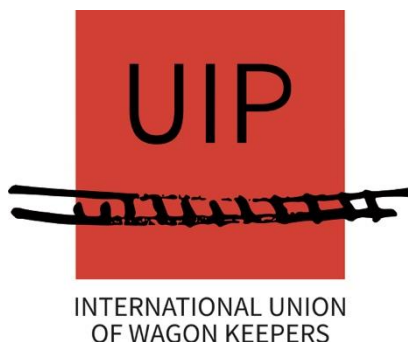




Directiva

sobre el código del grado de pureza



Edición 02 - ESPAÑOL

Fecha de publicación: 03/2023

UIP
INTERNATIONAL UNION
OF WAGON KEEPERS

Rue Montoyer 23
B -1000 Bruselas
Tel. +32 26 72 88 47
info@uiprail.org
www.uiprail.org

Nota sobre la versión

Esta directiva se publicó por primera vez en agosto de 2009.

En esta segunda edición de marzo de 2023 se han revisado los siguientes aspectos:

- lenguaje claro y sencillo para facilitar la comprensión y la traducción a otros idiomas;
- eliminación del contenido que iba más allá de la determinación del grado de pureza (p. ej., química, proceso de oxidación);
- elaboración de un glosario con definiciones de los términos relacionados con el grado de pureza.

Contenido

Nota sobre la versión	2
Prólogo	4
Introducción	5
Estructura del código del grado de pureza	5
Información general	6
Corrosión en cisternas de acero negro	7
Decoloraciones, sombras	12
Zonas rectificadas	15
Corrosión en cisternas de acero inoxidable o aluminio	16
Rugosidades debidas a la corrosión	16
Rugosidades y decoloraciones debidas a la corrosión	16
Corrosión puntual	17
Defectos de laminación	19
Cisternas con revestimiento	20
Glosario	21

Prólogo

Al aplicar el código del grado de pureza, los diferentes puntos de vista y experiencias pueden dar lugar a distintas evaluaciones del estado interior de una misma cisterna.

La directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza no pretende ser exhaustiva. Se trata de una descripción del mercado lo más general posible, que no entra a considerar soluciones técnicas especiales.

La directiva tiene por objeto contribuir a que la clasificación del estado interior de las cisternas dé lugar a evaluaciones uniformes.

La UIP no asume ninguna responsabilidad por los daños que puedan derivarse de la utilización del código o de esta directiva, a menos que se deban a la existencia de dolo o negligencia grave.

La utilización de la presente directiva no exime a nadie de la responsabilidad de sus propias acciