	317 LMN	S 31726	904 S 13	Z 1 NCDU 25.20	–	2562	Alliage Aleación 317 LN
1.4462	X 2 CrNiMoN 22-5-3	318 LN	S 31803	318 S 13	Z 5 CNDU 21.08	–	2377	Alliage Aleación 2205
1.4529	X 1 NiCrMoCuN 25-20-7	–	N 08926	–	–	–	–	Alliage Aleación 926
1.4539	X 1 NiCrMoCu 25-20-5	904 L	N 08904	904 S 13	–	–	2562	Alliage Aleación 904 L
1.4541	X 6 CrNiTi 18-10	321	S 32100	321 S 31	Z 6 CNT 18.10	F.332	2337	–
1.4565	X 2 CrNiMnMoN 25-18-6-5	304 Cu	S 34565	–	–	–	–	Alliage Aleación 24
1.4567	X 3 CrNiCu 18-9-4	304	S 304430	394 S 17	Z 3CNU 18.10 FF	–	–	–
1.4571	X 6 CrNiMoTi 17-12-2	316 Ti	S 31635	320 S 31	Z 6 CNDT 17.12	F.3535	2350	–
1.4578	X 3 CrNiCuMo 17-11-3-2	316 Cu	–	396 S 17	Z 4 CNUD 17.11.03 FF	–	–	–
1.4828	X15CrNiSi20-12	309	S30900	–	–	–	–	–
1.4841	X15CrNiSi25-21	314	S31400	314 S 25	Z 15 CNS 25-20	–	–	–

<sup>1</sup>AISI = American Iron and Steel Institute | <sup>2</sup>ASTM = American Society for Testing and Materials | <sup>3</sup>UNS = Unified Numbering System | <sup>4</sup>BS = British Standards  
<sup>5</sup>AFNOR = Association française de normalisation | <sup>6</sup>UNE = normes espagnoles | <sup>7</sup>SS = normes suédoises

## 1 Aperçu des aciers inoxydables Resúmen de aceros inoxidables

## 1.7 Résistance à la température

Les propriétés mécaniques d'un matériau dépendent de la température et sont généralement testées à température ambiante. Plus la température sur le lieu d'utilisation s'écarte de cette « température ambiante », plus les propriétés mécaniques changent.

En fonction de l'application, il existe des aciers spéciaux et des alliages de nickel destinés à être utilisés à des températures élevées et/ou basses, conformément à la norme EN 10269.

Le tableau suivant indique la variation en pourcentage de la limite d'élasticité lors de l'utilisation des matériaux à des températures élevées.

## Resistencia a la temperatura

Las propiedades mecánicas de un material dependen de la temperatura del entorno y, por lo general, se comprueban a temperatura ambiente. Cuanto más se desvía la temperatura del entorno en el lugar de uso de la «temperatura ambiente», más cambian las propiedades mecánicas.

Dependiendo de la aplicación, existen aceros y aleaciones de níquel especiales para su uso a temperaturas elevadas y/o bajas, de conformidad con la norma EN 10269.

En la siguiente tabla se muestra el cambio porcentual del límite elástico cuando se utilizan los materiales a temperaturas elevadas.

## Température

$R_{pf}$  à température élevée, en % de la valeur à température ambiante (uniquement classes de résistance 70 et 80<sup>1,2</sup>)

Type d'acier inoxydable Tipo de acero inoxidable	+100 °C	+200 °C	+300 °C	+400 °C
<b>A2 A3 A4 A5 A8</b>	85	80	75	70
<b>C1</b>	95	90	80	65
<b>C3</b>	90	85	80	60
<b>D2 D4 D6 D8</b>	85	75	3	3

<sup>1</sup>Aucune donnée n'est actuellement disponible pour la classe de résistance 100.

<sup>2</sup>Pour les types d'acier inoxydable austénitiques et la classe de résistance 50, il convient de consulter le fabricant des éléments de fixation ; toutefois, une valeur estimée sur la base de la norme EN 10269 [15] peut être utilisée pour les matériaux à l'état recuit (+AT).

<sup>3</sup>Pour les aciers duplex inoxydables, une sollicitation à des températures supérieures à +250 °C n'est pas recommandée en raison du risque de fragilisation à 475 °C (phase  $\alpha$  + phase  $\alpha'$ ). Pour des températures comprises entre 250 °C et 315 °C inclus, il est conseillé de faire appel à un métallurgiste expérimenté pour les éléments de fixation (voir également ISO 3506-5 et ISO 3506-6).

## Temperatura

$R_{pf}$  a temperatura elevada, en % del valor a temperatura ambiente (excepto clases de resistencia 70 y 80<sup>1,2</sup>)

<sup>1</sup> Actualmente no hay datos disponibles para la clase de resistencia 100.

<sup>2</sup> En el caso de los aceros inoxidables austeníticos y la clase de resistencia 50, se debe consultar al fabricante de los elementos de unión; sin embargo, es posible obtener un valor estimado basado en la norma EN 10269 [15] para materiales recocidos en solución (+AT).

<sup>3</sup> En el caso de los aceros dúplex inoxidables, no se recomienda someterlos a temperaturas superiores a +250 °C debido a la posibilidad de que se produzca una fragilización a 475 °C (fase  $\alpha$  + fase  $\alpha'$ ). Para temperaturas de entre 250 °C y 315 °C, se recomienda consultar a un metalúrgico con experiencia en elementos de unión (véanse también las normas ISO 3506-5 e ISO 3506-6).

## Utilisation à basses températures

Les vis en acier inoxydable austénitique peuvent être utilisées à des températures basses allant jusqu'à -196 °C.

Cependant, la ductilité des vis à tête peut être réduite si elles contiennent du molybdène comme élément d'alliage et sont utilisées à des températures inférieures à -60 °C. Dans ce cas, il est recommandé de faire appel à un métallurgiste expérimenté dans le domaine des éléments de fixation.

Les aciers duplex austénitiques-ferritiques inoxydables peuvent être utilisés à des températures inférieures à 0 °C. Pour les températures inférieures à -40 °C, il est conseillé de faire appel à un métallurgiste expérimenté pour les éléments de fixation.

## Aplicación a bajas temperaturas

Los tornillos de acero inoxidable austenítico pueden utilizarse a temperaturas bajas de hasta -196 °C.

Sin embargo, la ductilidad de los tornillos con cabeza puede verse reducida si contienen molibdeno como elemento de aleación y se utilizan a temperaturas inferiores a -60 °C. En este caso, se recomienda consultar a un metalúrgico con experiencia en elementos de unión.

Los aceros dúplex austeníticos-ferríticos inoxidables pueden utilizarse a temperaturas inferiores a 0 °C. Para temperaturas inferiores a -40 °C, es recomendable consultar a un metalúrgico con experiencia en elementos de unión.



## 2 Corrosion Corrosión

### Qu'est-ce que la corrosion pour l'acier inoxydable ?

La corrosion (**rouille**) se forme sur les surfaces en acier inoxydable lorsqu'elles sont exposées à des conditions agressives et que la teneur en chrome est insuffisante pour créer et maintenir la couche d'oxyde nécessaire. L'acier inoxydable peut donc rouiller si les exigences auxquelles il doit répondre sont trop élevées.

L'**acier inoxydable** est l'un des métaux les plus résistants, et ses propriétés mécaniques lui confèrent une **extrême résistance à la corrosion**. Néanmoins, l'apparition de corrosion n'est pas exclue.

Les aciers inoxydables doivent contenir au moins 10,5 % de chrome (Cr) et résistent aux agents oxydants. L'augmentation de la teneur en chrome et, le cas échéant, d'autres composants d'alliage tels que le nickel (Ni), le molybdène (Mo), le titane (Ti) ou le niobium (Nb) améliorent la résistance à la corrosion. Ces additifs influencent également les propriétés mécaniques. L'apparition de corrosion n'est souvent pas due à un défaut du matériau, mais à un mauvais choix de matériau.

### ¿Qué es la corrosión en el acero inoxidable?

La corrosión (**óxido**) se forma en las superficies de acero inoxidable cuando estas se exponen a condiciones agresivas y no hay suficiente cromo para crear y mantener la capa de óxido necesaria. Por lo tanto, el acero inoxidable puede oxidarse si las exigencias a las que se ve sometido son demasiado elevadas.

El **acero inoxidable** es uno de los metales más resistentes y sus propiedades mecánicas le permiten ser **extremadamente resistente a la corrosión**. No obstante, no se puede descartar la aparición de corrosión.

Los aceros inoxidable deben contener al menos un 10,5 % de cromo (Cr) y son resistentes a los agentes oxidantes. El aumento del contenido de cromo y, en su caso, de otros componentes de la aleación, como níquel (Ni), molibdeno (Mo), titanio (Ti) o niobio (Nb), mejora la resistencia a la corrosión. Estos aditivos también influyen en las propiedades mecánicas. La aparición de corrosión no suele deberse a un material defectuoso, sino a una selección incorrecta del material.

## 2 Corrosion Corrosión

## 2.1 Types de corrosion pour les raccords à vis

**Rouille externe**

Les particules adhérentes d'un acier moins allié peuvent commencer à rouiller lorsqu'elles adhèrent à la vis en acier inoxydable. Cela peut endommager la couche passive et entraîner une corrosion par piqûres.

La rouille hétérogène est causée par :

- > Utilisation d'outils qui ont été utilisés auparavant sur de l'acier normal.
- > Projection d'étincelles lors de l'utilisation d'une meuleuse d'angle ou lors de travaux de soudage.
- > Contact d'objets rouillés avec des surfaces en acier inoxydable.
- > Écoulement d'eau rouillée sur des surfaces en acier inoxydable.

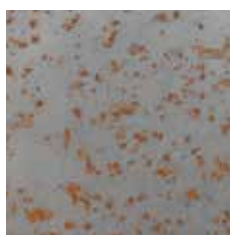
## Tipos de corrosión en uniones atornilladas

**Óxido externo**

Las partículas adheridas de un acero de baja aleación pueden empezar a oxidarse mientras permanecen adheridas al tornillo de acero inoxidable. Esto puede provocar que se rompa la capa pasiva y producir corrosión por picaduras.

El óxido externo se produce por:

- > Uso de herramientas que se han utilizado previamente con acero normal.
- > Chispas al utilizar una amoladora angular o al realizar trabajos de soldadura.
- > Contacto de objetos oxidados con superficies de acero inoxidable.
- > El goteo de agua con óxido sobre superficies de acero inoxidable.

**Corrosion de surface**

Généralement, quand on parle de rouille, on parle en fait de la corrosion superficielle. Il s'agit ici d'une attaque et d'un enlèvement réguliers de la surface. Ce type de corrosion peut être totalement évité en choisissant les bons matériaux.

**Corrosión superficial**

Cuando se habla de óxido en general, se entiende en realidad la corrosión superficial. Se trata de un ataque y una abrasión uniformes de la superficie. Este tipo de corrosión puede evitarse por completo seleccionando los materiales adecuados.

**Corrosion par fissures**

Comme son nom l'indique, la corrosion par fissures se produit dans les interstices et les fissures étroites lorsque la couche passive de l'acier inoxydable est détruite et que l'oxygène nécessaire à la formation de la couche passive ne peut pas accéder à la surface. Dans le cas des raccords à vis, ce type de corrosion peut apparaître sous les têtes de vis ou les surfaces de contact des rondelles.

**Corrosión por fisuras**

Como su nombre indica, la corrosión por fisuras se produce en hendiduras y grietas estrechas cuando se destruye la capa pasiva del acero inoxidable y el oxígeno necesario para formar la capa pasiva no puede acceder a la superficie. En las uniones atornilladas, este tipo de corrosión puede producirse debajo de las cabezas de los tornillos o en las superficies de contacto de las arandelas.

**Corrosion par piqûres**

Avec ce type de corrosion, la couche passive est seulement détruite à certains endroits spécifiques. De petits creux, voire des trous apparaissent sur le matériau.

La corrosion par piqûres peut notamment apparaître dans le domaine des eaux usées, car on y trouve souvent de nombreux ions chlorure qui attaquent la surface.

**Corrosión por picaduras**

En este tipo de corrosión, la capa pasiva solo se destruye en puntos específicos. Se forman pequeños hoyuelos en el material, o incluso agujeros.

La corrosión por picaduras puede aparecer especialmente en el ámbito de las aguas residuales, donde suelen encontrarse muchos iones cloruro que atacan la superficie.

**Corrosion inter cristalline**

Ce type de corrosion apparaît lorsque des carbures de chrome se déposent sous une forme critique au niveau des joints de grains. Il en résulte un appauvrissement en chrome dans l'environnement, ce qui entraîne la perte de l'effet passivant. En réduisant la teneur en chrome ou en ajoutant du titane ou du niobium, il est possible d'éviter la corrosion inter cristalline.

**Corrosión intergranular**

Este tipo de corrosión se produce cuando se precipitan carburos de cromo de forma crítica en los límites de grano. Esto provoca un empobrecimiento del cromo en el entorno, lo que hace que se pierda el efecto pasivante.

La corrosión intergranular puede evitarse reduciendo el contenido de cromo o añadiendo titanio o niobio.

**Corrosion sous contrainte**

En règle générale, la corrosion sous contrainte survient sur les composants utilisés dans un environnement industriel soumis à de fortes contraintes mécaniques de traction et de flexion.

Les aciers austénitiques sont particulièrement sensibles à la corrosion sous contrainte dans une atmosphère chlorée. L'influence de la température est ici considérable. La température critique est de 50 °C.

**Agrietamiento por corrosión bajo tensión**

Por lo general, el agrietamiento por corrosión bajo tensión se produce en componentes utilizados en entornos industriales sometidos a fuertes tensiones mecánicas de tracción y flexión.

Los aceros austeníticos son especialmente sensibles al agrietamiento por corrosión bajo tensión en atmósferas cloradas. La influencia de la temperatura es considerable en este caso. La temperatura crítica es de 50 °C.



**Corrosion bimétallique (corrosion par contact)**

La corrosion bimétallique est très fréquente. Elle se forme lorsque l'acier inoxydable est en contact avec d'autres matériaux métalliques. Le matériau moins noble (anode) est attaqué, tandis que le matériau plus noble (cathode) est protégé contre toute attaque corrosive éventuelle.

**Exemple :** en fonction du rapport de surface, la corrosion peut parfois apparaître lors de l'assemblage par vissage d'acier inoxydable et d'acier galvanisé, même avec des éléments de fixation en acier inoxydable.

Lorsque l'acier inoxydable est associé à de l'acier inoxydable, la corrosion par contact est minimale, voire inexistante.

**Corrosión bimetalica (corrosión por contacto)**

La corrosión bimetalica es muy frecuente. Esto ocurre cuando el acero inoxidable entra en contacto con otros materiales metálicos. Se produce un ataque al material menos noble (ánodo), mientras que el material más noble (cátodo) queda protegido incluso frente a un posible ataque corrosivo.

**Ejemplo:** Dependiendo de la relación de superficie, al atornillar acero inoxidable con acero galvanizado, en ocasiones también puede producirse corrosión en los elementos de unión de acero inoxidable.

Cuando se combina acero inoxidable con acero inoxidable, la corrosión por contacto es mínima o inexistente.

Le tableau suivant indique la probabilité d'apparition d'une corrosion par contact pour différents couples métalliques en fonction du rapport de surface.

En la siguiente tabla se muestra la probabilidad de que se produzca corrosión por contacto en diferentes combinaciones de metales en función de la relación de superficie.

**Corrosion par contact entre deux métaux différents**

- = corrosion légère ou inexistante
- = corrosion modérée (dans une atmosphère très humide)
- = forte corrosion

**Corrosión por contacto en combinaciones de metales**

- = corrosión leve o nula
- = corrosión moderada (en atmósfera muy húmeda)
- = corrosión grave

Matériau considéré en termes de corrosion par contact Material considerado en relación con la corrosión por contacto	Rapport de surface Relación de superficie	Alliage de magnésium Aleación de magnesio													
		Zinc Zinc	Acier galvanisé à chaud Acero galvanizado en caliente	Alliage d'aluminium Aleación de aluminio	Revêtement en cadmium Recubrimiento de cadmio	Acier de construction Acero estructural	Acier faiblement allié Acero de baja aleación	Acier moulé Acero fundido	Acier chromé Acero cromado	Plomb Plomo	Étain Estaño	Cuivre Cobre	Acier inoxydable Acero inoxidable		
Alliage de magnésium Aleación de magnesio	Small	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	
	Small	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	
Zinc Zinc	S	●●	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Acier galvanisé à chaud Acero galvanizado en caliente	S	●●	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Alliage d'aluminium Aleación de aluminio	S	●●	●	●	●	●	●	—	●●●	—	●●●	—	●●●		
	L	●	●●	●●	●	●	●	●	●●	●●	●●●	●●●	●●		
Revêtement en cadmium Recubrimiento de cadmio	S	●●	●	●	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		
	L	●	●	●●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Acier de construction Acero estructural	S	●	●	●	●	●	●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Acier faiblement allié Acero de baja aleación	S	●	●	●	●	●	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Acier moulé Acero fundido	S	●	●	●	●	●	●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	—		
Acier chromé Acero cromado	S	●	●	●	●	●	●	●	—	●●	●●	●●●	●●●		
	L	●	●	●	●	●	●	●	—	●	●	—	●		
Plomb Plomo	S	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	—		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●●	●	●	—	●		
Étain Estaño	S	●	●	●	●	●	●	●	—	●	●	—	—		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●●	●	—	—		
Cuivre Cobre	S	●	●	●	●	●	●	●	—	●●	●●	●●●	—		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	●●	●		
Acier inoxydable Acero inoxidable	S	●	●	●	●	●	—	●	●	—	●	●	—		
	L	●	●	●	●	●	●	●	●	●●	●●	●●	—		

**2.2 Résistance à la corrosion**

L'acier inoxydable est disponible dans de nombreuses variantes avec des propriétés différentes. En fonction des matériaux utilisés et de la composition des alliages, les aciers inoxydables possèdent une grande variété de propriétés. Alors que certains se distinguent par leur grande résistance mécanique ou leur bonne résistance à la chaleur, d'autres sont très résistants à la corrosion. Afin de faciliter le classement des aciers inoxydables en fonction de leur résistance à la corrosion et de choisir les matériaux appropriés, des **classes de résistance à la corrosion (CRC)** ont été définies pour la construction d'ouvrages en acier.

Il existe au total cinq classes différentes de résistance à la corrosion. Elles sont désignées par l'abréviation « CRC » et s'écrivent en chiffres romains. Les classes déterminent la résistance de l'acier inoxydable aux dommages corrosifs.

- > I faible
- > II modéré
- > III moyen
- > IV élevé
- > V très élevé

Classification des matériaux conformément à  
DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 – Annexe A :

**Resistencia a la corrosión**

El acero inoxidable está disponible en muchas versiones distintas con diferentes propiedades. Según los materiales utilizados y la composición de las aleaciones, los aceros inoxidable presentan una amplia gama de propiedades. Mientras que algunos se caracterizan por su alta resistencia mecánica o buena resistencia al calor, otros son muy resistentes a la corrosión. Para clasificar más fácilmente los aceros inoxidable en función de su resistencia a la corrosión y seleccionar los materiales adecuados, se han definido las denominadas **clases de resistencia a la corrosión (CRC)** para la construcción de estructuras de acero.

Existen en total cinco clases diferentes de resistencia a la corrosión. Se abrevian con «CRC» y se escriben en números romanos. Estas clases definen el grado de resistencia del acero inoxidable a los efectos de la corrosión.

- > I baja
- > II moderada
- > III media
- > IV alta
- > V muy alta

Clasificación de los materiales teniendo en cuenta  
DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocódigo 3 – Anexo A:

I faible baja	II modéré moderada	III moyen media	IV élevé alta	V très élevé muy alta
1.4003	1.4301 (A2)	1.4401 (A4)	1.4439	1.4565
1.4016	1.4307	1.4404	1.4462 (D6)	1.4529 (A8)
1.4512	1.4311	1.4435	1.4539	1.4547
	1.4541	1.4571 (A5)		1.4410 (D8)
	1.4318	1.4429		1.4501
	1.4306	1.4432		1.4507
	1.4567	1.4162		
	1.4482	1.4662		
		1.4362		
		1.4062		
		1.4578		

**Attention**  
**Atención****Les types d'acier de classes supérieures**

peuvent être utilisés à la place des types déterminés par le calcul du CRC, tandis que

**les types d'acier de qualité inférieure ne doivent en aucun cas être utilisés.**

> Si un matériau dont la classe de résistance est trop faible est utilisé, la longévité d'un ouvrage complet ne peut potentiellement plus être garantie.

Une seule vis rouillée peut nuire à la stabilité d'un bâtiment et présenter un risque pour la vie et l'intégrité physique.

Dans le cas d'assemblages mixtes (par exemple, vis en A2 et écrou en A4), c'est toujours le type de matériau/la classe de résistance à la corrosion le plus bas qui est pris en compte pour l'ensemble de l'assemblage.

**Los tipos de acero de clases superiores** pueden utilizarse en lugar de los tipos determinados mediante el cálculo de CRC, mientras que

**los tipos de acero de clases inferiores no deben utilizarse bajo ningún concepto.**

> Si se utiliza un material con una clase de resistencia demasiado baja, es posible que, en determinadas circunstancias, no se pueda garantizar la durabilidad de toda la estructura.

Un único tornillo oxidado puede afectar a la estabilidad de una estructura y representar un riesgo para la vida y la integridad física.

En el caso de uniones mixtas (por ejemplo, tornillos de A2 y tuercas de A4), siempre se tiene en cuenta el tipo de material/clase de resistencia a la corrosión más bajo para toda la unión.



Dans le cas **de raccords à vis mixtes avec différents matériaux**, il convient d'utiliser les mêmes types d'acier pour des raisons de résistance à la corrosion (ISO 3506-1, 6.4).

Du point de vue de la planification, il faut donc toujours tenir compte du composant présentant la plus faible résistance à la corrosion.

**Ejemplo 1**

Vis/boulon en **A4** – 1.4401 (CRC III)  
+ écrou en **A2** – 1.4301 (CRC II)

> Prise en compte de la planification pour la construction **uniquement CRC II**

**Ejemplo 2**

Vis/boulon en **D6** – 1.4462 (CRC IV)  
+ écrou en **A4** – 1.4401 (CRC III)

> Prise en compte de la planification pour la construction **uniquement CRC III**

En **union mixtas atornilladas con diferentes materiales** se deben utilizar los mismos tipos de acero por motivos de resistencia a la corrosión (ISO 3506-1, 6.4).

Desde el punto de vista de la planificación, siempre se debe tener en cuenta el componente con la menor resistencia a la corrosión.

**Ejemplo 1**

Tornillo/perno de **A4** – 1.4401 (CRC III)  
+ tuerca de **A2** – 1.4301 (CRC II)

> Consideración de la planificación para el diseño **solo con CRC II**

**Ejemplo 2**

Tornillo/perno de **D6** – 1.4462 (CRC IV)  
+ tuerca de **A4** – 1.4401 (CRC III)

> Consideración de la planificación para el diseño **solo con CRC III**

## Autres aciers inoxydables

## Otros aceros inoxidables

Type d'acier Tipo de acero		Composition chimique en % massique Composición química en % en masa					CRC <sup>4</sup>
N° du matériau N.º de material	Abréviation EN Abreviatura EN	C	Cr	Mo	Ni	Autres Otros	
1.4003 <sup>1</sup>	X2CrNi12	≤ 0,030	10,5/12,5	–	0,30/1,00	N ≤ 0,030	I
1.4016 <sup>1</sup>	X6Cr17	≤ 0,08	16,0/18,0	–	–	–	
1.4301 <sup>2</sup>	X5CrNi18-10	≤ 0,07	17,5/19,5	–	8,0/10,5	N ≤ 0,10	II
1.4307 <sup>2</sup>	X2CrNi18-9	≤ 0,030	17,5/19,5	–	8,0/10,5	N ≤ 0,10	
1.4567 <sup>2</sup>	X3CrNiCu18-9-4	≤ 0,04	17,0/19,0	–	8,5/10,5	N ≤ 0,10 ; Cu 3,0/4,0	
1.4541 <sup>2</sup>	X6CrNiTi18-10	≤ 0,08	17,0/19,0	–	9,0/12,0	Ti 5xC jusqu'à 0,70 Ti 5xC hasta 0,70	
1.4318 <sup>2</sup>	X2CrNiN18-7	≤ 0,03	16,5/18,5	–	6,0/8,0	N 0,10/0,20	
1.4401 <sup>2</sup>	X5CrNiMo17-12-2	≤ 0,07	16,5/18,5	2,00/2,50	10,0/13,0	N ≤ 0,10	III
1.4404 <sup>2</sup>	X2CrNiMo17-12-2	≤ 0,030	16,5/18,5	2,00/2,50	10,0/13,0	N ≤ 0,10	
1.4578 <sup>2</sup>	X3CrNiCuMo17-11-3-2	≤ 0,04	16,5/17,5	2,00/2,50	10,0/11,0	N ≤ 0,10 ; Cu 3,0/3,5	
1.4571 <sup>2</sup>	X6CrNiMoTi17-12-2	≤ 0,08	16,5/18,5	2,00/2,50	10,5/13,5	Ti 5xC jusqu'à 0,70 Ti 5xC hasta 0,70	
1.4362 <sup>3</sup>	X2CrNiN23-4	≤ 0,03	22,0/24,5	0,10/0,60	3,5/5,5	N 0,05/0,20 ; Cu 0,10/0,60	
1.4062 <sup>3</sup>	X2CrNi22-2	≤ 0,030	21,5/24,0	≤ 0,45	1,00/2,90	N 0,16/0,28	
1.4162 <sup>3</sup>	X2CrMnNiN21-5-1	≤ 0,04	21,0/22,0	0,10/0,80	1,35/1,90	Mn 4,0/6,0 ; N 0,20/0,25 ; Cu 0,10/0,80	
1.4662 <sup>3</sup>	X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	≤ 0,03	23,0/25,0	1,00/2,00	3,0/4,5	Mn 2,5/4,0 ; N 0,20/0,30 ; Cu 0,10/0,80	
1.4439 <sup>2</sup>	X2CrNiMoN17-13-5	≤ 0,030	16,5/18,5	4,0/5,0	12,5/14,5	N 0,12/0,22	IV
1.4462 <sup>2</sup>	X2CrNiMoN22-5-3	≤ 0,03	21,0/23,0	2,5/3,5	4,5/6,5	N 0,10/0,22	
1.4539 <sup>2</sup>	X1NiCrMoCu25-20-5	≤ 0,020	19,0/21,0	4,0/5,0	24,0/26,0	N ≤ 0,15 ; Cu 1,20/2,00	
1.4565 <sup>2</sup>	X2CrNiMnMoN25-18-6-5	≤ 0,030	24,0/26,0	4,0/5,0	16,0/19,0	Mn 5,0/7,0 ; N 0,30/0,60 ; Nb ≤ 0,15	V
1.4529 <sup>2</sup>	X1NiCrMoCuN25-20-7	≤ 0,020	19,0/21,0	6,0/7,0	24,0/26,0	N 0,15/0,25 ; Cu 0,50/1,50	
1.4547 <sup>2</sup>	X1CrNiMoCuN20-18-7	≤ 0,020	19,5/20,5	6,0/7,0	17,5/18,5	N 0,18/0,25 ; Cu 0,50/1,00	

<sup>1</sup>matériau ferritique | <sup>2</sup>matériau austénitique | <sup>3</sup>matériau duplex | <sup>4</sup>classe de résistance à la corrosion

<sup>1</sup> Material ferrítico | <sup>2</sup> Material austenítico | <sup>3</sup> Material dúplex | <sup>4</sup> Clase de resistencia a la corrosión

### 2.3 La valeur PREN

Le classement des matériaux en fonction des classes de résistance à la corrosion s'effectue à l'aide de la valeur PREN. La valeur PREN (Pitting Resistance Equivalent Number) fournit des informations sur la résistance à la corrosion d'un matériau. Plus la valeur PREN est élevée, plus l'acier est résistant à la corrosion. Les aciers dont les valeurs PREN sont supérieures à 32 sont considérés comme résistants à l'eau de mer. La valeur PREN est déterminée à l'aide de la formule suivante :

### El valor PREN

La clasificación de los materiales en clases de resistencia a la corrosión se realiza utilizando el denominado valor PREN. El valor PREN (Pitting Resistance Equivalent Number) proporciona información sobre la resistencia a la corrosión de un material. Cuanto mayor sea el valor PREN, mayor será la resistencia a la corrosión del acero. Los aceros con valores PREN superiores a 32 se consideran resistentes al agua de mar. El valor PREN se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PREN} = \% \text{CR} + 3,3 \times \% \text{Mo} + 30 \times \%$$

En outre, la norme DIN EN ISO 15156 ainsi que la norme américaine NACE – pour une utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré dans le cadre de l'extraction de pétrole et de gaz – fixent une valeur PREN ≥ 40 pour les aciers duplex.

**Exception :** lorsque la teneur en molybdène est ≥ 1,5 %, une valeur PREN ≥ 30 est autorisée.

Dans ces normes, le calcul de la valeur PREN, en tenant compte du tungstène [W] dans l'alliage, est défini comme suit :

Además, la norma DIN EN ISO 15156 y la norma estadounidense NACE establecen un valor PREN ≥ 40 para los aceros dúplex destinados a su uso en entornos con presencia de sulfuro de hidrógeno en la extracción de petróleo y gas.

**Excepción:** Con un contenido de molibdeno ≥ 1,5 % se permite un valor PREN ≥ 30.

En estas normas, el cálculo del valor PREN, teniendo en cuenta el tungsteno [W] en la aleación, se define de la siguiente manera:

$$PREN = 1 \times \%Cr + 3,3 \times (\%Mo + 0,5 \times \%W) + 16 \times \%N$$

Les principaux matériaux et leurs valeurs PREN :

Los materiales más importantes y sus valores PREN:

Abréviation EN Abreviatura EN	N° du matériau N.º de material	Groupe de matériaux Grupo de materiales	WS/PRE(N)	Classe de résistance à la corrosion Clase de resistencia a la corrosión
X2CrTi12	1.4512		12	I   faible
X6Cr17	1.4016	F1	17	I   baja
X5CrNi18-10	1.4301	A2	19	II   modérée
X2CrNi18-9	1.4307	A2	19	II   moderada
X2CrNiN18-7	1.4318		20	
X3CrNiCu18-9-4	1.4567	A2	20	
X2CrNiN18-9	1.4311	A2	21	
X2CrNi19-11	1.4306	A2	21	
X2CrNbCu21	1.4621		21	
X2CrNiMoN31-8-4	1.4482		24	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A4	25	III   moyenne
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A4	25	III   media
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A5	25	
X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	A4	25	
X2CrNiN23-4	1.4362	D2	26	
X2CrNiN22-2	1.4062	D4	27	
X2CrMnNiN21-5-1	1.4162	D4	27	
X2CrNiMo17-12-3	1.4432	A4	27	
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	A4	27	
X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	1.4662	D4	33	IV   haute
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	D6	34	IV   alta
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539		35	
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439		38	
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	D8	41	V   très haute
X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	D8	41	V   muy alta
X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	D8	42	
X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	A8	47	
X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	A8	48	
X2CrNiMnMoN25-18-6-5	1.4565		53	

**2.4 Classes de résistance à la corrosion (CRC) vs catégories de corrosivité (CX)**

Il existe souvent des exigences concrètes en matière de résistance à la corrosion des éléments de fixation, qui sont précisées dans les appels d'offres et les cahiers des charges.

Souvent, des éléments de fixation en acier inoxydable conformes à une certaine catégorie de corrosivité, par exemple C3, sont alors requis. Ces exigences relatives à une catégorie de corrosivité spécifique proviennent toutefois généralement des exigences applicables à l'ensemble de l'ouvrage.

Les éléments de fixation en acier inoxydable ne peuvent pas présenter de résistance à la corrosion selon une catégorie de corrosivité, car la base de référence utilisée pour l'évaluation des catégories de corrosivité diffère fondamentalement de celle servant à la classification en classes de résistance à la corrosion :

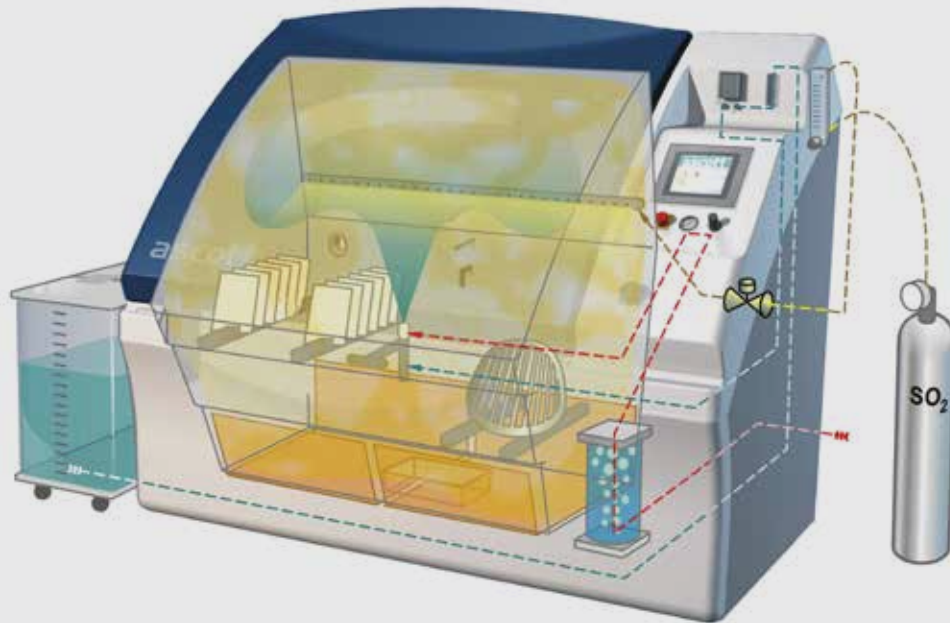
**Clases de resistencia a la corrosión (CRC) frente a categorías de corrosividad (CX)**

A menudo existen requisitos concretos para los elementos de unión en lo que respecta a su resistencia a la corrosión, que se recogen en los pliegos de condiciones y en las especificaciones técnicas.

A menudo se requieren elementos de unión de acero inoxidable según una categoría de corrosividad determinada, como, por ejemplo, C3 moderada. Sin embargo, estos requisitos según una categoría de corrosividad determinada suelen derivarse de los requisitos para toda la obra.

Los elementos de unión hechos de acero inoxidable no pueden presentar resistencia a la corrosión según una categoría de corrosividad, ya que la base de partida para evaluar las categorías de corrosividad para la clasificación en clases de resistencia a la corrosión es fundamentalmente diferente:

	<b>Classes de résistance à la corrosion (CRC I–V) Clases de resistencia a la corrosión (CRC I-V)</b>	<b>Catégories de corrosivité (C1–CX) Categorías de corrosividad (C1-CX)</b>
<b>Référence</b>	<b>DIN EN 1993-1-4:2015-10</b> Eurocode 3 – Calcul et construction des structures en acier – Partie 1-4 : Structures en aciers inoxydables	<b>DIN EN ISO 9223</b> Corrosion des métaux et alliages — Corrosivité des atmosphères — Classification, détermination et estimation
<b>Referencia</b>	Eurocódigo 3: Diseño y construcción de estructuras de acero. Parte 1-4: Estructuras de acero inoxidable	Corrosión de metales y aleaciones — Corrosividad de las atmósferas — Clasificación, determinación y evaluación
<b>Description</b>	Le calcul des facteurs de résistance à la corrosion (CRF) permet de déterminer la classe de résistance à la corrosion (CRC I-V) requise pour le matériau. Les types d'acier correspondant aux classes de résistance à la corrosion (CRC) résultant du calcul présentent une résistance à la corrosion suffisante dans les environnements d'utilisation prévus.	Les catégories de corrosivité sont déterminées à partir de la vitesse de corrosion sur des échantillons standard en acier non allié, zinc, cuivre ou aluminium sur le lieu d'utilisation correspondant. La vitesse de corrosion est exprimée en fonction de la perte de matière due à la corrosion, en g/(m <sup>2</sup> · a). Le comportement à la corrosion à long terme est ensuite déterminé à l'aide de modèles de calcul spéciaux, conformément à la norme ISO 9224.
<b>Descripción</b>	El cálculo de los factores de resistencia a la corrosión (CRF) determina la clase de resistencia a la corrosión (CRC I-V) requerida para el material. Los tipos de acero según las clases de resistencia a la corrosión (CRC) resultantes del cálculo presentan una resistencia a la corrosión suficiente en los entornos de uso previstos.	Las categorías de corrosividad se determinan en función de la velocidad de corrosión en muestras estándar de acero sin alea, zinc, cobre o aluminio en el lugar de uso correspondiente. La velocidad de corrosión se indica mediante la pérdida de material por corrosión en g/(m <sup>2</sup> · a). A continuación, se determina el comportamiento frente a la corrosión a largo plazo según la norma ISO 9224 utilizando modelos de cálculo especiales.
<b>Mesures</b>	Les composants et les éléments de fixation mécaniques en acier inoxydable ne nécessitent aucune protection supplémentaire contre la corrosion pour garantir une durabilité suffisante.	Comme seule la vitesse de corrosion des composants est connue, ceux-ci doivent désormais être traités en conséquence. Les systèmes de revêtement conformes à la norme DIN EN ISO 12944 constituent une méthode éprouvée. Ceux-ci sont assortis d'une durée de protection qui ne doit toutefois pas être considérée comme une période de garantie.
<b>Medidas</b>	Los componentes y elementos de unión mecánicos de acero inoxidable no requieren ninguna protección adicional contra la corrosión para garantizar una durabilidad suficiente.	Dado que en este momento solo se conoce la velocidad de corrosión de los componentes, estos deben tratarse adecuadamente. Un método probado son los sistemas de revestimiento según la norma DIN EN ISO 12944. A estos se les asigna un denominado «periodo de protección», que, sin embargo, no debe considerarse un periodo de garantía.
<b>Évaluation</b>	—	Afin de déterminer les performances d'un revêtement, on procède souvent à un test dit « au brouillard salin » (voir à ce sujet la section 2.5).
<b>Evaluación</b>	—	Para determinar el rendimiento de un revestimiento, a menudo se realiza un ensayo de niebla salina (véase el apartado 2.5).



Source Fuente  
[commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42104417](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42104417)

### 2.5 Le test au brouillard salin (SSNT)

Le test au brouillard salin est un test environnemental qui consiste à simuler artificiellement des environnements salins afin d'accélérer l'apparition de la corrosion. Des appareils de test spéciaux créent les conditions dans lesquelles le temps jusqu'à la première apparition de corrosion est mesuré en heures (h). Ce temps sert à évaluer et à comparer la résistance à la corrosion des produits ou des matériaux métalliques.

Il convient toutefois de noter que le test au brouillard salin **présente d'importantes lacunes dans l'évaluation des performances de l'acier inoxydable. La teneur en chlorure du brouillard salin utilisé dans le test au brouillard salin est extrêmement élevée et dépasse largement celle que l'on trouve dans un environnement réel.** Par conséquent, l'acier inoxydable, qui est résistant à la corrosion dans un environnement d'application réel à très faible teneur en chlorure, se corrode lors du test au brouillard salin.

Le test au brouillard salin modifie le comportement à la corrosion de l'acier inoxydable et ne peut être considéré comme un test accéléré ou une expérience de simulation. **Les résultats sont partiels et ne reflètent pas fidèlement les performances réelles de l'acier inoxydable finalement utilisé.**

Le test au brouillard salin permet uniquement de comparer la résistance à la corrosion de différents types d'acier inoxydable. Une comparaison avec des composants revêtus selon une catégorie de corrosivité donnée n'est donc pas possible.

Pour tester les aciers inoxydables, on utilise donc différentes méthodes d'essai adaptées aux conditions environnementales et au type de corrosion rencontré. Le test Huey selon la norme DIN EN ISO 3651-2 en est un exemple.

### En ensayo de niebla salina (SSNT)

En ensayo de niebla salina es una prueba ambiental en la que se simulan artificialmente entornos con niebla salina para acelerar la aparición de corrosión. Para ello, se utilizan dispositivos de ensayo especiales que recrean las condiciones en las que se mide el tiempo en horas (h) hasta la primera aparición de corrosión. Este tiempo sirve para evaluar y comparar la resistencia a la corrosión de productos o materiales metálicos.

Sin embargo, cabe señalar que el ensayo de niebla salina **presenta grandes deficiencias en la comprobación del rendimiento del acero inoxidable. El contenido de cloruro de la niebla salina en el ensayo de niebla salina es extremadamente alto y muy superior al que se encuentra en el entorno real.** Por lo tanto, el acero inoxidable, que es resistente a la corrosión en un entorno de aplicación real con un contenido muy bajo de cloruro, también se corroe en el ensayo de niebla salina.

El ensayo de niebla salina altera el comportamiento corrosivo del acero inoxidable y no puede considerarse un ensayo acelerado ni un experimento de simulación. **Los resultados son parciales y no guardan relación con el rendimiento real del acero inoxidable utilizado finalmente.**

El ensayo de niebla salina solo permite comparar la resistencia a la corrosión de diferentes tipos de acero inoxidable. Por lo tanto, no es posible realizar una comparación con componentes revestidos según una categoría de corrosividad determinada.

Por lo tanto, para el ensayo de aceros inoxidables se utilizan diferentes métodos de ensayo, adaptados a las condiciones del entorno y al tipo de corrosión que se produce. Un ejemplo de ello es el denominado «ensayo Huey» según la norma DIN EN ISO 3651-2.



### 3 Le bon choix de matériaux La elección correcta del material

Jusqu'en 2015, l'agrément Z 30.3-6 de l'autorité de construction réglementait le choix des matériaux en fonction des classes de résistance à la corrosion en Allemagne.

La spécification contenait un tableau avec les différentes classes de résistance à la corrosion, sur la base desquelles le matériau était sélectionné.

La norme **DIN EN 1993-1-4 : 2015-10 / Eurocode 3** est la norme pertinente pour la sélection des matériaux en Europe depuis 2015. Elle a été développée par le CEN (Comité Européen de Normalisation) et se situe au-dessus des normes nationales. Les classes de résistance à la corrosion selon la norme DIN EN 1993-1-4 : 2015-10 / Eurocode 3 – Annexe A doivent obligatoirement être respectées lors de la construction de structures en acier pour la sélection des matériaux. L'agrément d'inspection générale du bâtiment Z-30.3-6 est toujours valable en tant que norme allemande dans les sous-domaines non réglementés par la norme européenne.

Hasta 2015, la homologación general para la construcción (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) Z 30.3-6 todavía regulaba en Alemania la selección de materiales según las clases de resistencia a la corrosión.

La especificación contenía una tabla con las diversas clases de resistencia a la corrosión, sobre la base de la cual se realizaba la selección de materiales.

Desde 2015, la norma **DIN EN 1993-1-4:2015-10/ Eurocódigo 3** es la norma estándar para la selección de materiales en Europa. Fue desarrollada por el CEN (Comité Europeo de Normalización) y prevalece frente a las normas nacionales. Las clases de resistencia a la corrosión según la norma DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocódigo 3 – Anexo A tienen carácter obligatorio para la selección de materiales en la construcción de estructuras de acero.

La homologación general para la construcción (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) Z-30.3-6 mantiene su validez como norma alemana en las distintas subáreas no reguladas por la norma europea.



**Remarque :** conformément au règlement du CEN-CENELEC, les organismes nationaux de normalisation des pays suivants sont tenus d'adopter la norme européenne DIN EN 1993-1-4:2015-10 : Belgique, Bulgarie, Danemark, Allemagne, ancienne République yougoslave de Macédoine, Estonie, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Croatie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Norvège, Autriche, Pologne, Portugal, Roumanie, Suède, Suisse, Slovaquie, Slovénie, Espagne, République tchèque, Turquie, Hongrie, Royaume-Uni et Chypre.

**Nota:** De conformidad con el reglamento interno del CEN-CENELEC, los organismos nacionales de normalización de los siguientes países están obligados a adoptar la norma europea DIN EN 1993-1-4:2015-10: Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Alemania, la Antigua República Yugoslava de Macedonia, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Croacia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Noruega, Austria, Polonia, Portugal, Rumanía, Suecia, Suiza, Eslovaquia, Eslovenia, España, República Checa, Turquía, Hungría, Reino Unido y Chipre.

**3.1 Le calcul des classes de résistance**

La norme DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 décrit le calcul d'un facteur de résistance à la corrosion (CRF) qui détermine la classe de résistance à la corrosion CRC.

Le CRF dépend de la corrosivité de l'environnement respectif et peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

**Cálculo de las clases de resistencia**

La norma DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocódigo 3 describe el cálculo de un factor de resistencia a la corrosión (CRF) que determina la clase de resistencia a la corrosión CRC.

El CRF depende de la corrosividad del entorno en cuestión y puede calcularse de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CRF = F_1 + F_2 + F_3$$

- F<sub>1</sub>** : Risque d'exposition aux chlorures
- F<sub>2</sub>** : Risque d'exposition au dioxyde de soufre
- F<sub>3</sub>** : Concept de nettoyage et exposition au lessivage

- F<sub>1</sub>**: Riesgo de exposición a cloruros
- F<sub>2</sub>**: Riesgo de exposición al dióxido de azufre
- F<sub>3</sub>**: Concepto de limpieza y exposición al lavado

**F<sub>1</sub> Risque d'exposition à des chlorures d'eau salée ou de sels de dégivrage**

**Remarque :** *M* est la distance de la mer et *S* est la distance aux routes avec des sels de dégivrage.

**Riesgo de exposición a cloruros de agua salina o sales de deshielo (sal de carretera)**

**Nota:** *M* es la distancia al mar y *S* es la distancia a las carreteras que utilizan sales de deshielo.

<b>1</b>	<b>Environnement intérieur contrôlé</b>	<b>Espacios interiores</b>
<b>0</b>	<b>Faible risque d'exposition</b> <i>M</i> > 10 km ou <i>S</i> > 0,1 km	<b>Riesgo de exposición bajo</b> <i>M</i> > 10 km o <i>S</i> > 0,1 km
<b>-3</b>	<b>Risque d'exposition moyen</b> 1 km < <i>M</i> ≤ 10 km ou 0,01 km < <i>S</i> ≤ 0,1 km	<b>Riesgo de exposición medio</b> 1 km < <i>M</i> ≤ 10 km o 0,01 km < <i>S</i> ≤ 0,1 km
<b>-7</b>	<b>Risque d'exposition élevé</b> 0,25 km < <i>M</i> ≤ 1 km ou <i>S</i> ≤ 0,01 km	<b>Riesgo de exposición alto</b> 0,25 km < <i>M</i> ≤ 1 km o <i>S</i> ≤ 0,01 km
<b>-10</b>	<b>Risque d'exposition très élevé</b> Tunnels routiers dans lesquels du sel de déneigement est épandu ou dans lesquels des véhicules pourraient introduire du sel de déneigement.	<b>Riesgo de exposición muy alto</b> Túneles de carretera en los que se esparce sal para descongelar o en los que los vehículos pueden introducir sal para descongelar.
<b>-10</b>	<b>Risque d'exposition très élevé</b> <i>M</i> ≤ 0,25 km Côte allemande de la mer du Nord et toutes les régions côtières de la mer Baltique	<b>Riesgo de exposición muy alto</b> <i>M</i> ≤ 0,25 km Costa del Mar del Norte de Alemania y todas las regiones costeras del Mar Báltico
<b>-15</b>	<b>Risque d'exposition très élevé</b> <i>M</i> ≤ 0,25 km Côte atlantique du Portugal, de l'Espagne et de la France. Côtes de la Manche et des régions de la mer du Nord au Royaume-Uni, en France, en Belgique, aux Pays-Bas et dans le sud de la Suède. Toutes les autres régions côtières du Royaume-Uni, de Norvège, du Danemark et d'Irlande. Côte méditerranéenne	<b>Riesgo de exposición muy alto</b> <i>M</i> ≤ 0,25 km Costa atlántica de Portugal, España y Francia. Costa del Canal de la Mancha y las regiones del Mar del Norte del Reino Unido, Francia, Bélgica, los Países Bajos y el sur de Suecia. Todas las demás regiones costeras del Reino Unido, Noruega, Dinamarca e Irlanda. Costa mediterránea

**F<sub>2</sub>** **Risque d'exposition au dioxyde de soufre**

Dans les environnements des côtes européennes, la concentration en dioxyde de soufre est généralement faible. Pour les environnements intérieurs, la concentration en dioxyde de soufre est soit faible ou moyenne. Le classement élevé est inhabituel et associé à des sites industriels importants ou des environnements spécifiques tels que les tunnels routiers. La concentration en dioxyde de soufre peut être évaluée selon la méthode de l'ISO 9225.

**Riesgo de exposición al dióxido de azufre**

Para ambientes costeros europeos el valor de dióxido de azufre es generalmente bajo. Para ambientes interiores el valor de dióxido de azufre es bajo o medio. La alta clasificación es poco común y se asocia con localizaciones industriales especialmente duras o entornos específicos, como los túneles de carretera. La deposición de dióxido de azufre puede ser evaluada de acuerdo con el método en la norma ISO 9225.

<b>0</b>	<b>Faible risque d'exposition</b> Valeur moyenne de la concentration en gaz < 10 µg/m <sup>3</sup>	<b>Riesgo de exposición bajo</b> Valor medio de concentración de gas < 10 µg/m <sup>3</sup>
<b>-5</b>	<b>Risque d'exposition moyen</b> Valeur moyenne de la concentration en gaz 10 µg/m <sup>3</sup> à 90 µg/m <sup>3</sup>	<b>Riesgo de exposición medio</b> Valor medio de concentración de gas 10 µg/m <sup>3</sup> a 90 µg/m <sup>3</sup>
<b>-10</b>	<b>Risque d'exposition élevé</b> Valeur moyenne de la concentration en gaz 90 µg/m <sup>3</sup> à 250 µg/m <sup>3</sup>	<b>Riesgo de exposición alto</b> Valor medio de concentración de gas 90 µg/m <sup>3</sup> a 250 µg/m <sup>3</sup>

**F<sub>3</sub>** **Condition de nettoyage ou d'exposition au lavage par la pluie (si F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> ≥ 0, alors F<sub>3</sub> = 0)**

Si le composant est régulièrement contrôlé quant à la présence éventuelle de traces de corrosion et doit être rincé, il convient de le signaler par écrit à l'utilisateur. Le contrôle, la procédure de nettoyage et la fréquence devraient être définis. Plus le nettoyage est fréquent, plus les bénéfices sont importants. L'intervalle entre les nettoyages ne devrait pas être supérieur à 3 mois. Si un nettoyage est défini, il devrait être effectué sur tous les éléments de l'édifice, sans se limiter aux éléments aisément accessibles et bien visibles.

**Regimen de limpieza o exposición al lavado por agua de lluvia (si F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> ≥ 0, entonces F<sub>3</sub> = 0)**

Si el componente debe inspeccionarse periódicamente para comprobar si presenta signos de corrosión y limpiarse, esto debería comunicarse al usuario por escrito. En este caso, deberían especificarse la inspección, el método de limpieza y la frecuencia. Cuanto más a menudo se realiza la limpieza, mayor es el beneficio. El intervalo entre las limpiezas no debería ser superior a 3 meses. Si se ha especificado una limpieza, debería ser válida para todas las partes de la estructura y no solo para aquellas de fácil acceso y buena visibilidad.

<b>0</b>	<b>Entièrement exposé au nettoyage par la pluie</b>	<b>Totalmente expuesto a la lluvia</b>
<b>-2</b>	<b>Régime de nettoyage spécifique</b>	<b>Con regimen específico de limpieza</b>
<b>-7</b>	<b>Aucun lavage par la pluie ou aucun nettoyage spécifique</b>	<b>No lavado por la lluvia o sin regimen específico de limpieza</b>

3 Le bon choix de matériaux La elección correcta del material

Une fois le CRF calculé, il détermine le CRC du matériau à respecter :

Una vez calculado el CRF, se puede determinar la CRC que debe cumplir el material:

CRF Facteur de résistance à la corrosion Factor de resistencia a la corrosión	CRF = 1	0 ≥ CRF > -7	-7 ≥ CRF > -15	-15 ≥ CRF ≥ -20	CRF < -20
CRC Classe de résistance à la corrosion Clase de resistencia a la corrosión	I	II	III	IV	V

Le choix des matériaux s’effectue alors conformément au tableau mentionné à la section 2.2 :

La selección del material se realiza entonces de acuerdo con la tabla mencionada en el apartado 2.2:

**Classe de résistance à la corrosion (CRC)**

**Clase de resistencia a la corrosión (CRC)**

I faible baja	II modérée moderada	III moyenne media	IV haute alta	V très haute muy alta
1.4003	1.4301 (A2)	1.4401 (A4)	1.4439	1.4565
1.4016	1.4307	1.4404	1.4462 (D6)	1.4529 (A8)
1.4512	1.4311	1.4435	1.4539	1.4547
	1.4541	1.4571 (A5)		1.4410 (D8)
	1.4318	1.4429		1.4501
	1.4306	1.4432		1.4507
	1.4567	1.4162		
	1.4482	1.4662		
		1.4362		
		1.4062		
		1.4578		

Il est possible d’utiliser un type d’acier de classe supérieure à celle spécifiée par le CRF.

Se puede utilizar un tipo de acero de clase superior en lugar del especificado por el CRF.

**Remarque :** les classes de résistance à la corrosion sont uniquement prévues pour être utilisées avec cette méthode de sélection des types d’acier et ne s’appliquent qu’aux constructions ayant une fonction porteuse.

**Nota:** Las clases de resistencia a la corrosión solo están previstas para su aplicación con este procedimiento de selección de tipos de acero y solo son válidas para construcciones con función portante.



Toutefois, conformément à l'Eurocode, les restrictions suivantes doivent être respectées :

**Types d'acier pour les atmosphères de piscines couvertes**

Sin embargo, según el Eurocódigo, deben tenerse en cuenta las siguientes restricciones:

**Tipos de acero para ambientes de piscinas cubiertas**

Composants dans une atmosphère de piscine couverte	CRC	Componentes en ambiente de piscina cubierta
Éléments porteurs qui sont <b>régulièrement</b> nettoyés*	<b>III/IV</b> sauf/excepto 1.4162, 1.4662, 1.4362, 1.4062	Componentes portantes que <b>se limpien périodiquement</b> *
Éléments porteurs qui <b>ne sont pas</b> régulièrement nettoyés	<b>V</b> sauf/excepto 1.4410, 1.4501, 1.4507	Componentes portantes que <b>no se limpien</b> périodiquement
Tous les éléments de fixation, d'assemblage et de filetage	<b>V</b> sauf/excepto 1.4410, 1.4501, 1.4507	Todas las fijaciones, elemento de unión y piezas roscadas

**Conformément à l'agrément technique général Z-30.3-6, seuls les aciers 1.4565, 1.4529 et 1.4547 peuvent être utilisés pour les composants et les éléments de fixation dans l'atmosphère de piscines couvertes sans nettoyage régulier des composants, conformément à la norme DIN EN 13451-1.**

**De acuerdo con la homologación general para la construcción (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) Z-30.3-6, para los componentes y medios de unión en ambiente de piscina cubierta sin limpieza periódica de los componentes, de conformidad con la norma DIN EN 13451-1, solo se pueden utilizar los tipos de acero 1.4565, 1.4529 y 1.4547.**

\*Si le composant doit être régulièrement contrôlé et nettoyé pour détecter tout signe de corrosion, l'utilisateur doit en être informé par écrit. La vérification, la procédure de nettoyage et la fréquence doivent être définies. Plus le nettoyage est fréquent, plus les avantages sont importants. L'intervalle entre deux nettoyages ne doit pas dépasser une semaine. Une fois le nettoyage défini, il doit s'appliquer à toutes les parties de l'ouvrage et pas seulement aux éléments facilement accessibles et bien visibles.

\*Si el componente debe revisarse periódicamente para detectar signos de corrosión y limpiarse, se debe informar al usuario por escrito. Se deben establecer la verificación, el procedimiento de limpieza y la frecuencia. Cuanto más frecuente sea la limpieza, mayor será el beneficio. El intervalo entre limpiezas no debe ser superior a una semana. Una vez que se haya decidido realizar una limpieza, esta debe aplicarse a todas las partes del edificio y no solo a los elementos fácilmente accesibles y bien visibles.

Afin de tenir compte du risque de corrosion sous contrainte (SCC, En : stress corrosion cracking) dans l'atmosphère de piscines couvertes, seuls les types d'acier indiqués dans le tableau ci-dessus peuvent être utilisés pour les éléments porteurs exposés à l'atmosphère de piscines couvertes.

**Remarque :** l'annexe nationale peut déterminer si un nettoyage moins fréquent est autorisé.

Para tener en cuenta el riesgo de agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC, del inglés «stress corrosion cracking») en los ambientes de piscinas cubiertas, solo se pueden utilizar los tipos de acero indicados en la tabla anterior para los elementos estructurales expuestos a los ambientes de piscinas cubiertas.

**Nota:** El anexo nacional puede determinar si se permite una limpieza menos frecuente.

3.2 Exemples de calcul

Ejemplos de cálculo

Exemple : façade/bâtiment à moins de 0,25 km du bord de mer		Facteur Factor	Ejemplo: Fachada/edificio a menos de 0,25 km del mar
<b>F<sub>1</sub></b>	<b>Risque d'exposition élevé</b> F <sub>1</sub> = risque d'exposition aux chlorures provenant de l'eau salée ou des sels de déneigement	<b>-7</b>	<b>Riesgo de exposición alto</b> F <sub>1</sub> = riesgo de exposición a cloruros procedentes del agua salada o de sales de deshielo (sal para carreteras)
<b>F<sub>2</sub></b>	<b>Faible risque d'exposition</b> (région côtière européenne, faible concentration) F <sub>2</sub> = risque d'exposition au dioxyde de soufre	<b>0</b>	<b>Riesgo de exposición bajo</b> (région costera europea, baja concentración) F <sub>2</sub> = riesgo de exposición al dióxido de azufre
<b>F<sub>3</sub></b>	<b>Entièrement exposé au nettoyage par la pluie</b> F <sub>3</sub> = concept de nettoyage ou exposition au lessivage par la pluie si F <sub>1</sub> + F <sub>2</sub> ≥ 0, alors F <sub>3</sub> = 0 <b>Remarque :</b> le nettoyage de toutes les parties de l'ouvrage doit être assuré !	<b>0</b>	<b>Totalement expuesto a la lluvia</b> F <sub>3</sub> = concepto de limpieza o exposición al lavado por lluvia, si F <sub>1</sub> + F <sub>2</sub> ≥ 0, entonces F <sub>3</sub> = 0 <b>Nota:</b> ¡Se debe garantizar la limpieza de todas las partes de la estructura!
<b>CRF</b>	<b>Facteur de résistance à la corrosion CRF (F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> + F<sub>3</sub>)</b>	<b>Somme Suma -7</b>	<b>Factor de resistencia a la corrosion CRF (F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> + F<sub>3</sub>)</b>
		<b>Type d'acier, par exemple Tipo de acero, por ejemplo CRC III : A4   1.4401</b>	

Exemple : façade/bâtiment à moins de 0,25 km de la côte de la mer du Nord, construction cachée, pas de lessivage par la pluie ou pas de nettoyage spécifique		Facteur Factor	Ejemplo: Fachada/edificio a menos de 0,25 km de la costa del mar del Norte, construcción oculta, sin lavado por lluvia ni limpieza específica
<b>F<sub>1</sub></b>	<b>Risque d'exposition très élevé</b> F <sub>1</sub> = risque d'exposition aux chlorures provenant de l'eau salée ou des sels de déneigement	<b>-10</b>	<b>Riesgo de exposición muy alto</b> F <sub>1</sub> = riesgo de exposición a cloruros procedentes del agua salada o de sales de deshielo (sal para carreteras)
<b>F<sub>2</sub></b>	<b>Faible risque d'exposition</b> (région côtière européenne, faible concentration) F <sub>2</sub> = risque d'exposition au dioxyde de soufre	<b>0</b>	<b>Riesgo de exposición bajo</b> (région costera europea, baja concentración) F <sub>2</sub> = riesgo de exposición al dióxido de azufre
<b>F<sub>3</sub></b>	<b>Aucun lavage par la pluie ou aucun nettoyage spécifique</b> F <sub>3</sub> = concept de nettoyage ou exposition au lessivage par la pluie si F <sub>1</sub> + F <sub>2</sub> ≥ 0, alors F <sub>3</sub> = 0 <b>Remarque :</b> si le nettoyage ne peut être garanti ou si aucun nettoyage spécifique n'est disponible.	<b>-7</b>	<b>No lavado por la lluvia o sin regimen específico de limpieza</b> F <sub>3</sub> = concepto de limpieza o exposición al lavado por lluvia, si F <sub>1</sub> + F <sub>2</sub> ≥ 0, entonces F <sub>3</sub> = 0 <b>Nota:</b> Si no se puede garantizar la limpieza o no se dispone de una limpieza específica.
<b>CRF</b>	<b>Facteur de résistance à la corrosion CRF (F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> + F<sub>3</sub>)</b>	<b>Somme Suma -17</b>	<b>Factor de resistencia a la corrosion CRF (F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> + F<sub>3</sub>)</b>
		<b>Type d'acier, par exemple Tipo de acero, por ejemplo CRC IV : D6   1.4462</b>	

3 Le bon choix de matériaux La elección correcta del material

3.3 Utilisation des matériaux

Uso de los materiales

<p><b>A2</b></p>	<p>Construction mécanique • Production de boissons • Industrie pharmaceutique et cosmétique • Construction d'appareils • Construction automobile • Installations sanitaires • Technique des façades • Industrie alimentaire • Industrie médicale</p>	<p>Ingeniería mecánica • Producción de bebidas • Industria farmacéutica y cosmética • Fabricación de aparatos • Fabricación de vehículos • Instalaciones sanitarias • Tecnología de fachadas • Industria alimentaria • Industria médica</p>
<p><b>A4</b></p>	<p>Industrie pharmaceutique • Industrie médicale • Installation de gaz et d'eau • Drainage des ponts • Murs antibruit • Systèmes de glissières de sécurité • Chantiers navals</p>	<p>Industria farmacéutica • Industria médica • Instalaciones de gas y agua • Drenaje de puentes • Pantallas acústicas • Sistemas de barreras de seguridad • Astilleros</p>
<p><b>A5</b> <b>1.4571</b></p>	<p>Industrie du bâtiment • Construction mécanique • Construction navale • Industrie chimique • Construction d'appareils et de tuyauteries • Technique des gaz d'échappement et traitement des eaux usées</p>	<p>Industria de la construcción • Ingeniería mecánica • Construcción naval • Industria química • Construcción de aparatos y tuberías • Tecnología de gases de escape y tratamiento de aguas residuales</p>
<p><b>D6</b> <b>1.4462</b></p>	<p>Industrie chimique • Installations de dessalement d'eau de mer • Technologie offshore • Installations de protection de l'environnement • Construction de centrales nucléaires et de réacteurs • Industrie pétrolière et gazière</p>	<p>Industria química • Plantas desalinizadoras de agua de mar • Tecnología offshore • Plantas de protección medioambiental • Construcción de centrales nucleares y reactores • Industria petrolera y gasística</p>
<p><b>D8</b> <b>1.4410</b></p>	<p>Industrie pétrolière et gazière • Industrie onshore/offshore • Industrie textile, papetière et de la cellulose • Construction de réservoirs • Construction de chimiquiers • Installations de dessalement d'eau de mer et construction mécanique</p>	<p>Industria petrolera y gasística • Industria onshore/offshore • Industria textil, del papel y de la celulosa • Construcción de depósitos • Construcción de buques cisterna para productos químicos • Plantas desalinizadoras de agua de mar e ingeniería mecánica</p>
<p><b>A8</b> <b>1.4529</b></p>	<p>Construction navale • Technique des piscines • Technique offshore • Construction de tunnels • Systèmes d'extinction d'incendie • Échangeurs thermiques et évaporateurs • Installations de l'industrie chimique • Tubes de condenseurs et tuyauteries dans les centrales électriques • Installations de désulfuration des gaz de combustion</p>	<p>Construcción naval • Tecnología para piscinas • Tecnología offshore • Construcción de túneles • Sistemas de extinción de incendios • Intercambiadores de calor y evaporadores • Instalaciones para la industria química • Tubos condensadores y tuberías para centrales eléctricas • Instalaciones de desulfuración de gases de combustión</p>

### 3.4 Choix des matériaux pour les vis utilisées dans la construction en bois

Le choix des matériaux s'effectue systématiquement selon les prescriptions de l'Eurocode 3 (EN 1993-1-3), comme décrit au paragraphe 3.1. Dans la construction en bois, il faut toutefois tenir compte de facteurs supplémentaires spécifiques au bois qui vont au-delà de la résistance générale à la corrosion. Il s'agit notamment de la teneur en acides tanniques et de la teneur en huile du bois concerné. Ces composants peuvent réagir chimiquement au contact de l'humidité et des éléments de fixation métalliques, provoquant ainsi des décolorations ou des traces de corrosion.

#### Choix du bon matériau pour les vis

Les vis C1 (par exemple en acier inoxydable 1.4006) constituent une alternative économique aux vis en acier inoxydable austénitique pour les applications modérément agressives. En raison de leur faible résistance à la corrosion, leur utilisation n'est toutefois recommandée que dans des zones non exposées aux intempéries ou pour les essences de bois à faible teneur en acide tannique (par exemple, l'épicéa, le pin, le hêtre). En cas d'utilisation à l'extérieur ou en présence d'humidité, une décoloration du bois peut apparaître au niveau de la tête de vis.

Pour les essences de bois à durabilité moyenne et à faible teneur en tanin, telles que le douglas, le mélèze ou le frêne, il est recommandé d'utiliser des vis en acier inoxydable A2.

Pour les essences de bois riches en tanins ou huileuses telles que le robinier, le bangkirai, le garapa, le cumaru, l'ipé, le teck, etc., il est préférable d'utiliser des vis en acier inoxydable austénitique A4. Elles offrent une résistance encore plus élevée aux acides organiques, à l'humidité et aux environnements salins.

**En fonction de la combinaison du type de bois et de la situation d'installation, par exemple dans des environnements particulièrement agressifs (régions côtières, piscines ou forte humidité), il peut être nécessaire d'utiliser des aciers inoxydables encore plus alliés, tels que le 1.4462 (acier duplex) ou même le 1.4529 (acier austénitique fortement allié), afin de garantir une résistance durable à la corrosion.**

### Selección de materiales para construcciones de madera

La selección de materiales se realiza básicamente según las especificaciones del Eurocódigo 3 (EN 1993-1-3), tal y como se describe en el apartado 3.1. Sin embargo, en las construcciones de madera hay que tener en cuenta además factores específicos de la madera que van más allá de la resistencia general a la corrosión. Entre ellos se incluyen, en particular, el contenido de ácidos tánicos y el contenido de aceite de la madera correspondiente. Estos componentes pueden reaccionar químicamente con la humedad en combinación con los compuestos metálicos y provocar decoloraciones o fenómenos de corrosión.

#### Selección del material adecuado de los tornillos

Los tornillos C1 (por ejemplo, acero inoxidable 1.4006) son una alternativa económica a los tornillos de acero inoxidable austénítico para aplicaciones sometidas a influencias moderadamente agresivas. Sin embargo, debido a su menor resistencia a la corrosión, solo se recomienda usarlos en zonas no expuestas a la intemperie o en tipos de madera con un bajo contenido de ácido tánico (por ejemplo, abeto, pino o haya). Si se utilizan en exteriores o en entornos húmedos, es posible que la madera se decolore en la zona de la cabeza del tornillo.

Para tipos de madera de durabilidad media y bajo contenido de taninos, como el abeto de Douglas, el alerce o el fresno, se recomiendan tornillos de acero inoxidable A2.

Para tipos de madera ricos en taninos o aceites, como la robinia, el bangkirai, el garapa, el cumarú, el ipé, la teca, etc., es preferible utilizar tornillos de acero inoxidable austénítico A4. Estos ofrecen una resistencia aún mayor frente a los ácidos orgánicos, la humedad y los entornos salinos.

**Dependiendo de la combinación del tipo de madera y la situación de instalación, por ejemplo, en entornos especialmente agresivos (regiones costeras, zonas de piscinas o alta exposición a la humedad), también puede ser necesario el uso de aceros inoxidable con aleaciones aún más altas, como 1.4462 (acero duplex) o incluso 1.4529 (acero austénítico de alta aleación), para garantizar una resistencia duradera a la corrosión.**



Résumé	Environnement	Type de bois (exemple)	Matériau recommandé
	À l'abri des intempéries, au sec	Épicéa, pin, hêtre, érable	> C1 ou A2
	Extérieur, exposition modérée aux intempéries	Douglas, mélèze, frêne	> A2
	Extérieur, fortement exposé aux intempéries/contenant de l'acide tannique/contenant de l'huile	Robinier, bangkirai, garapa, cumaru, teck, merbau, ipé	> A4
	Intérieur, atmosphère de piscine couverte <sup>1</sup> (éléments porteurs)	-	> 1.4529, 1.4565, 1.4547
Resumen	Entorno	Tipo de madera (ejemplo)	Material recomendado
	Sin exposición a la intemperie, seco	Abeto, pino, haya, arce	> C1 o A2
	Exteriores, exposición moderada a la intemperie	Abeto de Douglas, alerce, fresno	> A2
	Exteriores, alta exposición a la intemperie/contenido de ácido tánico/aceites	Robinia, bangkirai, garapa, cumarú, teca, merbau, ipé	> A4
	Interiores, ambiente de piscina cubierta <sup>1</sup> (elementos estructurales)	-	> 1.4529, 1.4565, 1.4547

<sup>1</sup>voir page 29

<sup>1</sup>Véase la página 29.

## 4 Propriétés mécaniques Propiedades mecánicas

Les propriétés mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable ainsi que leur marquage et leur contrôle sont définis dans la norme **ISO 3506**.

Ils sont classés en **quatre groupes d'acier** en fonction de leur type de structure. Les différents types d'acier inoxydable peuvent être réalisés à partir d'une multitude de matériaux et offrent différentes propriétés en termes de résistance à la corrosion et de fonctionnalité.

Las propiedades mecánicas de los elementos de unión hecho de acero inoxidable, así como su identificación y ensayo, se especifican en la norma **ISO 3506**.

Se clasifican en **cuatro grupos de aceros** según su tipo de microestructura. Los diferentes tipos de acero inoxidable pueden fabricarse a partir de una gran variedad de materiales y ofrecen diferentes propiedades de resistencia a la corrosión y propiedades funcionales.

Groupe des aciers inoxydables Grupo de aceros inoxidables	austénitique Austeníticos	martensitique Martensíticos	ferritique Ferríticos	duplex (austénitique-ferritique) Dúplex (austenítico-ferríticos)
Types d'acier inoxydable Tipos de acero inoxidable	A1 A2 A3 A4 A5 A8	C1 C4 C3	F1	D4 D5 D6 D8
Classe de résistance Clase de resistencia	50 70 80 100	50 70 110 50 70 80	45 60	70 80 100
Processus de fabrication habituel Proceso de fabricación habitual	tendre blando écrouité endurecido en frío écrouité, haute résistance endurecido en frío, alta resistencia	tendre blando traité templado tendre blando traité templado	tendre blando écrouité endurecido en frío	écrouité endurecido en frío écrouité, haute résistance endurecido en frío, alta resistencia

### 4.1 Propriétés mécaniques selon le type

### Propiedades mecánicas según el tipo

#### 4.1.1 Vis et tiges filetées

Le contrôle des vis métriques et des tiges filetées est effectué conformément à la norme ISO 3506-1. Les valeurs minimales requises varient en fonction des classes de résistance respectives. Pour les vis et les tiges filetées, les valeurs suivantes doivent être vérifiées :

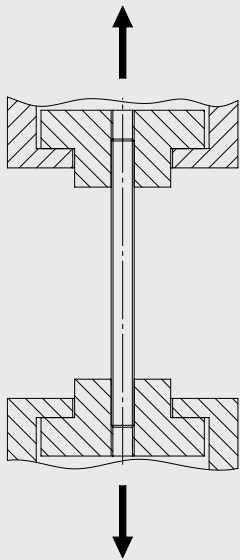
- > Résistance à la traction
- > Limite d'élasticité à 0,2 %
- > Allongement à la rupture
- > Couple de rupture

#### Tornillos y varillas roscadas

El ensayo de tornillos métricos y varillas roscadas se realiza según la norma ISO 3506-1. En este caso, los valores mínimos exigidos varían en función de las clases de resistencia correspondientes. Para tornillos y varillas roscadas, se deben comprobar los siguientes valores:

- > Resistencia a la tracción
- > Límite elástico del 0,2 %
- > Alargamiento de rotura
- > Par de rotura

Classe de résistance Clase de resistencia	Résistance à la traction Resistencia a la tracción R <sub>mf</sub> min. [MPa]	Limite d'élasticité à 0,2 % Límite elástico del 0,2 % R <sub>mf</sub> min. [MPa]	Allongement à la rupture Alargamiento de rotura A min. [mm]
50	500	210	0,6xd
70	700	450	0,4xd
80	800	600	0,3xd
100	1000	800	0,2xd



**L'essai de traction**

La détermination des valeurs caractéristiques pour la résistance à la traction, la limite d'élasticité et l'allongement à la rupture s'effectue à l'aide d'un essai de traction selon la norme ISO 6892-1.

**> Résistance à la traction**

La vis/tige filetée est placée dans la machine d'essai de traction et soumise à une traction jusqu'à ce qu'elle se rompe. L'essai de traction fait donc partie des méthodes d'essai destructives et fournit des informations sur les propriétés de résistance.

La force de rupture déterminée est ensuite multipliée par la section de tension, ce qui donne la résistance à la traction  $R_{mf}$ .

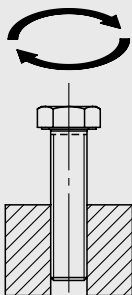
**> Limite d'élasticité**

Les matériaux laminés ou formés à froid n'ont pas de limite d'élasticité prononcée.

Pour ces matériaux, on détermine et on indique généralement une limite d'élasticité de 0,2 %. Elle décrit la contrainte de traction lors de l'essai de traction, au cours duquel l'échantillon a été étiré de 0,2 % dans la zone plastique par rapport à sa longueur initiale.

**> Allongement à la rupture**

L'allongement à la rupture décrit la différence entre la longueur initiale avant la réalisation de l'essai de traction et la longueur au moment/après la rupture de l'élément d'assemblage.



**L'essai de torsion**

Pour les éléments de fixation en acier inoxydable austénitique des classes de résistance -50, -70 et -80 qui, en raison de leur longueur trop courte, ne peuvent pas être soumis à un essai de traction, on détermine à la place le couple de rupture  $M_b$ . Pour cela, l'élément d'assemblage est serré et tordu jusqu'à ce qu'il se rompe. Le couple maximal ainsi déterminé est appelé couple de rupture.

**El ensayo de tracción**

Los valores característicos de la resistencia a la tracción, el límite elástico y el alargamiento de rotura se determinan mediante un ensayo de tracción según la norma ISO 6892-1.

**> Resistencia a la tracción**

El tornillo/la varilla roscada se coloca en la máquina de ensayo de tracción y se somete a tracción hasta que se produce una rotura. Por lo tanto, el ensayo de tracción es un método de ensayo destructivo y proporciona información sobre las propiedades de resistencia.

A continuación, la fuerza de rotura determinada se multiplica por la sección transversal de tensión, lo que da como resultado la resistencia a la tracción  $R_{mf}$ .

**> Límite elástico**

Los materiales laminados en frío o conformados en frío no tienen un límite de cedencia pronunciado.

Para estos materiales, se determina y se indica normalmente un límite elástico del 0,2 %. Describe la tensión de tracción en el ensayo de tracción, en el que la muestra se ha estirado un 0,2 % en el rango plástico en relación con la longitud inicial.

**> Alargamiento de rotura**

El alargamiento de rotura describe la diferencia entre la longitud inicial antes de realizar el ensayo de tracción y la longitud en el momento de la rotura del elemento de unión o después de ella.

**El ensayo de torsión**

Para los elementos de unión de acero inoxidable austenítico de las clases de resistencia -50, -70 y -80, que no pueden someterse a ensayos de tracción debido a que su longitud es demasiado corta, se determina en su lugar el par de rotura  $M_b$ . Para ello, se sujeta el elemento de unión y se retuerce hasta que se rompe. El par máximo determinado en este caso se denomina «par de rotura».

Filetage	Rosca	Couple minimal de rupture <sup>1</sup> Par mínimo de rotura <sup>1</sup> $M_b$ Nm		
		Classe de résistance	Clase de resistencia	
	d	50	70	80
M1,6		0,15	0,2	0,24
M2		0,3	0,4	0,48
M2,5		0,6	0,9	0,96
M3		1,1	1,6	1,8
M4		2,7	3,8	4,3
M5		5,5	7,8	8,8
M6		9,3	13	15
M8		23	32	37
M10		46	65	74
M12		80	110	130
M16		210	290	330

<sup>1</sup>L'entraînement et/ou l'entraînement interne de l'élément d'assemblage n'est/ne sont pas toujours en mesure de fournir le couple de rupture minimal indiqué dans ce tableau ; cela ne doit pas constituer un motif de refus.

<sup>1</sup>El accionamiento y/o el accionamiento interno del elemento de unión no siempre son capaces de aplicar el par de rotura mínimo indicado en esta tabla; esto no debe ser motivo de rechazo.

## 4 Propriétés mécaniques Propiedades mecánicas

## 4.1.2 Écrous

Le contrôle des écrous est effectué conformément à la norme ISO 3506-2.

Les valeurs minimales requises varient en fonction des classes de résistance respectives.

Pour les écrous, les valeurs suivantes doivent être vérifiées :

## &gt; Contrainte sous la force d'essai

Contrairement aux vis, les écrous sont classés en fonction de leur résistance : écrous normaux, écrous hauts ou écrous bas. En raison de la hauteur réduite de l'écrou et donc du nombre réduit de pas de filet, les valeurs de force d'essai sont également réduites.

## Tuercas

El ensayo de tuercas se realiza según la norma ISO 3506-2.

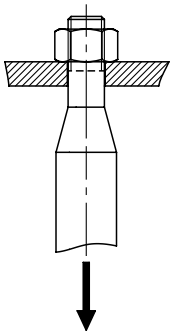
En este caso, los valores mínimos exigidos varían en función de las clases de resistencia correspondientes.

Para las tuercas, se deben comprobar los siguientes valores:

## &gt; Tensión bajo fuerza de prueba

A diferencia de los tornillos, en el caso de las tuercas se distingue entre clases de resistencia según se trate de tuercas normales y de alta resistencia o de tuercas de baja resistencia. Debido a la altura reducida de la tuerca y, por lo tanto, al menor número de roscas, también se reducen los valores de fuerza de prueba.

Écrous normaux et écrous hauts Tuercas normales y tuercas de alta resistencia		Écrous bas Tuercas de baja resistencia	
Classe de résistance Clase de resistencia	Contrainte sous la force d'essai Tensión bajo fuerza de prueba $S_p$ [MPa]	Classe de résistance Clase de resistencia	Contrainte sous la force d'essai Tensión bajo fuerza de prueba $S_p$ [MPa]
50	500	025	250
70	700	035	350
80	800	040	400
100	1000	050	500



## Le test de force d'essai

Le test de force d'essai est également réalisé à l'aide d'une machine d'essai de traction.

Contrairement à l'essai de traction, les écrous ne sont toutefois pas soumis à une charge jusqu'à la rupture, mais vissés sur un mandrin d'essai trempé et tirés contre une plaque également trempée.

La force d'essai spécifiée par la classe de résistance est appliquée axialement à l'écrou dans un essai de traction ou de compression et maintenue pendant 15 secondes. Pendant l'essai, l'écrou ne doit pas être retiré ni se casser. Lorsque la contrainte est supprimée, l'écrou doit pouvoir être déplacé à la main sur le mandrin d'essai.

## El ensayo de fuerza de prueba

El ensayo de fuerza de prueba también se realiza con una máquina de ensayo de tracción.

A diferencia del ensayo de tracción, las tuercas no se someten a una carga hasta su rotura, sino que se atornillan a un mandril endurecido y se tensan contra una placa también endurecida.

La fuerza de prueba especificada por la clase de resistencia se aplica axialmente a la tuerca en un ensayo de tracción o compresión y se mantiene durante 15 segundos. Durante el ensayo, la tuerca no debe separarse ni romperse. Después de quitar la carga, la tuerca debe poder moverse manualmente sobre el mandril de ensayo.

4.1.3 **Vis sans tête**

Les vis sans tête et les pièces similaires non soumises à la traction sont contrôlées conformément à la norme ISO 3506-3.

En raison de leur utilisation, ces éléments de fixation ne sont pas soumis à un essai de traction.

Afin de leur attribuer tout de même une sorte de classe de résistance, l'essai de dureté et l'essai de torsion ont été définis comme essais. Ces essais permettent seulement de classer les matériaux en deux catégories de dureté :

Classe de dureté		Classe de dureza		12H		21H	
HV	Dureté Vickers	Dureza Vickers	min.	125	210		

**Espárragos**

Los espárragos y otras piezas similares que no estén sometidas a tracción se ensayan según la norma ISO 3506-3.

Dada su aplicación, estos elementos de unión no se someten a ensayos de tracción.

Sin embargo, para poder asignarles una clase de resistencia, se estableció como prueba el ensayo de dureza y el ensayo de torsión. A partir de estos ensayos se realiza la clasificación en solo dos clases de dureza:



**L'essai de dureté**

L'essai de dureté est effectué selon les normes ISO 6507-1 (HV), ISO 6508-1 (HRC) ou ISO 6506-1 (HBW).

Dans ce cas, un poinçon, dont la géométrie dépend de la méthode d'essai, est enfoncé dans l'élément d'assemblage avec une force d'essai prédéterminée. Après une durée également prédéfinie, la géométrie de l'empreinte causée par le poinçon peut être mesurée. La dureté est déterminée à l'aide d'une formule basée sur cette géométrie.

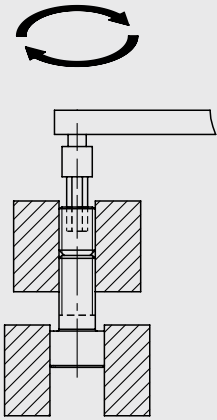
**El ensayo de dureza**

El ensayo de dureza se realiza según las normas ISO 6507-1 (HV), ISO 6508-1 (HRC) o ISO 6506-1 (HBW).

En este caso, se presiona un penetrador, cuya geometría depende del método de ensayo, con una fuerza de prueba predeterminada en el elemento de unión. Tras un tiempo de permanencia igualmente predefinido, se puede medir la geometría de la huella causada por el penetrador. A partir de esta geometría se determina la dureza mediante una fórmula.

Méthode d'essai Método de ensayo	Classe de dureté Clase de dureza			
	12H		21H	
	min.	max.	min.	max.
<b>HV</b> Dureté Vickers Dureza Vickers	125	209	210	—
<b>HB</b> Dureté Brinell Dureza Brinell	123	213	214	—
<b>HRB</b> Dureté Rockwell Dureza Rockwell	70	95	96	—

4 Propriétés mécaniques Propiedades mecánicas



**L'essai de torsion**

L'essai de torsion a pour but de déterminer la résistance à la torsion de la vis à six pans creux/étoile. Pour cela, la vis sans tête est vissée dans un bloc d'essai de manière à ce que sa face frontale affleure la surface du bloc d'essai et que son extrémité repose sur un support fixe, par exemple une contre-vis vissée de l'autre côté.

L'insert de contrôle doit être inséré dans l'empreinte hexagonale jusqu'à la profondeur de pénétration maximale.

Lors du serrage, la vis sans tête doit résister au couple d'essai indiqué dans le tableau ci-dessous sans rupture, fissuration ou arrachement du filetage.

**El ensayo de torsión**

El objetivo del ensayo de torsión es determinar la resistencia a la torsión del hexágono interior/hexágono redondeado interior. Para ello, se atornilla el espárrago en un bloque de ensayo de tal manera que la superficie frontal del espárrago quede alineada con la superficie del bloque de ensayo y el extremo repose sobre un soporte fijo, como, por ejemplo, un tornillo de contraapoyo que se atornilla desde el otro lado.

La punta de ensayo debe introducirse en el hexágono interior hasta alcanzar la profundidad de penetración total.

Al apretarlo, el espárrago debe soportar el par de ensayo indicado en la tabla siguiente sin romperse, sin agrietarse ni que se dañe la rosca.

**Exigences relatives au couple d'essai**

**Requisitos para el par de ensayo**

Diamètre nominal du filetage Diámetro nominal de la rosca d	Longueur minimale <sup>1</sup> des vis sans tête à contrôler Longitud mínima <sup>1</sup> de los espárragos que se van a comprobar				Clase de dureté Clase de dureza	
	mm				12H	21H
	Pointe du cône Punta plana	Pointe Punta	Tenon Pasador	Tranchant circulaire Punta acopada	Couple d'essai Par de ensayo Nm min	
1,6	2,5	3	3	2,5	0,03	0,05
2	4	4	4	3	0,06	0,1
2,5	4	4	5	4	0,18	0,3
3	4	5	6	5	0,25	0,42
4	5	6	8	6	0,8	1,4
5	6	8	8	6	1,7	2,8
6	8	8	10	8	3	5
8	10	10	12	10	7	12
10	12	12	16	12	14	24
12	16	16	2	16	25	42
16	20	20	25	20	63	105
20	25	25	30	25	126	210
24	30	30	35	30	200	332

<sup>1</sup>Les longueurs minimales d'essai sont celles indiquées dans la norme produit sous la ligne pointillée, c'est-à-dire les longueurs avec une profondeur de pénétration normale de la vis à six pans creux.

<sup>1</sup>Las longitudes mínimas de ensayo son las indicadas en la norma del producto debajo de la línea punteada, es decir, las longitudes con una profundidad de penetración normal del hexágono interior.

#### 4.1.4 Vis à tôle

Les vis à tôle sont contrôlées conformément aux exigences de la norme ISO 3506-4. Les valeurs minimales requises varient en fonction des classes de dureté respectives.

Les essais visent à garantir que les vis à tôle en acier inoxydable forment leur contre-filetage dans des matériaux tels que l'aluminium, dans lesquels elles sont généralement vissées, sans déformer leur propre filetage et sans se casser lors du vissage ou du fonctionnement.

Pour les vis à tôle austénitiques, les valeurs suivantes doivent être vérifiées :

- > Essai de dureté
- > Résistance à la torsion
- > Essai de vissage

D'autres essais, tels que l'extraction à partir de différents matériaux ou l'essai de cisaillement, ne sont pas exigés par la norme et doivent être effectués individuellement.

#### L'essai de dureté

Pour les vis à tôle austénitiques, le contrôle de la dureté du noyau doit être effectué conformément à la norme ISO 6507-1 (HV).

Pour cela, un poinçon, dont la géométrie dépend de la méthode d'essai, est enfoncé avec une force d'essai prédéterminée dans une coupe transversale de la vis à tôle. Après une durée également prédéfinie, la géométrie de l'empreinte causée par le poinçon peut être mesurée. La dureté est déterminée à l'aide d'une formule basée sur cette géométrie.

#### Tornillos para chapa

Los tornillos para chapa se someten a ensayo según los requisitos de la norma ISO 3506-4. En este caso, los valores mínimos exigidos varían en función de las respectivas clases de dureza.

Los ensayos sirven para garantizar que los tornillos para chapa de acero inoxidable se enrosquen en materiales como el aluminio, en los que se suelen atornillar, sin que se deforme su propio rosca y sin romperse durante el atornillado o el funcionamiento.

Para los tornillos para chapa austeníticos, se deben comprobar los siguientes valores:

- > Ensayo de dureza
- > Resistencia a la torsión
- > Ensayo de atornillado

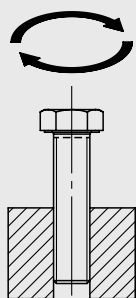
Otros ensayos, como, por ejemplo, la extracción de diferentes materiales o el ensayo de cizallamiento, no son exigidos por la normativa y deben realizarse de forma individual.

#### El ensayo de dureza

En el caso de los tornillos para chapa austeníticos, el ensayo de dureza del núcleo debe realizarse según la norma ISO 6507-1 (HV). Para ello, se introduce un penetrador, cuya geometría depende del método de ensayo, con una fuerza de prueba predeterminada en una sección transversal del tornillo para chapa. Tras un tiempo de permanencia igualmente predefinido, se puede medir la geometría de la huella causada por el penetrador. A partir de esta geometría se determina la dureza mediante una fórmula.

Groupe d'acier Grupo de aceros	Type d'acier Tipo de acero	Classe de dureté Clase de dureza	Dureté au cœur Dureza del núcleo HV min
Austénitique Austenítico	A2, A3, A4, A5	20H	200
		25H	250

## 4 Propriétés mécaniques Propiedades mecánicas

**L'essai de torsion**

Lors de l'essai de torsion, la vis à tôle doit être serrée dans un dispositif d'essai de manière à ce qu'au moins deux pas de filet complets dépassent du dispositif de serrage.

Un couple est appliqué à la vis jusqu'à ce qu'elle se rompe.

Les vis à tôle doivent atteindre les couples de rupture minimaux spécifiés.

**El ensayo de torsión**

En el ensayo de torsión, el tornillo para chapa debe fijarse en un dispositivo de ensayo de manera que al menos dos vueltas completas de rosca sobresalgan del dispositivo de sujeción.

Se aplica un par de apriete al tornillo hasta que se produce la rotura.

Los tornillos para chapa deben alcanzar los pares de rotura mínimos especificados.

**Couple de rupture Par de rotura**
 $M_b$  Nm min

**Filetage Rosca**  
**d**
**Classe de dureté Clase de dureza**

	20H	25H	30H	40H
<b>ST2,6</b>	0,64	0,8	0,9	1
<b>ST2,9</b>	1	1,2	1,4	1,5
<b>ST3,3</b>	1,3	1,6	1,8	2
<b>ST3,5</b>	1,7	2,2	2,4	2,7
<b>ST3,9</b>	2,3	2,9	3,3	3,6
<b>ST4,2</b>	2,8	3,5	3,9	4,4
<b>ST4,8</b>	4,4	5,5	6,2	6,9
<b>ST5,5</b>	6,9	8,7	9,7	10,8
<b>ST6,3</b>	11,4	14,2	15,9	17,7
<b>ST8</b>	23,5	29,4	32,9	36,5

**L'essai de vissage**

L'essai de vissage sert à garantir que la vis à tôle testée est capable de former son contre-filetage sans déformer son propre filetage.

Pour cela, les vis sont vissées dans des plaques d'essai en aluminium prédéfinies et pré-perçées. Si l'état du filetage après le dévissage correspond à l'état avant le vissage et qu'aucun écart dimensionnel ni aucun dommage n'est visible, l'essai de vissage est considéré comme réussi.

**El ensayo de atornillado**

El ensayo de atornillado sirve para garantizar que el tornillo para chapa metálico sometido a ensayo sea capaz de enroscarse sin que se produzca una deformación de su propio rosca.

Para ello, los tornillos se atornillan en placas de ensayo de aluminio predefinidas y pretaladradas. Si el estado de la rosca del tornillo después de desenroscarlo es el mismo que antes de enroscarlo y no se observan desviaciones dimensionales ni daños, el ensayo de enroscado se considerará satisfactorio.

4.1.5 **Rondelles**

Jusqu'à présent, le contrôle des rondelles s'effectuait exclusivement selon les spécifications des différentes normes produit. La norme ISO 3506-7 a été publiée en juillet 2024 publiée. Elle a pour objectif de fournir un document de référence pour les rondelles en acier inoxydable afin de normaliser les attentes et les exigences du marché.

De nouvelles classes de résistance pour les rondelles ainsi que des valeurs limites pour l'épaisseur des rondelles ont ainsi été introduites.

**Arandelas**

Hasta ahora, la comprobación de las arandelas se ha realizado exclusivamente según las especificaciones de las normas de producto individuales. Desde julio de 2024 está publicada la norma ISO 3506-7, cuyo objetivo es proporcionar un documento de referencia para las arandelas de acero inoxidable con el fin de estandarizar las expectativas y los requisitos del mercado.

Así, se han introducido nuevas clases de resistencia para las arandelas, así como los valores límite para su grosor.

Classe de résistance Clase de resistencia	Épaisseur maximale pour Grosor máximo para $t_{nom}$ [mm]									
	Austénitique Austenítico				Ferritique Ferrítico			Duplex Dúplex		
	A2	A3	A4	A5	A8	F1	D2	D4	D6	D8
<b>100HV</b>	6	6	6	6	<sup>1</sup>	6			<sup>1</sup>	
<b>200HV</b>	4	4	4	3	6	<sup>2</sup>	6	6	6	6
<b>300HV</b>	4	3	3	3	<sup>3</sup>	2			<sup>3</sup>	

<sup>1</sup>La classe de résistance 100HV ne s'applique pas, car les valeurs de dureté des matières premières sont généralement supérieures à 200HV.

<sup>2</sup>Les classes de résistance 200HV et 300HV ne s'appliquent pas, car la dureté maximale est généralement inférieure à 200HV.

<sup>3</sup>Disponibilité critique des matières premières plates pour cette classe de résistance : la disponibilité doit être vérifiée entre l'acheteur et le fabricant avant la commande.

<sup>1</sup> La clase de resistencia 100HV no es aplicable, ya que los valores de dureza de las materias primas suelen superar 200HV.

<sup>2</sup>Las clases de resistencia 200HV y 300HV no son aplicables, ya que la dureza máxima suele ser inferior a 200HV.

<sup>3</sup> Disponibilidad crítica de materias primas planas en relación con esta clase de resistencia: la disponibilidad debe ser verificada entre el comprador y el fabricante antes de realizar el pedido.

Ces réglementations ne correspondent que partiellement aux normes existantes issues des normes produit 140HV et 200HV. Que le contrôle soit effectué selon la norme produit ou selon la norme ISO 3506-7, l'essai de dureté est déterminant pour les rondelles.

Estas regulaciones solo se ajustan parcialmente a las normas vigentes de las normas de producto 140HV y 200HV. Independientemente de si el ensayo se realiza según la norma del producto o la norma ISO 3506-7, el ensayo de dureza es determinante para las arandelas.



### L'essai de dureté

Pour les rondelles, le contrôle de la dureté est effectué conformément à la norme ISO 6507-1 (HV).

Pour cela, un poinçon, dont la géométrie dépend de la méthode d'essai, est enfoncé dans la surface de la rondelle avec une force d'essai prédéterminée. Après une durée également prédéfinie, la géométrie de l'empreinte causée par le poinçon peut être mesurée. La dureté est déterminée à l'aide d'une formule basée sur cette géométrie. Il convient toutefois de noter que la force d'essai à appliquer varie en fonction de l'épaisseur du matériau et de la classe de résistance.

### El ensayo de dureza

En el caso de las arandelas, la dureza se comprueba según la norma ISO 6507-1 (HV).

Para ello, se presiona un penetrador, cuya geometría depende del método de ensayo, con una fuerza de prueba predeterminada, sobre la superficie de la arandela. Tras un tiempo de permanencia igualmente predefinido, se puede medir la geometría de la huella causada por el penetrador. A partir de esta geometría se determina la dureza mediante una fórmula. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la fuerza de prueba aplicada varía en función del grosor del material y de la clase de resistencia.

Épaisseur Grosor $t_{eff}$ [mm]	Force d'essai Fuerza de prueba		F <sup>1</sup>
	Classe de résistance 100HV	Clase de resistencia 200HV	
$\geq 0,60$	HV 10		HV 30
$0,45 \leq t_{eff} < 0,60$	HV 5	HV 10	HV 10
$0,35 \leq t_{eff} < 0,45$			
$0,30 \leq t_{eff} < 0,35$	HV 2	HV 5	
$0,25 \leq t_{eff} < 0,30$			HV 5
$0,20 \leq t_{eff} < 0,25$	HV 1	HV 2	
$0,15 \leq t_{eff} < 0,20$		HV 1	HV 2
$0,10 \leq t_{eff} < 0,15$	–	–	HV 1

<sup>1</sup>Basé sur la formule Basado en la fórmula  $F = (t_{eff}^2 \cdot HV)/0,39$

#### 4.2 Classes de résistance acier inoxydable/acier

La désignation des classes de résistance des vis et écrous en acier inoxydable et en acier diffère considérablement. Cependant, les propriétés mécaniques sont toujours les mêmes, même si elles diffèrent les unes des autres. Vous trouverez ci-dessous une comparaison des classes de résistance les plus courantes.

#### Clases de resistencia del acero inoxidable/acero

La denominación de las clases de resistencia de los tornillos y tuercas de acero inoxidable y acero difiere considerablemente entre sí. Sin embargo, siempre se hallan detrás las mismas propiedades mecánicas, aunque estas difieran entre sí. A continuación se muestra una comparación de las clases de resistencia más frecuentes.

##### 4.2.1

#### Vis

#### Tornillos

Matériau		Classe de résistance	Résistance à la traction	Limite d'allongement/limite d'élasticité
Material		Clase de resistencia	Resistencia a la tracción	Límite de cedencia/elástico
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-50	500 N/mm <sup>2</sup>	210 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	-5,8	500 N/mm <sup>2</sup>	400 N/mm <sup>2</sup>
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-70	700 N/mm <sup>2</sup>	450 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	6,8	600 N/mm <sup>2</sup>	480 N/mm <sup>2</sup>
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-80	800 N/mm <sup>2</sup>	600 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	8,8	800 N/mm <sup>2</sup>	640 N/mm <sup>2</sup>
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-100	1 000 N/mm <sup>2</sup>	800 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	10,9	1 000 N/mm <sup>2</sup>	900 N/mm <sup>2</sup>

##### 4.2.2

#### Écrous

#### Tuercas

Matériau		Classe de résistance	Contrainte sous la force d'essai
Material		Clase de resistencia	Tensión bajo fuerza de prueba
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-50	500 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	5	500 N/mm <sup>2</sup>
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-70	700 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	6	600 N/mm <sup>2</sup>
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-80	800 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	8	800 N/mm <sup>2</sup>
Acier inoxydable	Acero inoxidable	-100	1 000 N/mm <sup>2</sup>
Acier	Acero	10	1 000 N/mm <sup>2</sup>



### 4.3 Écrouissage

L'écrouissage se produit lorsque des matériaux métalliques sont déformés en dessous de leur température de recristallisation. Cela entraîne une augmentation de la résistance et de la dureté du matériau grâce à l'augmentation de la densité de dislocation dans le réseau cristallin.

Cet effet secondaire est particulièrement exploité pour les composants formés à froid, tels que les éléments de fixation en acier inoxydable, car ceux-ci peuvent supporter des contraintes mécaniques plus élevées et les surfaces des composants sont souvent plus lisses, avec des tolérances dimensionnelles plus strictes, ce qui améliore la qualité globale.

### Endurecimiento por deformación en frío

El endurecimiento por deformación en frío se produce cuando los materiales metálicos se deforman por debajo de su temperatura de recristalización. Esto provoca un aumento de la resistencia y la dureza del material debido al incremento de la densidad de dislocaciones en la red cristalina.

Este efecto secundario se aprovecha especialmente en componentes conformados en frío, como los elementos de unión de acero inoxidable. Esto se debe a que los elementos de unión pueden soportar cargas mecánicas más elevadas y las superficies de los componentes suelen ser más lisas, con tolerancias dimensionales más estrictas, lo que mejora la calidad general.

### 4.4 Propriétés magnétiques des aciers inoxydables

Les propriétés magnétiques des aciers inoxydables sont souvent considérées à tort comme un critère de qualité. Les éléments de fixation en acier inoxydable austénitique sont particulièrement concernés par cette idée reçue. Or, la perméabilité dépend avant tout de la structure métallurgique, par exemple austénitique, ferritique, etc.

L'**acier inoxydable austénitique** se caractérise par un réseau cristallin cubique à faces centrées.

À l'état recuit, il est amagnétique et présente une perméabilité proche de 1.

Cependant, la déformation à froid peut entraîner la formation de martensite de déformation, rendant ainsi les aciers inoxydables austénitiques légèrement magnétiques. Il n'est donc pas rare que les éléments de fixation en acier inoxydable fabriqués par formage à froid soient légèrement magnétiques.

C'est pourquoi cela ne constitue pas un critère de qualité.

### Propiedades magnéticas de los aceros inoxidables

A menudo, las propiedades magnéticas de los aceros inoxidables se utilizan erróneamente como indicador de calidad. Esto afecta especialmente a los elementos de unión hechos de aceros inoxidables austéniticos. Sin embargo, lo decisivo para la permeabilidad es, en primer lugar, la estructura, como, por ejemplo, austenítica, ferrítica, etc.

El **acero inoxidable austénítico** se caracteriza por una red cristalina cúbica centrada en la superficie.

En estado recocido en solución, no es magnético y presenta permeabilidades cercanas a 1.

Sin embargo, la deformación en frío puede hacer que aparezca martensita de deformación, por lo que incluso los aceros inoxidables austéniticos pueden volverse ligeramente magnéticos. Por lo tanto, no es raro que los elementos de unión de acero inoxidable fabricados mediante conformado en frío sean ligeramente magnéticos.

Por este motivo, no constituye una característica de calidad.



## 5 Marquage des éléments de fixation Identificación de elementos de unión

Les éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion doivent faire l'objet d'un marquage. Le marquage figure également dans la norme ISO 3506 et doit toujours comporter l'**identifiant du fabricant**, le **type d'acier** et la **classe de résistance**. Par dérogation à cette règle, le marquage des boulons filetés et des tiges filetées est défini dans la norme DIN 976-1.

Los elementos de unión fabricados con aceros inoxidables resistentes a la corrosión deben estar identificados. La identificación también se encuentra en la norma ISO 3506 y debe incluir siempre la **identificación del fabricante**, el **tipo de acero** y la **clase de resistencia**. Por el contrario, la identificación de pernos roscados y varillas roscadas se encuentra en la norma DIN 976-1.

### 5.1 Marquage des vis

Les vis à six pans et les vis à tête cylindrique à six pans creux ou étoiles doivent être marquées à partir du diamètre nominal M5 conformément au système de désignation de la norme ISO 3506-1. Dans la mesure du possible, le marquage doit être apposé sur la tête de vis.

Il convient toutefois de noter qu'en matière de marquage, une distinction est faite entre les vis présentant une capacité de charge maximale et les vis présentant une **capacité de charge réduite**.

#### > Vis à pleine capacité de charge

Une vis en acier inoxydable à pleine capacité de charge est un élément d'assemblage fini, normalisé ou non, qui, lors d'un essai jusqu'à la rupture,

1. dans la longueur libre du filetage ou dans la tige sans filetage se brise *et*
2. atteint la force de rupture minimale  $F_{mf}$  *et/ou*
3. atteint le couple de rupture minimal  $M_B$ .

### Identificación de tornillos

Los tornillos hexagonales y los tornillos de cabeza cilíndrica con hexágono interior o hexágono interior redondeado deben identificarse a partir del diámetro nominal M5, de acuerdo con el sistema de designación de la norma ISO 3506-1. Siempre que sea posible, la identificación debe realizarse en la cabeza del tornillo.

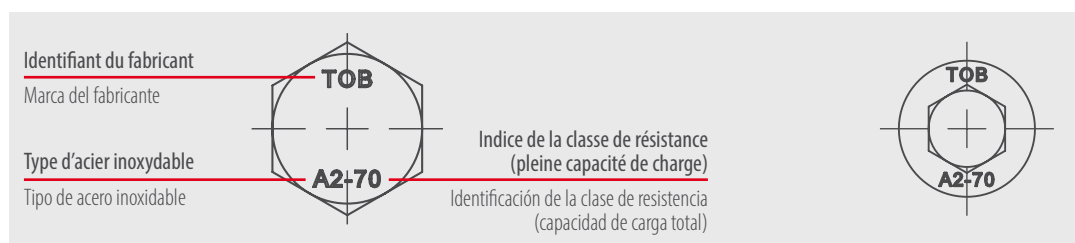
Sin embargo, hay que tener en cuenta que, en lo que respecta a la identificación, se distingue entre tornillos con **capacidad de carga total** y tornillos con **capacidad de carga reducida**.

#### > Tornillos con capacidad de carga total

Un tornillo de acero inoxidable con capacidad de carga total es un elemento de unión acabado, normalizado o no, que, al someterse a ensayo hasta su rotura

1. se rompe en la longitud de la rosca de carga libre o en el vástago sin rosca y
2. alcanza la fuerza mínima de rotura  $F_{mf}$  *y/o*
3. alcanza el par mínimo de rotura  $M_B$ .

Exemples Ejemplos  
ISO 4017, ISO 4762



Classe de résistance	Clase de resistencia	45	50	60	70	80	100	110
Identifiant	Identificación	45	50	60	70	80	100	110

5 Marquage des éléments de fixation Identificación de elementos de unión

> Vis à capacité de charge réduite

Une vis en acier inoxydable à capacité de charge réduite est un élément d'assemblage fini, normalisé ou non, qui, en raison de sa géométrie, ne répond pas aux exigences de résistance à la traction ou à la torsion lorsqu'il est soumis à un essai de rupture. De plus, on distingue ici si la vis peut être soumise à un essai de traction en raison de sa longueur.

Il existe essentiellement trois raisons géométriques expliquant la capacité de charge réduite des éléments de fixation. L'élément d'assemblage a :

1. une tête basse avec ou sans entraînement externe *ou*
2. une tête basse ronde ou basse cylindrique à entraînement interne *ou*
3. une tête fraisée à entraînement interne

> Tornillos con capacidad de carga reducida

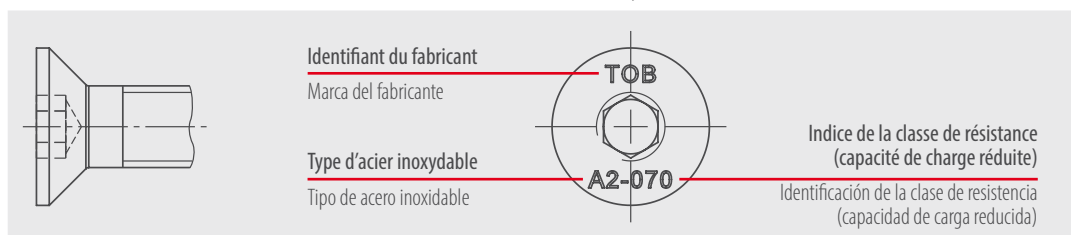
Un tornillo de acero inoxidable con capacidad de carga reducida es un elemento de unión acabado, normalizado o no, que, debido a su geometría, no cumple los requisitos de capacidad de carga bajo tracción o torsión cuando se somete a ensayos de rotura. Además, en este caso se distingue si el tornillo puede someterse a un ensayo de tracción debido a su longitud.

Existen básicamente tres razones geométricas que explican la reducción de la capacidad de carga de los elementos de unión. El elemento de unión tiene:

1. una cabeza baja con o sin accionamiento externo *o*
2. una cabeza cilíndrica baja redonda o baja con accionamiento interno *o*
3. un tornillo de cabeza avellanada con accionamiento interno

Vis à capacité de charge réduite pouvant être soumises à un essai de traction ( $b \geq 3d$ ) :

Tornillos con capacidad de carga reducida que pueden someterse a un ensayo de tracción ( $b \geq 3d$ ):



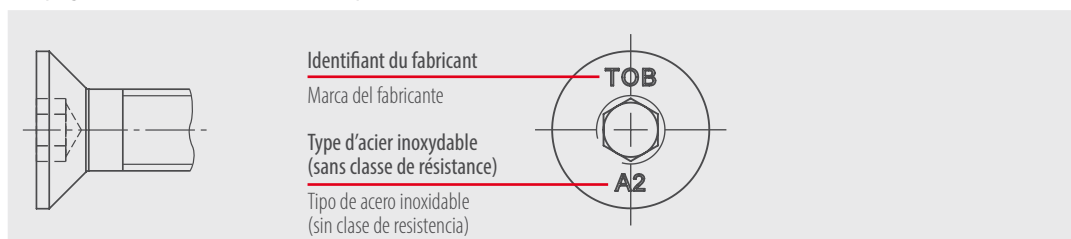
Le chiffre « 0 » doit être ajouté devant le code des vis à capacité de charge réduite.

La identificación de los tornillos con capacidad de carga reducida debe ir precedida del número «0».

Classe de résistance	Clase de resistencia	45	50	60	70	80	100	110
Marquage	Identificación	045	050	060	070	080	0100	0110

Pour les vis présentant une capacité de charge réduite, qui, en raison de leur faible longueur ( $b < 3d$ ), ne peuvent être soumises à aucun essai de traction sur la partie filetée, le marquage de la classe de résistance ne doit pas être utilisé.

En el caso de tornillos con capacidad de carga reducida que, debido a su corta longitud ( $b < 3d$ ), no pueden someterse a ensayos de tracción en la parte roscada, no se debe utilizar la identificación de la clase de resistencia.



Exemples Ejemplos  
ISO 10642, ISO 7380

**> Autres types de vis**

Les autres types de vis doivent, dans la mesure du possible, être marqués de la même manière, de préférence sur la tête.

**Marquage des goujons filetés**

Les goujons filetés d'un diamètre nominal de filetage  $d \geq 5$  mm pour tous les types d'aciers inoxydables et pour toutes les classes de résistance doivent être marqués avec le **type d'acier**, la **classe de résistance** (goujon avec **pleine capacité de charge** ou goujons avec **capacité de charge réduite**, par exemple avec tige d'expansion) et avec **l'identifiant du fabricant**.

Le marquage doit être effectué sur la tige non filetée de la vis sans tête.

Si le marquage n'est pas possible sur la tige non filetée, le marquage de la vis sans tête sur l'extrémité côté écrou est autorisé, à condition d'indiquer le type d'acier inoxydable.

**> Otros tipos de tornillos**

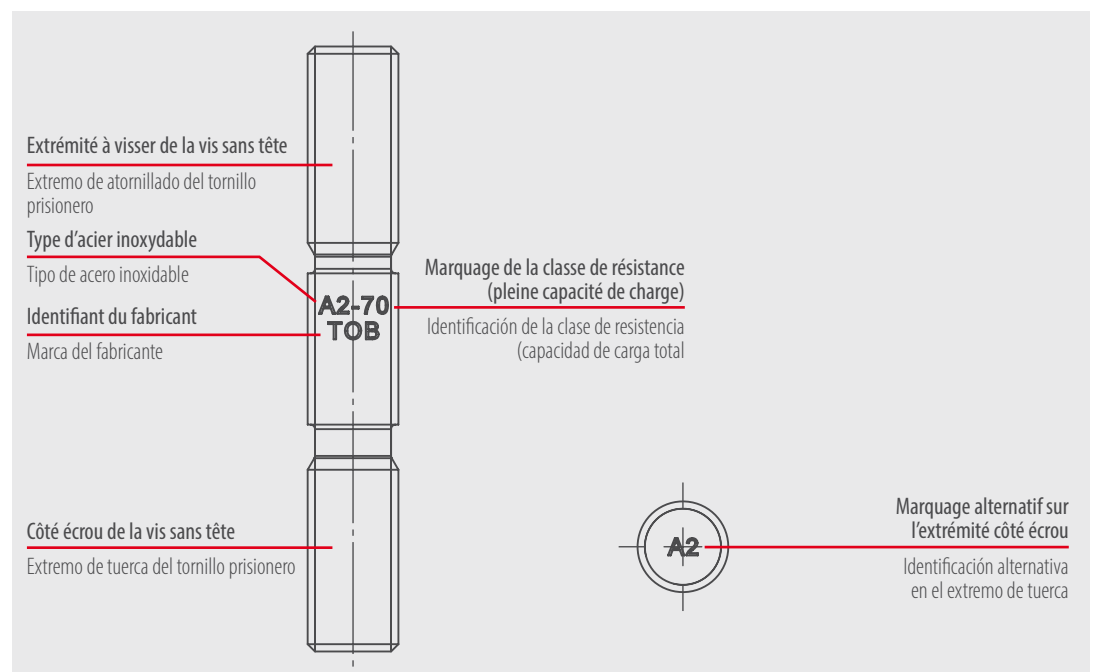
Otros tipos de tornillos deben identificarse de la misma manera, preferiblemente en la cabeza, siempre que sea posible.

**Identificación de tornillos prisioneros**

Los tornillos prisioneros con un diámetro nominal de rosca  $d \geq 5$  mm deben identificarse para todos los tipos de aceros inoxidable y para todas las clases de resistencia con el **tipo de acero**, la **identificación de la clase de resistencia** (tornillo prisionero con **capacidad de carga total** o tornillos prisioneros con **capacidad de carga reducida**, como, por ejemplo, con vástago elástico) y con la **marca del fabricante**.

La identificación debe realizarse en el vástago sin rosca del tornillo prisionero.

Si no es posible realizar la identificación en el vástago sin rosca, se permite identificar el tornillo prisionero únicamente en el extremo de tuerca, indicando el tipo de acero inoxidable.



5 Marquage des éléments de fixation Identificación de elementos de unión

5.2 Marquage des écrous

Les écrous d'un diamètre nominal supérieur ou égal à M5 doivent être clairement identifiés conformément au système de désignation de la norme ISO 3506-2. Le marquage doit être apposé de préférence sur la face supérieure de l'écrou, en creux ou en relief, ou sur la surface de clé de l'écrou, en creux. Pour les écrous à bride, le marquage doit être apposé sur la bride si le processus de fabrication ne permet pas de marquer la partie supérieure de l'écrou. En ce qui concerne le marquage, on distingue également les écrous à **pleine capacité de charge** et les écrous à **capacité de charge réduite**.

Identificación de tuercas

Las tuercas con un diámetro nominal a partir de M5 deben identificarse claramente según el sistema de designación de la norma ISO 3506-2. La identificación debe estar preferiblemente grabada o en relieve en la parte superior de la tuerca, o bien grabada en la superficie de llave de la tuerca. En el caso de las tuercas con brida, la identificación debe colocarse en la brida, siempre que el proceso de fabricación no permita la identificación en la parte superior de la tuerca. En el caso de las tuercas, también se distingue entre tuercas con **capacidad de carga total** y tuercas con **capacidad de carga reducida** en lo que respecta a la identificación.

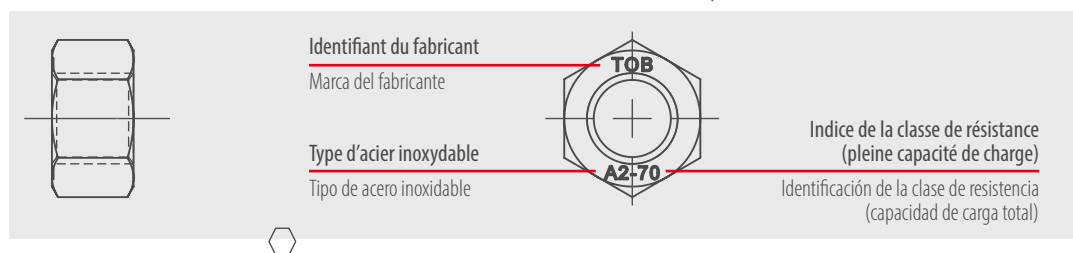
> Écrous à pleine capacité de charge

Les écrous à pleine capacité de charge sont appelés écrous **normaux** et **hauts**.

> Tuercas con capacidad de carga total

En el caso de las tuercas con capacidad de carga total, se habla de **tuercas normales** y **tuercas de alta resistencia**.

Exemples Ejemplos  
DIN 934, ISO 4032,  
DIN 985, DIN 6923



Classe de résistance	Clase de resistencia	45	50	60	70	80	100	110
Identifiant	Identificación	45	50	60	70	80	100	110

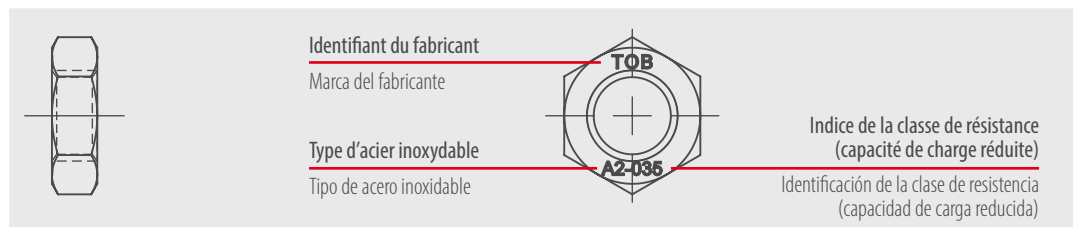
> Écrous à capacité de charge réduite

Les écrous à faible capacité de charge sont appelés **écrous bas**.

> Tuercas con capacidad de carga reducida

Las tuercas con baja capacidad de carga se denominan **tuercas de baja resistencia**.

Exemple Ejemplo  
DIN 439, DIN 936, ISO 4035



Le marquage des écrous à capacité de charge réduite doit être précédé du chiffre «0».

La identificación de las tuercas con capacidad de carga reducida debe ir precedida del número «0».

Classe de résistance	Clase de resistencia	45	50	60	70	80	100	110
Identifiant	Identificación	022	025	030	035	040	050	055

### 5.3 Marquage des rondelles

Pendant longtemps, le marquage des rondelles n'était pas réglementé et n'était exigé que dans des cas particuliers, à la demande du client. Cela a changé en juillet 2024 avec la publication de la septième partie de la norme ISO 3506.

Cette partie avait pour objectif de fournir un document de référence pour les rondelles en acier inoxydable afin de normaliser les attentes et les exigences du marché. Les rondelles fabriquées conformément aux exigences de cette norme doivent être marquées conformément à celle-ci.

**Info :** il convient toutefois de mentionner qu'à la date de publication de cette brochure, il n'existe aucune norme produit qui fasse référence à la norme ISO 3506-7 et exige un marquage conforme à celle-ci.

Étant donné que le marquage des rondelles peut poser des problèmes de lisibilité du point de vue technique, il existe deux possibilités pour les marquer :

#### > Marquage complet

Le marquage complet s'effectue selon le même schéma que pour les vis et les écrous.

### Identificación de arandelas

Durante mucho tiempo, la identificación de las arandelas no estaba regulada y solo se exigía en casos concretos a petición del cliente. Esto cambió en julio de 2024 con la publicación de la séptima parte de la norma ISO 3506.

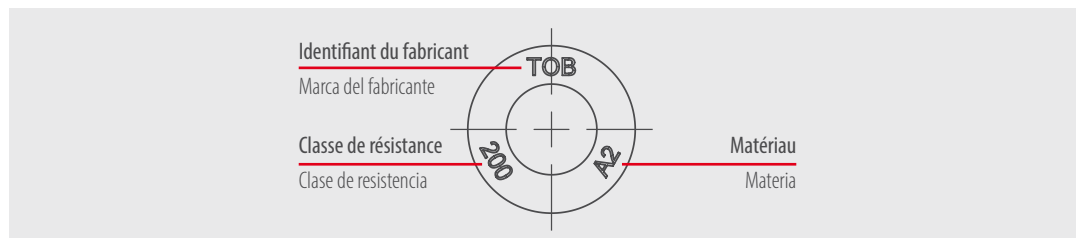
El objetivo de esta parte era proporcionar un documento de referencia para las arandelas de acero inoxidable con el fin de estandarizar las expectativas y los requisitos del mercado. Las arandelas fabricadas según los requisitos de esta norma deben estar identificadas de acuerdo con ella.

**Información:** Sin embargo, cabe mencionar que, en el momento de la publicación de este folleto, no existe ninguna norma de producto que haga referencia a la norma ISO 3506-7 y que exija la identificación de acuerdo con ella.

Dado que la identificación de las arandelas puede resultar problemática desde el punto de vista técnico en cuanto a la legibilidad, existen dos posibilidades para identificarlas:

#### > Identificación completa

La identificación completa se realiza siguiendo el mismo esquema que para tornillos y tuercas.



5 Marquage des éléments de fixation Identificación de elementos de unión

> Marquage simplifié

Dans le cas du marquage simplifié, des symboles sont utilisés dans un ordre précis pour indiquer la classe de résistance. La position pour le marquage du matériau n'en est pas affectée.

> Identificación simplificada

En la identificación simplificada se utilizan símbolos en una disposición determinada para indicar la clase de resistencia. Esto no afecta a la posición para la identificación del material.

Classe de résistance

Clase de resistencia






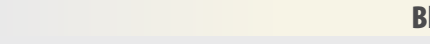
	100HV	200HV	300HV
Marquage Identificación			
Trait à ... Línea en...	... Position six heures ... Posición de las seis en punto	... Position huit heures ... Posición de las ocho en punto	... Position dix heures ... Posición de las diez en punto
<sup>1</sup> La position à douze heures doit être indiquée par un point de référence (ou, le cas échéant, par l'identifiant du fabricant). <sup>2</sup> La classe de résistance doit être indiquée par un trait dont la longueur, la largeur et la profondeur sont laissées à la discrétion du fabricant.		<sup>1</sup> La posición de las doce en punto debe identificarse mediante un punto de referencia (o, en su caso, mediante la identificación del fabricante). <sup>2</sup> La clase de resistencia debe indicarse mediante una línea cuya longitud, anchura y profundidad quedan a criterio del fabricante.	

Identifiant du fabricant Marca del fabricante		Matériau Material
Classe de résistance Clase de resistencia		Matériau Material

#### 5.4 Marquage des tiges filetées

Le marquage des tiges filetées s'effectue à partir du diamètre nominal M5 conformément à la norme produit DIN 976-1. Celle-ci prévoit que la classe de résistance soit indiquée sur la face avant, tandis que l'apposition de l'identifiant fabricant n'est pas obligatoire. D'un point de vue technique, ce marquage est possible, mais très complexe. De plus, les tiges filetées sont souvent raccourcies par le client, ce qui entraîne la perte du marquage.

C'est pourquoi la norme DIN 976-1 prévoit une autre possibilité pour marquer les tiges filetées. À cet effet, des codes couleur ont été définis, qui doivent être apposés sur les faces frontales des tiges filetées. Le tableau suivant ne présente toutefois que les codes couleur définis pour les tiges filetées en acier inoxydable.

<b>A2-70</b>		<b>Vert / Verde</b>
<b>A4-70</b>		<b>Rouge / Rojo</b>
<b>A5*</b>		<b>Bleu / Azul</b>
<b>A8*</b>		<b>Jaune / Amarillo</b>
<b>D6*</b>		<b>Pourpre / Púrpura</b>
<b>D8*</b>		<b>Blanc / Blanco</b>

\*Le marquage couleur des types de matériaux A5, A8, D6 et D8 n'est pas réglementé par la norme. Les codes couleur utilisés sont des spécifications définies par TOBSTEEL, qui se sont entre-temps imposées sur le marché et qui ont été soumises aux comités de normalisation en vue de leur intégration dans la norme.

#### Identificación de pernos roscados

La identificación de los pernos roscados se realiza a partir del diámetro nominal M5, de acuerdo con la norma de producto DIN 976-1. Esta norma establece que la clase de resistencia debe indicarse en la cara frontal, mientras que no es obligatorio indicar la identificación del fabricante. Desde el punto de vista técnico, la colocación de la indicación es posible, pero muy laboriosa. Además, los clientes suelen acortar las varillas roscadas, lo que provoca la pérdida de la identificación.

Por este motivo, en la norma DIN 976-1 se ha establecido otra posibilidad para identificar los pernos roscados. Para ello, se han establecido códigos de colores que deben colocarse en los extremos frontales de los pernos roscados. Sin embargo, en la siguiente tabla solo se muestran los códigos de colores definidos para los pernos roscados de acero inoxidable.

\* Desde entonces, el código de colores de los tipos de materiales A5, A8, D6 y D8 no está regulado en la norma. Los códigos de colores utilizados son especificaciones de TOBSTEEL que se han establecido en el mercado y que se han presentado a los comités de normalización para su inclusión en la norma.

## 6 Grippage des éléments d'assemblage visées Agarrotamiento de las uniones atornilladas

Les éléments de fixation en acier inoxydable, en aluminium et en titane sont souvent touchés par le soudage à froid, appelé « **grippage** ». Il s'agit ici d'un **problème mécanique** qui survient lors du vissage de l'élément d'assemblage, en particulier lors du vissage mécanique.

Les principales causes sont les suivantes :

Los elementos de unión de acero inoxidable, aluminio y titanio suelen verse afectados por la soldadura en frío, el denominado « **agarrotamiento** ». Se trata de un **problema mecánico** que se produce al atornillar el elemento de unión, sobre todo al atornillarlo a máquina.

Las principales causas de esto son las siguientes:

### > État de la surface

Les surfaces rugueuses ou insuffisamment usinées peuvent augmenter le frottement et accroître le risque de grippage. Une surface lisse et propre est essentielle. Les filetages formés à froid semblent propres et lisses à l'œil nu, mais au microscope, on constate que la surface du filetage présente souvent des plis et des écailles. Cela entraîne une augmentation des frottements pendant le traitement. Lorsque deux éléments de fixation sont assemblés, une pression superficielle s'exerce entre les pas de filet du boulon et ceux de l'écrou. Cela endommage la couche protectrice d'oxyde (couche passive). Le frottement élevé entre les surfaces des éléments de fixation peut alors entraîner une exposition du métal de base au niveau des zones endommagées et provoquer un grippage, appelé soudage à froid.

### > Acabado superficial

Las superficies rugosas o insuficientemente mecanizadas pueden aumentar la fricción y el riesgo de agarrotamiento. Es fundamental que la superficie sea lisa y esté limpia. Las roscas conformadas en frío parecen limpias y lisas a simple vista, pero bajo el microscopio se puede observar que la superficie de la rosca suele presentar pliegues y escamas. Esto provoca un aumento de la fricción durante el procesamiento. Cuando se juntan dos elementos de unión, se genera una presión superficial entre las roscas del perno y la tuerca. Esto daña la capa protectora contra la oxidación (capa pasiva). La elevada fricción entre las superficies de los elementos de unión puede provocar que el metal base quede expuesto en las zonas dañadas y se produzca un agarrotamiento, lo que se denomina «soldadura en frío».

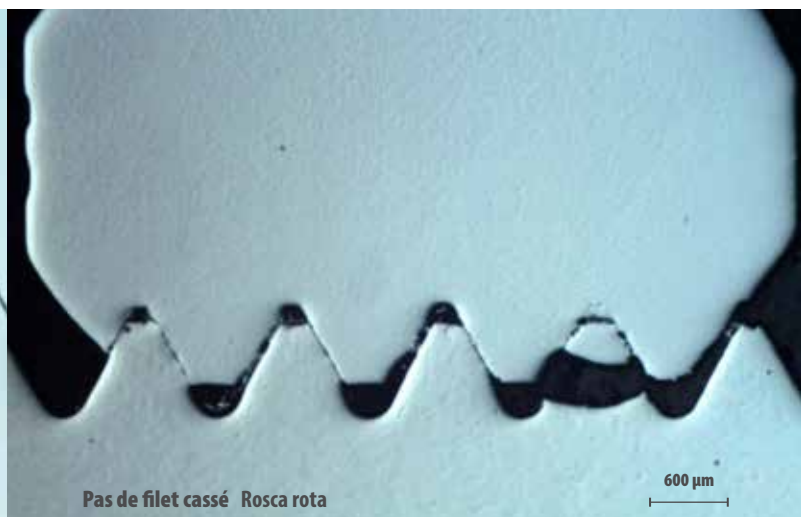
### > Choix des matériaux

Si les éléments de fixation sont composés de différents matériaux, cela peut également entraîner un soudage à froid. Le coefficient de frottement entre différents matériaux joue un rôle important.

### > Selección de materiales

Si los elementos de unión están compuestos por diferentes materiales, esto también puede provocar soldaduras en frío. El coeficiente de fricción entre diferentes materiales desempeña un papel importante.

## 6 Grippage des raccords à vis / Agarrotamiento de las uniones atornilladas

**> Traitement**

Tout comme la qualité de la surface et le choix correct des matériaux, le traitement approprié des éléments de fixation revêt une importance capitale. Le grippage survient particulièrement souvent lors du traitement mécanique. Une vitesse de rotation élevée et un couple de serrage trop important peuvent également entraîner l'usure des revêtements protecteurs en oxyde des filetages. Il en résulte un contact direct entre les métaux, ce qui génère des frottements et de la chaleur et entraîne des dommages et un grippage.

Ces défauts ne sont pas visibles pendant le montage et sont difficiles à détecter. Ce n'est qu'au moment des travaux de réparation ou d'entretien que l'on constate que les raccords ne peuvent plus être détachés.

**> Mesures correctives**

Outre l'adaptation des vitesses de traitement et des couples de serrage, il convient de réduire le frottement causé par l'état de la surface. En particulier lors du traitement mécanique, il est recommandé de réduire le risque de grippage en appliquant une lubrification appropriée, par exemple des revêtements spécialement développés à cet effet. Ceux-ci permettent d'ajuster les paramètres de traitement conformément aux fiches techniques et de garantir une fixation sûre. Les revêtements appropriés sont présentés dans le chapitre suivant.

**> Procesamiento**

Tan importante como el acabado de la superficie y la elección correcta del material es el procesamiento adecuado de los elementos de unión. El agarrotamiento se produce con especial frecuencia en el procesamiento mecánico. La alta velocidad de procesamiento y un par de apriete demasiado alto también pueden provocar que se desgasten los revestimientos protectores contra el óxido de las roscas. Esto provoca un contacto directo entre los metales, lo que genera fricción y calor y provoca daños y agarrotamientos.

Estos defectos no son visibles durante el montaje y son difíciles de detectar. Solo cuando se realizan trabajos de reparación o mantenimiento se descubre que las uniones ya no se pueden soltar.

**> Medidas de corrección**

Además de ajustar las velocidades de procesamiento y los pares de apriete, es importante reducir la fricción causada por las características de la superficie. Especialmente en el procesamiento mecánico, se recomienda reducir el riesgo de agarrotamiento aplicando una lubricación adecuada, como, por ejemplo, revestimientos especialmente desarrollados para este fin. De este modo, se pueden ajustar los parámetros de procesamiento según las fichas técnicas y garantizar una fijación segura. Los revestimientos adecuados se encuentran en el siguiente capítulo.

## 7 Revêtements Revestimientos

### 7.1 Revêtement glissant

Un revêtement lubrifiant est appliqué sur l'ensemble de l'élément d'assemblage par un bain d'immersion ou un revêtement de tambour.

Le revêtement réduit les frottements et donc le risque de grippage. Il est généralement transparent et n'est visible sous la lumière noire qu'après ajout d'un indicateur.

Il existe différents revêtements glissants pour les applications les plus diverses. Ils sont souvent subdivisés à l'aide de chiffres. Plus le chiffre est élevé, plus le frottement est faible.

Il existe les types suivants de GLEITMO® : 605, 615, 625, 627, 905, 960, 2332 V, SFL 9085 et bien d'autres encore.

### Revestimiento deslizante

Mediante un baño de inmersión o un revestimiento por tambor, se aplica un revestimiento deslizante a todo el elemento de unión.

El revestimiento reduce la fricción y, por lo tanto, el riesgo de agarrotamiento. Por lo general, es transparente y solo se ve bajo luz negra si se le añade un indicador.

Existen diferentes revestimientos deslizantes para las más diversas aplicaciones. A menudo se subdividen en función de cifras. Cuanto mayor sea el número, menor será la fricción.

Existen los siguientes tipos de GLEITMO®, por ejemplo: 605, 615, 625, 627, 905, 960, 2332 V, SFL 9085 y muchos más.



### 7.2 Revêtement à lamelles de zinc (Delta®-Seal)

Le revêtement à lamelles de zinc est un revêtement composé de lamelles de zinc et d'aluminium.

Cela réduit les coefficients de frottement, augmente la résistance aux intempéries et améliore la protection contre la corrosion.

Il est également possible de teindre la couche de finition afin d'adapter son aspect au lieu d'utilisation prévu. Les couleurs typiques pour cela sont le noir et l'argent.

### Revestimiento de láminas de zinc (Delta®-Seal)

El revestimiento de láminas de zinc es un revestimiento compuesto por láminas de zinc y aluminio.

Esto reduce los coeficientes de fricción, aumenta la resistencia a la intemperie y mejora la protección contra la corrosión.

Además, es posible teñir la capa superior y adaptar así el aspecto al lugar de uso previsto. Los colores típicos para ello son el negro y el plateado.



### 7.3 Noircissement chimique

Le noircissement chimique de l'acier inoxydable permet d'obtenir une surface noire décorative, qui n'est toutefois pas durable. Au cours du processus de noircissement, la réaction chimique qui se produit peut attaquer ou détruire partiellement la couche passive naturelle de l'acier inoxydable. Cette couche protectrice ne se reforme ensuite pas complètement et uniformément. Cela peut nuire à la résistance à la corrosion du matériau, car la surface devient nettement plus sensible aux influences corrosives, telles que les chlorures.

C'est pourquoi nous vous proposons volontiers des revêtements alternatifs qui garantissent une résistance et une longévité accrues.

### Ennegrecimiento químico

El ennegrecimiento químico del acero inoxidable crea una superficie decorativa de color negro que, sin embargo, no es permanente. Durante el proceso de ennegrecimiento, la reacción química que se produce puede atacar o destruir parcialmente la capa pasiva natural del acero inoxidable. Esta capa protectora no se regenera de forma completa y uniforme. Esto puede afectar a la resistencia a la corrosión del material, ya que la superficie se vuelve mucho más vulnerable a los agentes corrosivos, como los cloruros.

Por este motivo, nos complace ofrecerle revestimientos alternativos que garantizan una mayor resistencia y durabilidad.

### 7.4 Électropolissage

Cette technique de traitement de surface confère aux vis un aspect brillant. Pour ce faire, une fine couche de matériau est retirée par voie électrochimique, ce qui améliore la qualité de la surface.

Le nouveau traitement chimique (passivation) confère à la vis une couche qui la protège contre l'oxydation. Permettant d'obtenir des surfaces hygiéniques et lisses, cette technologie de surface est largement répandue dans les entreprises des industries pharmaceutique et alimentaire.

### Electropulido

Con esta técnica de acabado, los tornillos obtienen superficies brillantes. Para ello, se elimina una fina capa de material mediante un proceso electroquímico y se mejora la calidad de la superficie.

Mediante un nuevo tratamiento químico (pasivación), el tornillo adquiere una capa que lo protege de la oxidación. Debido a las superficies lisas e higiénicas resultantes, esta técnica de acabado es ampliamente utilizada por empresas de las industrias farmacéutica y alimentaria.

### 7.5 Peinture de la tête

La peinture de la tête remplit plusieurs fonctions. Elle donne aux vis une couleur décorative, les harmonise avec la couleur du point de jonction et forme un revêtement protecteur. La peinture de vis dans des couleurs vives convient également à un étiquetage bien visible des produits.

En règle générale, une vis dont la tête est peinte remplit parfaitement la tâche prévue pour elle, car le filetage n'est plus visible après le vissage.

Il existe deux variantes de « peinture de la tête » :

#### > Laquage par poudre

#### > Laquage humide

Nous recommandons le laquage par poudre, car il adhère mieux et est plus résistant.

Il convient toutefois de noter que le revêtement peut avoir un impact sur la stabilité dimensionnelle. Il arrive ainsi que les entraînements internes, en particulier, se rétrécissent lors du revêtement, ce qui rend difficile la mise en place de l'outil de vissage.

Les finitions de tête peuvent être réalisées dans différentes couleurs selon toutes les normes telles que les teintes RAL, NCS et DB.

### Barnizado de la cabeza

El barnizado de la cabeza cumple varias funciones. Aporta un color decorativo a los tornillos, los adapta cromáticamente al punto de unión y forma un recubrimiento protector. Pintar los tornillos en colores brillantes también es muy útil para la clara identificación de productos.

Por regla general, un tornillo con la cabeza pintada cumple perfectamente su propósito, puesto que la rosca ya no es visible después de enroscarla.

Hay dos variantes de « barnizado de cabeza » :

#### > Barniz en polvo

#### > Barniz húmedo

Recomendamos el barniz en polvo, ya que se adhiere mejor y es más resistente.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el revestimiento puede afectar a la precisión dimensional. Por eso, a veces los accionamientos internos se vuelven más estrechos al revestirlos, lo que dificulta el uso de la herramienta de atornillado.

Los barnizados de la parte superior pueden realizarse en una amplia gama de colores según todas las normas, como, por ejemplo, los tonos RAL, NCS y DB.



### 7.6 Décapage et passivation

Lors du décapage, les éléments de fixation sont plongés dans un acide afin d'être nettoyés. Ceci permet d'éliminer les salissures telles que les graisses, les huiles et les résidus d'émulsion. Comme la couche passive est également attaquée dans ce cas, le traitement ultérieur dans le bain de passivation accélère la restauration de la couche protectrice (couche passive).

### Decapado y pasivado

Durante el decapado, los elementos de unión se sumergen en un ácido para su limpieza. De este modo se eliminan impurezas como, por ejemplo, grasas, aceites y residuos de emulsiones. Dado que en este caso también se ve afectada la capa pasiva, el tratamiento posterior en el baño de pasivación acelera la restauración de la capa protectora (capa pasiva).



## 8 Frein filet Fijación de roscas

Le frein filet est la solution idéale quand un raccord à vis doit répondre à des exigences particulièrement élevées en termes de durabilité sur le long terme de la force de précontrainte.

Un frein filet pour vis empêche une vis de se desserrer et le raccord à vis de se rompre.

Les types de base suivants peuvent être utilisés :

- > Frein de serrage
- > Frein adhésif

El uso de una fijación de roscas es la solución adecuada cuando una unión atornillada debe cumplir requisitos especialmente exigentes en cuanto a asegurar de forma duradera la fuerza de pretensado.

Un elemento de fijación para tornillos evita que estos se aflojen y que la unión atornillada falle.

Se pueden utilizar los siguientes tipos básicos:

- > Fijación por sujeción
- > Fijación adhesiva

### 8.1 Frein de serrage

Les freins de serrage sont composés de différents types de couches de plastique. Ce **revêtement** peut recouvrir tout le filetage, se limiter à certains points ou se présenter sous la forme de fils qui sont insérés dans le filetage.

**Les freins de serrage peuvent être appliqués aux vis, écrous et autres formes de filetage.** Ils sont secs au toucher et faciles à utiliser sans autre préparation.

Lorsqu'il est utilisé, le frein de serrage crée une **complémentarité de forme** entre les filetages de la vis et de l'écrou. Cela empêche un desserrage involontaire et sert de **protection contre les pertes**, même sous des contraintes telles que les chocs et les vibrations. Le raccord à vis reste démontable. En cas de remontage, l'effet de frein est réduit – il convient donc de s'abstenir de le faire.

Le revêtement ponctuel est souvent suffisant pour obtenir l'effet de serrage souhaité. Avec un revêtement sur tout le pourtour du filetage, le frein devient également étanche.

Presque tous les freins de serrage pour vis répondent aux exigences de la norme DIN 267, partie 28.

### Fijación por sujeción

Las fijaciones por sujeción están formadas por distintas capas de revestimiento de plástico. Este **revestimiento** puede cubrir toda la rosca del tornillo, limitarse a puntos individuales o tener la forma de filamentos que se insertan en la rosca.

**Las fijaciones de sujeción pueden aplicarse a los tornillos, así como a las tuercas y otros elementos roscados.** Estas fijación son secas al tacto y se pueden aplicar sin mayor preparación.

Quando se incorpora, la fijación por sujeción crea un **bloqueo positivo** entre el tornillo y la rosca de la tuerca. Esto previene que las piezas se aflojen de forma accidental y sirve como un **seguro antipérdida** incluso en caso de fuertes impactos o vibraciones. La unión atornillada sigue siendo desmontable. Si se vuelve a montar, se reduce el efecto de seguridad, por lo que se debe evitar hacerlo.

Un revestimiento parcial suele ser suficiente para lograr el efecto de sujeción deseado. Si el revestimiento se aplica en la rosca completa, la fijación adquiere un efecto sellante adicional.

Casi todos los tornillos con fijación por sujeción cumplen con los requisitos de la norma DIN 267, Parte 28.



Les produits que nous utilisons se distinguent par leur fonction et leur résistance à la température. Ils sont en partie reconnaissables à leurs couleurs :

- > **Poly-Lok : revêtement ponctuel et complet en polyamide (vert, bleu)**
- > **TufLok : revêtement ponctuel et complet (bleu)**
- > **Klemm-tight : frein à fil (rouge et autres)**
- > **Precote 19-2 : revêtement de serrage à base d'acrylate (rouge)**
- > **S-Lok : revêtement ponctuel et complet (bleu)**
- > **Long-Lok : frein ponctuel et à fil (vert, etc.)**

Los productos que utilizamos se diferencian en cuanto a su función y su resistencia a la temperatura. En parte se pueden reconocer por sus colores:

- > **Poly-Lok: revestimiento parcial y completo de poliamida (verde, azul)**
- > **TufLok: revestimiento parcial y completo (azul)**
- > **Klemm-tight: revestimiento de filamentos (rojo y otros)**
- > **Precote 19-2: revestimiento de sujeción a base de acrílico (rojo)**
- > **S-Lok: revestimiento parcial y completo (azul)**
- > **Long-Lok: revestimiento completo o de filamentos (verde y otros)**

Dans le cas du **dispositif de sécurité à fil**, une rainure est fraisée le long de la vis, dans laquelle un fil en plastique est inséré. Lors du vissage, le filetage entre la vis et l'écrou se déforme et crée un effet de serrage. Cette méthode était autrefois principalement utilisée pour fixer des vis de réglage qui devaient rester dans une position définie. Les vis sont en principe réutilisables, mais l'effet de frein diminue à chaque réutilisation. Différents matériaux de fil sont utilisés en fonction de la température d'utilisation.

Aujourd'hui, ce type de fixation est largement tombé en désuétude, car le fraisage de la rainure interrompt la structure métallique de la vis, génère des contraintes d'entaille et peut ainsi réduire la résistance et en particulier la résistance à la fatigue de la vis. Les freins de vis modernes ne nécessitent donc aucune intervention susceptible d'affaiblir le matériau.

En el **revestimiento de filamentos** se fresa una ranura a lo largo del tornillo, en la que se inserta un filamento de plástico. Al atornillar, el filamento se deforma entre la rosca del tornillo y la tuerca y produce un efecto de bloqueo. Este método se utilizaba anteriormente sobre todo para fijar tornillos de ajuste que debían permanecer en una posición definida. Los tornillos son reutilizables, aunque su efecto de seguridad disminuye con cada reutilización. Dependiendo de la temperatura de uso, se emplean diferentes materiales para los filamentos.

Hoy en día, este tipo de fijación es poco habitual, ya que el fresado de la ranura interrumpe la estructura metálica del tornillo, genera tensiones de entalladura y, por lo tanto, puede reducir la resistencia y, en particular, la resistencia a la fatiga del tornillo. Por lo tanto, las modernas fijaciones para tornillos no implican intervenciones que debiliten el material.



La fonction de serrage s'applique également aux pièces normalisées, telles que les écrous avec pièce de serrage avec inserts non métalliques (par exemple en polyamide) DIN 985 ou les écrous entièrement métalliques avec pièce de serrage DIN 980.

La función de sujeción también se aplica a piezas normalizadas, como, por ejemplo, en tuercas con pieza de sujeción con inserts no metálicos (por ejemplo, poliamida) DIN 985 o tuercas totalmente metálicas con pieza de sujeción DIN 980.

## 8.2 Frein adhésif

Les filetages sont recouverts d'un adhésif micro-encapsulé pour fixer les vis avec de l'adhésif. Lorsqu'elle n'est pas utilisée, la vis est sèche, non collante et facile à manipuler lors de l'assemblage. Ce n'est que lorsque les vis sont vissées que les microcapsules éclatent sous l'effet de la pression et du cisaillement et libèrent l'adhésif et le durcisseur.

Après durcissement, l'adhésif dans le fil forme un solide **verrou anti-rotation**. La sécurité maximale contre tout desserrage involontaire, même sous contrainte dynamique et après une longue période d'immobilisation, constitue le grand avantage du dispositif de frein adhésif. Comme il s'adapte à tous les types de filetages, toutes les vis peuvent être équipées d'un dispositif de frein adhésif. Outre sa fonction de dispositif anti-desserrage, il offre également une bonne étanchéité.

Toutes les vis en acier inoxydable avec joint adhésif que nous fournissons sont conformes à la norme DIN 267, partie 27.

Les adhésifs microencapsulés que nous recommandons diffèrent en termes d'efficacité et de comportement à la température. Ils sont reconnaissables à leurs couleurs :

- > **precote 30 (jaune)**
- > **precote 80 (rouge/vert)**
- > **precote 83 (rouge) precote 85 (turquoise)**
- > **Scotch Grip 2353 (bleu)**

## Fijación adhesiva

En el caso de la fijación adhesiva de los tornillos, las roscas se cubren con un agente adhesivo microencapsulado. Antes de utilizarlo, el tornillo está seco, no es pegajoso y es fácil de manejar durante el montaje. Una vez se han enroscado los tornillos, las microcápsulas se abren debido a la presión y a la fuerza de cizallamiento y liberan el adhesivo junto con el endurecedor.

Después de endurecerse, el adhesivo forma un resistente **seguro antiaflojamiento** de la rosca. La máxima seguridad contra el aflojamiento involuntario, incluso bajo cargas dinámicas y tras largos periodos de inactividad, constituye la gran ventaja de la fijación adhesiva. Dado que se puede usar con cualquier tipo de rosca, se puede aplicar una fijación adhesiva a todos los tornillos. Además de su función como seguro antiaflojamiento, también ofrece un buen efecto de sellado.

Todos los tornillos de acero inoxidable con junta adhesiva que suministramos cumplen la norma DIN 267, Parte 27.

Los adhesivos microencapsulados que recomendamos difieren en cuanto a su función y resistencia a la temperatura. Se pueden identificar por sus colores:

- > **precote 30 (amarillo)**
- > **precote 80 (rojo/verde)**
- > **precote 83 (rojo) precote 85 (turquesa)**
- > **Scotch Grip 2353 (azul)**



## 9 Frein de vis inefficace Fijación ineficaz de los tornillos

L'Institut allemand de normalisation a publié les normes correspondantes pour les méthodes courantes de frein des vis, telles que :

- > **Anneaux élastiques** (DIN 127, DIN 128, DIN 6905, DIN 7980)
- > **Rondelles élastiques** (DIN 137, DIN 6904)
- > **Rondelles dentées** (DIN 6797, DIN 6906)
- > **Rondelles éventail** (DIN 6798, DIN 6907)
- > **Rondelles avec ergots extérieurs ou deux pattes** (DIN 432, DIN 463)
- > **Écrous à créneaux** (DIN 935, DIN 937 avec goupilles DIN 94)

Les produits présentés ci-dessous n'ont aucun effet de frein, ni en termes de desserrage, ni en termes de dévissage. Il est déconseillé de les utiliser avec des vis.

El Instituto Alemán de Normalización ha establecido las normas correspondientes para los métodos habituales de fijación de tornillos, tales como:

- > **Arandelas de seguridad** (DIN 127, DIN 128, DIN 6905, DIN 7980)
- > **Arandelas elásticas** (DIN 137, DIN 6904)
- > **Arandelas dentadas** (DIN 6797, DIN 6906)
- > **Arandelas de seguridad dentadas** (DIN 6798, DIN 6907)
- > **Arandelas con reborde exterior o dos lengüetas** (DIN 432, DIN 463)
- > **Tuercas de corona** (DIN 935, DIN 937 con chavetas DIN 94)

Los productos que se muestran a continuación no tienen ningún efecto de seguridad, ni en lo que respecta al aflojamiento ni al desenroscado. Se desaconseja su uso con tornillos.





## 10 Contrôle de réception Prueba de aceptación

Le contrôle de réception est un élément central de l'assurance qualité des éléments de fixation. Cela ressort des normes produit, qui exigent un contrôle de réception sous la forme de conditions techniques de livraison conformes à la norme ISO 3269. La norme définit le contrôle de réception des éléments de fixation mécaniques, tel qu'il doit être effectué selon des règles statistiques. Les différentes caractéristiques du produit sont classées par ordre d'importance et assorties de différents taux d'acceptation et de rejet.

Il en résulte que la charge de contrôle augmente sensiblement, ce qui est difficilement réalisable et place ainsi la rentabilité de l'assurance qualité au centre des préoccupations. Il s'est donc avéré judicieux de concentrer l'attention principale sur les caractéristiques pertinentes pour le fonctionnement et la sécurité, et de définir l'étendue de l'échantillonnage conformément à la méthode de contrôle retenue, sur la base des connaissances disponibles et de l'historique du fournisseur.

**Il convient également de noter que les éléments de fixation conformes à la norme, sans autres exigences ou accords, sont des produits de série disponibles dans le commerce. Pour ces produits, il n'est pas possible de déterminer des taux de défauts spécifiques, tels que des quotas PPM, ni de les qualifier pour un montage de vis semi-automatique ou automatique.**

Pour atteindre cet objectif, des exigences supplémentaires sont nécessaires et doivent être convenues conformément à la norme ISO 16426. Ainsi, par exemple, des indicateurs spécifiques peuvent être atteints et vérifiés au moyen de mesures appropriées, telles que le tri des produits de grande série. Nous nous tenons volontiers à votre disposition pour vous accompagner et vous conseiller dans la définition et la détermination des exigences qualité.

La prueba de aceptación es un elemento central en el control de calidad de los elementos de unión. Esto se desprende de las normas de producto, en las que se exige la prueba de aceptación en forma de condiciones técnicas de suministro según la norma ISO 3269. La norma define la prueba de aceptación para elementos de unión mecánicos, tal y como debe realizarse según reglas estadísticas. Para ello, las características individuales del producto se clasifican según su importancia y se les asignan diferentes cifras de aceptación y rechazo.

Esto tiene como consecuencia que el esfuerzo de comprobación aumenta considerablemente, lo que resulta difícil de llevar a cabo y, por lo tanto, la rentabilidad del aseguramiento de la calidad pasa a ser el centro de atención. Por lo tanto, ha demostrado ser eficaz centrarse principalmente en las características relevantes para el funcionamiento y la seguridad, y determinar el tamaño de la muestra de acuerdo con el método de ensayo establecido y sobre la base de los conocimientos y el historial del proveedor.

**Cabe señalar también que los elementos de unión conformes con la norma, sin otros requisitos o acuerdos, son productos fabricados en serie disponibles en el mercado. Para estos productos, no es posible determinar ciertos índices de defectos, como, por ejemplo, PPM, y clasificarlos para el montaje semiautomático/automático de tornillos.**

Para lograrlo, se requieren otros requisitos que deben acordarse según la norma ISO 16426. Por ejemplo, mediante medidas adecuadas, como la clasificación de productos fabricados en serie, se pueden alcanzar y verificar determinados indicadores. Estaremos encantados de ofrecerle asistencia y asesoramiento para definir y establecer los requisitos de calidad.



## 11 Couples de serrage Pares de apriete

Le couple de serrage est, pour simplifier, la force maximale appliquée lors du montage d'un raccord à vis à l'aide d'un outil, tel qu'une clé dynamométrique.

Lors du vissage d'éléments de fixation, en particulier ceux en acier inoxydable, des facteurs tels que la classe de résistance des éléments de fixation, l'utilisation de la limite d'élasticité et les coefficients de frottement jouent un rôle important. C'est pourquoi nous vous proposons notre aide pour déterminer ensemble les composants adaptés et effectuer un calcul adapté à l'application en tenant compte de tous les facteurs pertinents selon la norme VDI 2230-1.

El par de apriete, o coloquialmente «par de ajuste», es, en términos sencillos, la fuerza máxima que se aplica al montar la unión atornillada mediante una herramienta, como, por ejemplo, una llave dinamométrica.

Al atornillar elementos de unión, especialmente los de acero inoxidable, factores como la clase de resistencia de los elementos de unión, el aprovechamiento del límite elástico y los coeficientes de fricción desempeñan un papel muy importante. Por este motivo, ofrecemos nuestro apoyo para determinar conjuntamente los componentes adecuados y realizar un cálculo específico para cada aplicación, teniendo en cuenta todos los factores relevantes según la norma VDI 2230-1.

## 12 Certificats et rapports d'essai Certificados e informes de ensayo

La norme la plus répandue pour les certificats de contrôle des produits métalliques est la norme EN 10204. Conformément à cette norme, les certificats de contrôle ne peuvent être délivrés que par un fabricant directement ou par un mandataire externe désigné par le fabricant.

La norme **ISO 16228** est une norme internationale développée spécialement pour les éléments de fixation mécaniques. Elle définit en détail le contenu des certificats de contrôle et offre aux grossistes la possibilité d'utiliser les rapports de contrôle des fabricants, d'ajouter des informations de commande pertinentes pour les clients et de garantir ainsi une traçabilité complète.

Le contenu des rapports d'essai est identique et comprend également les caractéristiques les plus importantes, telles que la **composition chimique, les propriétés mécaniques et la confirmation de conformité**.

La norme plus étendue pour les certificats de contrôle de produits métalliques est EN 10204. Selon cette norme, les certificats de contrôle ne peuvent être délivrés que par le fabricant ou par un représentant externe autorisé par le fabricant.

Avec **ISO 16228** se ha desarrollado una norma internacional específica para elementos de fijación mecánicos, que establece en detalle el contenido de los certificados de ensayo y ofrece a los mayoristas la posibilidad de utilizar los informes de ensayo de los fabricantes, añadir información relevante para los clientes sobre los pedidos y garantizar así la trazabilidad completa.

El contenido de los informes de ensayo es idéntico y también incluye las propiedades más importantes, como la **composición química, las propiedades mecánicas y la confirmación de conformidad**.

**TOBSTEEL met à votre disposition les rapports d'essai suivants conformément à la norme ISO 16228 :**

**> Déclaration de conformité pour les éléments de fixation mécaniques F2.1**

Le fabricant ou le revendeur confirme que les éléments de fixation fournis satisfont aux normes pertinentes et/ou aux exigences spécifiées. Les résultats des tests ne font pas partie de ce certificat.

**> Rapport d'essai pour les éléments de fixation mécaniques F2.2**

Le fabricant confirme que les éléments de fixation satisfont aux normes pertinentes et/ou aux exigences définies. Cette garantie est documentée par les résultats des tests qui proviennent de la production en cours, mais pas du lot livré (test non spécifique).

**TOBSTEEL pone a su disposición los siguientes informes de ensayo según la norma ISO 16228:**

**> Declaración de conformidad para elementos de unión mecánicos F2.1**

Con este documento, el fabricante o el distribuidor certifica que los elementos de unión suministrados cumplen las normas aplicables y/o los requisitos especificados. Los resultados de los ensayos no se incluyen en este certificado.

**> Informe de ensayo para elementos de unión mecánicos F2.2**

Con este documento, el fabricante certifica que los elementos de unión cumplen las normas aplicables y/o los requisitos especificados. Para documentarlo, se incluyen los resultados de ensayos realizados durante la producción actual, pero no en el lote suministrado (ensayo no específico).

12 Certificats et rapports d'essai Certificados e informes de ensayo

TOBSTEEL

### F3.1 FASTENER TEST REPORT

F3.1 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.1

**TOBSTEEL GmbH**  
Rudolf-Diesel-Str. 8  
74613 Öhringen

**Your order no.**  
Ihre Bestell-Nr.

**TOBSTEEL report no.**  
TOBSTEEL Bericht-Nr.

**TOBSTEEL no.**  
TOBSTEEL-Nr.

**TOBSTEEL delivery note no.**  
TOBSTEEL Lieferschein-Nr.

**Terms of delivery and inspections according to:**  
Lieferbedingungen und Abnahmeprüfungen nach:

ISO 3506     AD2000-W2

**Your article no.**  
Ihre Artikel-Nr.

**TOBSTEEL article no.**  
TOBSTEEL Artikel-Nr.

**Description**  
Beschreibung

**Marking**  
Kenzeichnung

**LOT no.**  
Chargen-Nr.

**Heat no.**  
Schmelz-Nr.

**Quantity**  
Stückzahl

**Chemical composition in % in accordance to ISO 3506:**  
Chemische Zusammensetzung in % gemäß ISO 3506:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N	Ti	Nb	W
0,019	0,47	1,25	0,025	0,001	22,32	3,28	5,57	0,15	0,183			

<b>Mechanical properties:</b> Mechanische Eigenschaften:	<b>Unit:</b> Einheit:	<b>Result:</b> Ergebnis:
<b>Proof load F<sub>pf</sub></b>	[in N]	125.400,00
<b>Stress under proof load S<sub>p</sub></b>	[in MPa]	800,00

1 | 2

TOBSTEEL

### F3.1 FASTENER TEST REPORT

F3.1 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.1

**Statement of compliance**  
Konformitätserklärung

**The inspection/tests were performed on samples representative of this manufacturing lot number. The fasteners delivered are in compliance with the order and have been manufactured in accordance with the relevant standards and/or specifications.**  
*Die Prüfungen wurden an Stichproben durchgeführt, die repräsentativ für diese Nummern der Herstellungslöse sind. Die gelieferten mechanischen Verbindungselemente entsprechen den Angaben der Bestellung und wurden in Übereinstimmung mit den relevanten Normen und/oder Spezifikationen hergestellt.*

**Origin of test data**  
Herkunft der Prüfdaten

**The chemical composition and the results of the mechanical properties are taken from the specifications of the manufacturer/testing institute. It is a copy of the original certificate 3.1 B of manufacturer/testing institute.**  
*Die chemische Zusammensetzung der Charge und die Ergebnisse der mechanischen Eigenschaften sind den uns vorliegenden Nachweisen des Prüfinstituts/Herstellers entnommen. Es handelt sich hierbei um eine Abschrift des 3.1 B-Zeugnisses des Prüfinstituts/Herstellers.*

**Remarks**  
Bemerkungen

**TOBSTEEL GmbH**  
Rudolf-Diesel-Str. 8  
D-74613 Öhringen

**Date**  
Datum **19.11.2024**

**Signature**  
Unterschrift **i.A. Max Mustermann**

This document was issued electronically and is therefore valid without signature.  
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

2 | 2

> Rapport d'essai pour les éléments de fixation mécaniques F3.1

Le fabricant ou le revendeur confirme que les éléments de fixation fournis satisfont aux normes pertinentes et/ou aux exigences spécifiées. Les résultats des essais proviennent des essais réalisés sur les échantillons du lot livré.

> Informe de ensayo para elementos de unión mecánicos F3.1

Con este documento, el fabricante o el distribuidor certifica que los elementos de unión suministrados cumplen las normas aplicables y/o los requisitos especificados. Los resultados de los ensayos provienen de los ensayos realizados en muestras de ensayo del lote suministrado.

### F3.2 FASTENER TEST REPORT

F3.2 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.2

<b>TOBSTEEL GmbH</b> Rudolf-Diesel-Str. 8 74613 Öhringen	<b>Your order no.</b> Ihre Bestell-Nr. <input type="text" value="41618"/>	<b>TOBSTEEL report no.</b> TOBSTEEL Bericht-Nr. <input type="text" value="2220297"/>	<b>TOBSTEEL no.</b> TOBSTEEL-Nr. <input type="text" value="A648954"/>
	<b>TOBSTEEL delivery note no.</b> TOBSTEEL Lieferschein-Nr. <input type="text"/>		

**Terms of delivery and inspections according to:**  
Lieferbedingungen und Abnahmeprüfungen nach:

ISO 3506     AD2000-W2

<b>Your article no.</b> Ihre Artikel-Nr. <input type="text"/>	<b>LOT no.</b> Chargen-Nr. <input type="text" value="171481/00"/>
<b>TOBSTEEL article no.</b> TOBSTEEL Artikel-Nr. <input type="text" value="0933446216 80"/>	<b>Heat no.</b> Schmelz-Nr. <input type="text" value="171481/00"/>
<b>Description</b> Beschreibung <input type="text" value="DIN 933 D6-80 4462 M 16X80"/>	<b>Quantity</b> Stückzahl <input type="text" value="16"/>
<b>Marking</b> Kennzeichnung <input type="text" value="TOB D6-80"/>	

**Chemical composition in % in accordance to ISO 3506:**  
Chemische Zusammensetzung in % gemäß ISO 3506:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N	Ti	Nb	W
0,021	0,404	1,816	0,022	0,001	22,153	3,248	4,598	0,088	0,187			

**Mechanical properties:**  
Mechanische Eigenschaften:

<b>Elongation after fracture A1</b>	Bruchverlängerung A1	[in mm]	10,70
<b>Tensile strength Rm</b>	Zugfestigkeit Rm	[in MPa]	1.112,00
<b>Yield strength Rp0,2</b>	Dehngrenze Rp0,2	[in MPa]	809,00

1 | 2

### F3.2 FASTENER TEST REPORT

F3.2 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.2

**Statement of compliance**  
Konformitätserklärung

**The inspection/tests were performed on samples representative of this manufacturing lot number. The fasteners delivered are in compliance with the order and have been manufactured in accordance with the relevant standards and/or specifications.**  
Die Prüfungen wurden an Stichproben durchgeführt, die repräsentativ für diese Nummern der Herstellungslöse sind. Die gelieferten mechanischen Verbindungselemente entsprechen den Angaben der Bestellung und wurden in Übereinstimmung mit den relevanten Normen und/oder Spezifikationen hergestellt.

**Origin of test data**  
Herkunft der Prüfdaten

**The chemical composition of the batch as well as the results of the test of the mechanical properties were taken from the attached test report from the external authorized representative. For further information see below.**  
Die chemische Zusammensetzung der Charge sowie die Ergebnisse der Prüfung der mechanischen Eigenschaften wurden dem beigefügten Prüfbericht des externen bevollmächtigten Vertreters entnommen. Weitere Informationen siehe unten.

**External authorized representative**  
Externer Bevollmächtigter

**Report no.**  
Prüfberichts-Nr.

**Remarks**  
Bemerkungen

**TOBSTEEL GmbH**  
Rudolf-Diesel-Str. 8  
D-74613 Öhringen

**Date**  
Datum **26.03.2024**

**Signature**  
Unterschrift **i.A. Max Mustermann**

This document was issued electronically and is therefore valid without signature.  
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

2 | 2

> **Rapport d'essai pour les éléments de fixation mécaniques F3.2**

Comme dans le rapport d'essai pour les éléments de fixation mécaniques F3.1, les échantillons proviennent de la commande. À la place d'un représentant autorisé du fabricant, un laboratoire indépendant accrédité selon la norme ISO 17025 réalise les essais.

> **Informe de ensayo para elementos de unión mecánicos F3.2**

Al igual que con el informe de ensayo para elementos de unión mecánicos F3.1, las muestras de ensayo se toman del pedido. En lugar de un encargado designado por el fabricante, los ensayos los realiza un laboratorio independiente, acreditado según la norma ISO 17025.

**Outre les rapports d'essai susmentionnés conformes à la norme ISO 16228, nous mettons également à disposition tout notre savoir-faire sous la forme de différents types de rapport :**

**Además de los anteriores informes de ensayo elaborados conforme a la norma ISO 16228, estaremos encantados de facilitar todos nuestros conocimientos y toda nuestra experiencia en forma de los siguientes tipos de informes:**

**> Analyse des matériaux**

Analyse des matériaux : dans notre laboratoire, nous pouvons déterminer la composition de tous les éléments de fixation et fournir un certificat de contrôle. L'analyse est réalisée avec un spectromètre XRF (analyse par fluorescence X).

**> Análisis de materiales**

En nuestro laboratorio podemos determinar la composición de los elementos de unión y proporcionar un certificado de ensayo acorde. El análisis se realiza con un espectrómetro XRF (análisis de fluorescencia de rayos X).

**> Rapport d'essai du premier échantillon (EMPB)**

Avant et au début de la production en série, un rapport d'essai du premier échantillon peut être établi pour les éléments de fixation. Nous nous basons pour cela sur les normes les plus strictes et sommes en mesure de représenter différents niveaux selon VDA ou PPAP.

**> Informe de ensayo de la primera muestra (EMPB, por sus siglas en alemán)**

Antes y al inicio de la producción en serie, se puede elaborar un informe de ensayo de la primera muestra para los elementos de unión. Para ello, nos basamos en los estándares más exigentes y somos capaces de representar diferentes etapas y niveles según VDA o PPAP.

**> Rapport d'essai technique**

Les rapports d'essais techniques permettent de consigner et de mettre à disposition les résultats des contrôles effectués à la suite de réclamations.

**> Informe técnico de ensayo**

Los informes técnicos de ensayo registran y ponen a disposición los resultados de las pruebas de reclamaciones.

**> Déclaration de performance des produits homologués (CE/ETA)**

La déclaration de performance permet aux fabricants de produits homologués par les autorités de surveillance de la construction de certifier les caractéristiques et données essentielles de ces produits. L'homologation peut être basée sur les normes CE ou ETA.

**> Declaración de rendimiento de productos homologados (CE/ETA)**

Con la declaración de rendimiento, los fabricantes de productos homologados para la construcción certifican las características y datos esenciales de dichos productos. La homologación puede otorgarse de conformidad con las normas CE o ETA.



> [www.tobsteel.com](http://www.tobsteel.com)

**Toutes les déclarations de performance sont disponibles en téléchargement sur notre site Internet.**

**Todas las declaraciones de rendimiento están disponibles para su descarga en nuestro sitio web.**

Le certificat de contrôle de fabrication du fabricant ou du laboratoire accrédité sont les certificats de contrôle privilégiés pour garantir que les vis répondent aux exigences de sécurité élevées.

Ces contrôles sont basés sur des échantillons prélevés dans la livraison actuelle et offrent donc une sécurité maximale.

El certificado de ensayo del fabricante o el certificado de ensayo de un laboratorio acreditado son los documentos más adecuados para certificar la calidad de un producto.

Estos se basan en muestras aleatorias de la entrega actual y, por lo tanto, ofrecen la máxima seguridad.



## 13 Homologies Homologaciones



### Agrément technique général

L'agrément technique général est l'agrément classique parmi les agréments. Il peut être demandé auprès du DIBt (Institut allemand de la technique de construction). Il se réfère toujours à un produit de construction ou à un système de produits concret. Un avis d'agrément favorable définit les caractéristiques de ce produit relevant du contrôle réglementaire en matière de construction.

L'agrément délivré sert de preuve technique au fabricant/importateur que son produit est conforme aux réglementations allemandes en matière de construction.

**Conformément à l'agrément technique général Z-30.3-6, la société TOBSTEEL est répertoriée en tant que fabricant de produits selon l'annexe 7, tableau 9 dans le domaine des éléments de fixation et des chevilles.**

### Homologación general para la construcción (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung)

La homologación general para la construcción es la más clásica de todas las homologaciones. Se puede solicitar al DIBt (Instituto Alemán de Tecnología de la Construcción). Siempre se refiere a un producto de construcción o sistema de productos concreto. Una notificación de homologación satisfactoria describe las propiedades relevantes para la supervisión de la construcción de ese producto.

La homologación obtenida sirve al fabricante/importador como prueba técnica de que su producto es apto para su uso de conformidad con la normativa alemana en materia de construcción.

**TOBSTEEL figura en la lista de fabricantes de productos según el Anexo 7, Tabla 9, en el ámbito de los elementos de unión y tacos, de conformidad con la Homologación general para la construcción (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) Z-30.3-6.**



### ETA

#### Agrément et évaluation techniques européens

L'ETA est une attestation généralement reconnue de l'aptitude technique d'un produit de construction au sens du règlement sur les produits de construction dans les États membres de l'UE. La demande et la délivrance d'un agrément ETA reposent sur l'existence d'un document d'évaluation européen, appelé EAD (European Assessment Document).

### ETE

#### Homologación/evaluación técnica europea

ETE es una certificación reconocida universalmente que acredita la idoneidad técnica de un producto de construcción según lo establecido en el Reglamento sobre productos de construcción de los Estados miembros de la UE. La base para solicitar y expedir una ETE es la existencia de un documento de evaluación europeo, el denominado EAD (European Assessment Document).



### Label Ü

Le label Ü est un label de qualité pour les produits de construction qui ne sont pas couverts par la norme EN. Cela signifie que le produit concerné provient d'un processus de production contrôlé, pour lequel le fabricant assume la responsabilité. Les produits de construction portant le label Ü peuvent être commercialisés librement au sein de l'UE.

### Marca Ü

La marca Ü es una marca de calidad para productos de construcción que no están sujetos a la norma EN. Significa que el producto en cuestión proviene de un proceso de producción supervisado, del que el fabricante asume la responsabilidad. Los productos de construcción con la marca Ü pueden comercializarse libremente dentro de la UE.



### Marquage CE

Avec le marquage CE, le fabricant/importateur déclare que le produit répond aux exigences légales européennes. Les produits portant le marquage CE peuvent être commercialisés librement dans l'Espace économique européen. La base pour obtenir le marquage CE est la conformité vérifiée à un document d'évaluation harmonisé.

### Marcado CE

Con el marcado CE, el fabricante/importador declara que el producto cumple los requisitos legales europeos. Los productos con marcado CE pueden comercializarse libremente en el Espacio Económico Europeo. La base para obtener el marcado CE es la conformidad verificada con un documento de evaluación armonizado.



### Ordonnance sur les produits de construction (OPCo)

L'ordonnance sur les produits de construction est un règlement juridique de l'Union européenne. Son objectif principal est d'établir des normes uniformes à l'échelle européenne pour les produits de construction et les essais auxquels ils sont soumis. Ce règlement constitue la base juridique du marquage CE des produits et des déclarations de performance des fabricants.

### Reglamento sobre productos de construcción (RPC)

El Reglamento sobre productos de construcción es un reglamento jurídico de la Unión Europea. Su objetivo principal es establecer normas uniformes para los productos de construcción y su ensayo en toda la UE. El reglamento constituye la base jurídica para el mercado CE de los productos y para las declaraciones de rendimiento de los fabricantes.

#### Fiches techniques AD 2000

**A** = groupe de travail  
**D** = réservoir sous pression  
**W** = matériaux

La réglementation AD 2000 est le fruit d'une collaboration entre différentes associations. Elle est soutenue et développée par une grande partie de l'industrie allemande. La réglementation AD 2000 précise toutes les exigences essentielles de sécurité qui doivent être respectées conformément à la directive européenne relative aux équipements sous pression (DGRL).

Les fiches techniques AD 2000 établies par le « groupe de travail sur les réservoirs sous pression » constituent des règles techniques généralement reconnues pour les réservoirs sous pression et les tuyauteries ainsi que pour leurs équipements.

Pour les aciers inoxydables, les fiches techniques suivantes de la réglementation AD 2000 sont particulièrement pertinentes :

#### Fiche technique AD 2000 W0

> Principes généraux pour les matériaux

#### Fiche technique AD 2000 W1

> Produits laminés plats en aciers non alliés et alliés

#### Fiche technique AD 2000 W2

> Aciers austénitiques et austénitiques-ferritiques

#### Fiche technique AD 2000 W7

> Vis et écrous en aciers ferritiques

Ces pièces sont complétées par la fiche technique MB 1253-4, selon laquelle les certificats de réception selon la norme DIN EN 10204 ne sont pas nécessaires pour les marchandises provenant des fabricants (transformateurs) de vis et d'écrous répertoriés dans cette fiche et reconnus par le TÜV.

#### Fichas técnicas AD 2000

**A** = grupo de trabajo  
**D** = recipiente a presión  
**W** = materiales

El conjunto de normas AD 2000 es una obra conjunta de diversas asociaciones, respaldada y desarrollada por gran parte de la industria alemana. El reglamento AD 2000 especifica todos los requisitos de seguridad esenciales que deben cumplirse según la Directiva europea sobre equipos a presión.

Las hojas informativas AD 2000 elaboradas por el «Grupo de trabajo sobre recipientes a presión» son normas técnicas generalmente reconocidas para recipientes a presión y tuberías, así como para sus accesorios.

Para los aceros inoxidable, son relevantes principalmente las siguientes hojas informativas del reglamento AD 2000:

#### Ficha técnica AD 2000 W0

> Principios generales para materiales

#### Ficha técnica AD 2000 W1

> Productos planos de aceros no aleados y aleados

#### Ficha técnica AD 2000 W2

> Aceros austeníticos y austenítico-ferríticos

#### Ficha técnica AD 2000 W7

> Tornillos y tuercas de aceros ferríticos

Estas piezas se complementan con la hoja informativa MB 1253-4, según la cual se puede prescindir de los certificados de ensayo de recepción según la norma DIN EN 10204 para los productos de los fabricantes (procesadores) de tornillos y tuercas que figuran en la lista y que están reconocidos por la TÜV.



## 14 REACH, RoHs, matériaux conflictuels, etc. REACH, RoHS, materiales de conflicto, etc.

Les exigences relatives aux produits, à leurs matières premières et à l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement ne cessent d'augmenter. Nous recevons régulièrement des demandes concernant des thèmes d'actualité tels que :

Los requisitos para los productos, sus materias primas y toda la cadena de suministro aumentan constantemente. Recibimos regularmente consultas sobre temas de actualidad como:

### REACH

#### Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

Un règlement européen visant à protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques pouvant être causés par les produits chimiques.

#### Registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas

Reglamento de la UE cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los riesgos que pueden plantear los productos químicos.

### RoHS

#### Restriction of Hazardous Substances

Cette directive limite l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques afin de protéger l'environnement et la santé humaine.

#### Restricción de sustancias peligrosas

Esta directiva restringe el uso de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos con el fin de proteger el medio ambiente y la salud humana.

### CMRT

#### Conflict Minerals Reporting Template

Modèle permettant de documenter l'origine des minerais provenant de zones de conflit, tels que l'étain, le tantale, le tungstène et l'or, afin de garantir qu'ils ne contribuent pas au financement de groupes armés.

#### Plantilla para la presentación de informes sobre minerales de conflicto

Una plantilla para documentar el origen de minerales de conflicto como el estaño, el tantalio, el tungsteno y el oro, con el fin de garantizar que estos no contribuyan a la financiación de grupos armados.

### EMRT

#### Extended Minerals Reporting Template

Une version étendue du CMRT qui comprend des informations et des exigences supplémentaires sur l'origine et l'utilisation des minéraux.

#### Plantilla ampliada para la presentación de informes sobre minerales

Una versión ampliada del CMRT que incluye información adicional y requisitos sobre el origen y el uso de los minerales.

### POPs

#### Persistent Organic Pollutants

Ces substances sont persistantes, s'accumulent dans l'environnement et peuvent avoir des effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement. La Convention de Stockholm vise à réduire au minimum ou à éliminer la production et l'utilisation de ces substances.

#### Contaminantes orgánicos persistentes

Estas sustancias son persistentes, se acumulan en el medio ambiente y pueden tener efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente. El Convenio de Estocolmo tiene como objetivo minimizar o eliminar la producción y el uso de estas sustancias.

**PFAS Per- and Polyfluoroalkyl Substances**

Un groupe de produits chimiques controversés en raison de leur persistance et de leurs risques potentiels pour la santé. Ces substances sont utilisées dans divers produits, notamment les ustensiles de cuisine antiadhésifs et les vêtements imperméables.

**Sustancias perfluoroalquílicas y polifluoroalquílicas**

Un grupo de sustancias químicas controvertidas debido a su persistencia y sus posibles riesgos para la salud. Se utilizan en diversos productos, entre ellos utensilios de cocina con revestimiento antiadherente y ropa impermeable.

**TSCA Toxic Substances Control Act**

Une législation américaine qui régleme l'introduction de produits chimiques nouveaux ou existants.

**Toxic Substances Control Act**

Legislación estadounidense que regula la introducción de sustancias químicas nuevas o ya existentes.

**CalProp65 California Proposition 65**

Une loi californienne obligeant les entreprises à informer le public des expositions importantes à des produits chimiques pouvant causer le cancer, des malformations congénitales ou d'autres troubles de la reproduction.

**California Proposition 65**

Una ley de California que obliga a las empresas a informar al público sobre exposiciones significativas a sustancias químicas que pueden causar cáncer, defectos congénitos u otros daños reproductivos.

**LkSG Loi allemande sur le devoir de diligence dans la chaîne d'approvisionnement**

Une loi allemande qui oblige les entreprises à respecter leurs obligations en matière de droits humains et d'environnement dans leurs chaînes d'approvisionnement.

**Ley alemana sobre el deber de diligencia debida en la cadena de suministro**

Una ley alemana que obliga a las empresas a cumplir con las obligaciones de diligencia debida en materia de derechos humanos y medio ambiente en sus cadenas de suministro.

**CBAM Carbon Border Adjustment Mechanism**

Mécanisme mis en place par l'UE visant à empêcher le transfert des émissions de CO<sub>2</sub> en imposant un prix sur le CO<sub>2</sub> lors de l'importation de certaines marchandises.

**Carbon Border Adjustment Mechanism**

Mecanismo de la UE destinado a evitar el desplazamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la imposición de un precio al CO<sub>2</sub> a las importaciones de determinados productos.

**VO 833-2014 Règlement (UE) n° 833/2014**

Un règlement de l'UE qui définit des mesures restrictives liées à la crise ukrainienne, notamment des sanctions commerciales et financières.

**Reglamento (UE) 833/2014**

Reglamento de la UE por el que se establecen medidas restrictivas en relación con la crisis de Ucrania, incluidas sanciones comerciales y financieras.

Nos produits ainsi que l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement sont contrôlés afin de garantir leur conformité avec les lois et réglementations en vigueur. En raison de leur nombre et de leur ampleur, il n'est toutefois pas possible de donner un avis définitif sur chaque sujet.

Nuestros productos, así como toda la cadena de suministro, se someten a controles para garantizar el cumplimiento de las leyes y normativas vigentes. Sin embargo, debido a la gran cantidad y amplitud de los temas, no es posible emitir una opinión válida a largo plazo sobre cada uno de ellos.



> [www.tobsteel.com](http://www.tobsteel.com)

**Vous trouverez les avis actualisés dans la rubrique Téléchargements de notre site Internet. Nous nous ferons un plaisir de vous conseiller individuellement.**

**Las declaraciones actualizadas se encuentran en la sección de descargas de nuestro sitio web. Estaremos encantados de asesorarle personalmente.**

# 15 Comparaison DIN/ISO

## Comparación DIN/ISO

DIN	ISO	Modification	Interchangeabilité	Modificación	Intercambiabilidad
DIN 1	ISO 2339	Longueur l selon ISO, tête comprise (selon DIN, hors tête)	généralement interchangeable	Longitud l según ISO, incluyendo puntas (según DIN, excluyendo puntas)	normalmente intercambiable
DIN 7	ISO 2338	Longueur l selon ISO, tête comprise (selon DIN, hors tête)	généralement interchangeable	Longitud l según ISO, incluyendo puntas (según DIN, excluyendo puntas)	normalmente intercambiable
DIN 84	ISO 1207	Quelques hauteurs de tête modifiées	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas de cabeza.	normalmente intercambiable
DIN 85	ISO 1580	Quelques hauteurs de tête modifiées	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas de cabeza.	normalmente intercambiable
DIN 94	ISO 1234		interchangeable		intercambiable
DIN 125	ISO 7089	Dimensions nominales basées sur le diamètre du filetage (ISO), auparavant sur le diamètre du trou (DIN)	interchangeable	Tamaños nominales basados en el diámetro de la rosca (ISO), hasta ahora en el diámetro del orificio (DIN)	intercambiable
DIN 125	ISO 7090	Dimensions nominales basées sur le diamètre du filetage (ISO), auparavant sur le diamètre du trou (DIN)	interchangeable	Tamaños nominales basados en el diámetro de la rosca (ISO), hasta ahora en el diámetro del orificio (DIN)	intercambiable
DIN 126	ISO 7091	Dimensions nominales basées sur le diamètre du filetage (ISO), auparavant sur le diamètre du trou (DIN)	interchangeable	Tamaños nominales basados en el diámetro de la rosca (ISO), hasta ahora en el diámetro del orificio (DIN)	intercambiable
DIN 417	ISO 7435		interchangeable		intercambiable
DIN 427	ISO 2342		interchangeable		intercambiable
DIN 433	ISO 7092	Dimensions nominales basées sur le diamètre du filetage (ISO), auparavant sur le diamètre du trou (DIN)	interchangeable	Tamaños nominales basados en el diámetro de la rosca (ISO), hasta ahora en el diámetro del orificio (DIN)	intercambiable
DIN 438	ISO 7436		interchangeable		intercambiable
DIN 440	ISO 7094	Dimensions nominales basées sur le diamètre du filetage (ISO), auparavant sur le diamètre du trou (DIN)	interchangeable	Tamaños nominales basados en el diámetro de la rosca (ISO), hasta ahora en el diámetro del orificio (DIN)	intercambiable
DIN 508	ISO 299		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 551	ISO 4766		interchangeable		intercambiable
DIN 553	ISO 7434		interchangeable		intercambiable
DIN 555	ISO 4034		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 601	ISO 4016	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 603	ISO 8677	ISO retirée	interchangeable	ISO retirada de nuevo	intercambiable
DIN 660	ISO 1051		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 661	ISO 1051		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 662	ISO 1051		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 674	ISO 1051		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 787	ISO 299		généralement interchangeable		normalmente intercambiable

## 15 Comparaison DIN/ISO Comparación DIN/ISO

DIN	ISO	Modification	Interchangeabilité	Modificación	Intercambiabilidad
DIN 911	ISO 2936		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 912	ISO 4762	Filetage fin non normalisé ISO	interchangeable	Rosca fina no normalizada según ISO	intercambiable
DIN 913	ISO 4026		interchangeable		intercambiable
DIN 914	ISO 4027		interchangeable		intercambiable
DIN 915	ISO 4028		interchangeable		intercambiable
DIN 916	ISO 4029		interchangeable		intercambiable
DIN 931	ISO 4014	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 933	ISO 4017	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 935	ISO 7035, 7036, 7037	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 936	ISO 4035		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 937	ISO 7038	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 960	ISO 8765	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 961	ISO 8676	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 963	ISO 2009	Quelques diamètres et hauteurs de tête modifiés	généralement interchangeable	Se han modificado algunos diámetros y alturas de cabeza.	normalmente intercambiable
DIN 964	ISO 2010	Quelques diamètres et hauteurs de tête modifiés	généralement interchangeable	Se han modificado algunos diámetros y alturas de cabeza.	normalmente intercambiable
DIN 965	ISO 7046	Quelques diamètres et hauteurs de tête modifiés	généralement interchangeable	Se han modificado algunos diámetros y alturas de cabeza.	normalmente intercambiable
DIN 966	ISO 7047	Quelques diamètres et hauteurs de tête modifiés	généralement interchangeable	Se han modificado algunos diámetros y alturas de cabeza.	normalmente intercambiable
DIN 979	ISO 7038	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
DIN 1440	ISO 8738	Quelques modifications au niveau du diamètre extérieur (8-20, 30-40)	généralement interchangeable	Algunos cambios en el diámetro exterior (8-20, 30-40)	normalmente intercambiable
DIN 1444	ISO 2341	Longueurs nominales partiellement différentes	uniquement interchangeable avec précaution	Longitudes nominales partiellement différentes	intercambiable solo con precaución
DIN 1471	ISO 8744	Longueur selon ISO, tête comprise (jusqu'à présent sans tête selon DIN)	généralement interchangeable	Longitud según ISO, incluyendo puntas (hasta ahora según DIN sin puntas)	normalmente intercambiable
DIN 1472	ISO 8745	Longueur selon ISO, tête comprise (jusqu'à présent sans tête selon DIN)	généralement interchangeable	Longitud según ISO, incluyendo puntas (hasta ahora según DIN sin puntas)	normalmente intercambiable
DIN 1473	ISO 8740	Longueur selon ISO, tête comprise (jusqu'à présent sans tête selon DIN)	généralement interchangeable	Longitud según ISO, incluyendo puntas (hasta ahora según DIN sin puntas)	normalmente intercambiable
DIN 1474	ISO 8741	Longueur selon ISO, tête comprise (jusqu'à présent sans tête selon DIN)	généralement interchangeable	Longitud según ISO, incluyendo puntas (hasta ahora según DIN sin puntas)	normalmente intercambiable
DIN 1475	ISO 8742	Longueur selon ISO, tête comprise (jusqu'à présent sans tête selon DIN)	généralement interchangeable	Longitud según ISO, incluyendo puntas (hasta ahora según DIN sin puntas)	normalmente intercambiable
DIN 1476	ISO 8746	Pas de modifications majeures	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable

15 Comparaison DIN/ISO Comparación DIN/ISO

DIN	ISO	Modification	Interchangeabilité	Modificación	Intercambiabilidad
DIN 1477	ISO 8747	Pas de modifications majeures	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 1481	ISO 8752	Forme A sous 12 mm diamètre avec 2 chanfreins (jusqu'à présent uniquement jusqu'à 6 mm)	interchangeable	Forma A con 12 mm de diamètre con 2 biseles (hasta ahora solo hasta 6 mm)	intercambiable
DIN 6325	ISO 8734	Aucune modification significative	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 6796	ISO 10670		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 6885	ISO 773, 2491		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 6887	ISO 774		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 6888	ISO 3912		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 6921	ISO 8100, 8102		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 6923	ISO 4161	Ouverture de clé M10 = 16 mm	généralement interchangeable	Ancho de llave M10 = 16 mm	normalmente intercambiable
DIN 6924	ISO 7041		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 6925	ISO 7042		généralement interchangeable		normalmente intercambiable
DIN 7343	ISO 8750	Pas de modifications majeures	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 7344	ISO 8748	Pas de modifications majeures	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 7346	ISO 13337	Pas de modifications majeures	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 7971	ISO 1481	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza	normalmente intercambiable
DIN 7972	ISO 1482	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête, nouvel angle d'inclinaison de 90° au lieu de 80°	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza, nuevo ángulo de inclinación de 90° en lugar de 80°	normalmente intercambiable
DIN 7973	ISO 1483	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête, nouvel angle d'inclinaison de 90° au lieu de 80°	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza, nuevo ángulo de inclinación de 90° en lugar de 80°	normalmente intercambiable
DIN 7976	ISO 1479	Hauteurs de tête 3,9 légèrement modifiées	généralement interchangeable	Altura de la cabeza 3,9 modifiée mínimamente	normalmente intercambiable
DIN 7977	ISO 8737	Aucune modification significative	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 7978	ISO 8736	Aucune modification significative	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 7979	ISO 8733, 8735	Aucune modification significative	interchangeable	Sin cambios significativos	intercambiable
DIN 7981	ISO 7049	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza	normalmente intercambiable
DIN 7982	ISO 7050	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête, nouvel angle d'inclinaison de 90° au lieu de 80°	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza, nuevo ángulo de inclinación de 90° en lugar de 80°	normalmente intercambiable
DIN 7983	ISO 7051	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête, nouvel angle d'inclinaison de 90° au lieu de 80°	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza, nuevo ángulo de inclinación de 90° en lugar de 80°	normalmente intercambiable
DIN 7985	ISO 7045	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza	normalmente intercambiable
DIN 7991	ISO 10642	Modification de quelques hauteurs et diamètres de tête	généralement interchangeable	Se han modificado algunas alturas y diámetros de cabeza	normalmente intercambiable
DIN 9021	ISO 7093	Dimensions nominales basées sur le diamètre du filetage (ISO), auparavant sur le diamètre du trou (DIN)	interchangeable (car aucune modification dimensionnelle)	Tamaños nominales basados en el diámetro de la rosca (ISO), hasta ahora en el diámetro del orificio (DIN)	intercambiable (ya que no hay cambios dimensionales)

DIN	ISO	Modification	Interchangeabilité	Modificación	Intercambiabilidad
<b>DIN 32501</b>	<b>ISO 13918</b>		interchangeable		intercambiable
<b>DIN 7504-K</b>	<b>ISO 15480</b>		interchangeable (car aucune modification dimensionnelle)		intercambiable (ya que no hay cambios dimensionales)
<b>DIN 7504-N</b>	<b>ISO 15481</b>		interchangeable (car aucune modification dimensionnelle)		intercambiable (ya que no hay cambios dimensionales)
<b>DIN 7504-O</b>	<b>ISO 15482</b>		interchangeable (car aucune modification dimensionnelle)		intercambiable (ya que no hay cambios dimensionales)
<b>DIN 439</b> Filetage fin Rosca fina	<b>ISO 8675</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 934</b> Filetage fin Rosca fina	<b>ISO 8673</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22, nouvelle hauteur d'écrou M5-M39	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22, nueva altura de tuerca M5-M39	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 936</b> Filetage fin Rosca fina	<b>ISO 8675</b>		généralement interchangeable		normalement interchangeable
<b>DIN 980</b> Filetage fin Rosca fina	<b>ISO 10513</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 982</b> Filetage fin Rosca fina	<b>ISO 10512</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 985</b> Filetage fin Rosca fina	<b>ISO 10512</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 439</b> Filetage standard Rosca estándar	<b>ISO 4035</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 934</b> Filetage standard Rosca estándar	<b>ISO 4032, 4033</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22, nouvelle hauteur d'écrou M5-M39	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22, nueva altura de tuerca M5-M39	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 980</b> Filetage standard Rosca estándar	<b>ISO 7042</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 982</b> Filetage standard Rosca estándar	<b>ISO 7040</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave
<b>DIN 985</b> Filetage standard Rosca estándar	<b>ISO 10511</b>	Nouvelle ouverture de clé pour M10, 12, 14 et 22	interchangeable jusqu'à l'ouverture de clé	Nuevo ancho de llave en M10, 12, 14 y 22	intercambiable hasta el ancho de llave



## TOBcatalog

L'acier inoxydable et les matériaux spéciaux pour les éléments de fixation haut de gamme : voilà notre domaine de prédilection. Le **TOBcatalog** offre un aperçu complet de l'ensemble de la gamme TOBSTEEL. Commandez votre exemplaire à l'adresse **tobcatalog@tobsteel.com**

Acero inoxidable y materiales especiales para elementos de unión de alta calidad: esa es nuestra especialidad.

En **TOBcatalog** se ofrece una visión general completa de toda la gama de productos TOBSTEEL. Pida su propio ejemplar disponible en **tobcatalog@tobsteel.com**

## TOBSTEEL GmbH

Rudolf-Diesel-Straße 8  
D-74613 Öhringen

T : +49 7941 6073-0  
F : +49 7941 6073-500

info@tobsteel.com  
www.tobsteel.com



### Mentions légales | Condiciones legales

Sous réserve d'erreurs d'impression et de traduction. Toutes les informations sont données sans garantie. Toutes les livraisons sont effectuées sur la base de nos conditions de livraison et de paiement actuelles. Ces informations peuvent être consultées sur : **www.tobsteel.com**. Une impression peut également être demandée chez nous.

Salvo errores de impresión y traducción. Toda la información sin garantía. Todas las entregas se realizan según nuestras condiciones de entrega y pago actuales. Estos pueden consultarse en **www.tobsteel.com**. También puede solicitarnos una copia impresa.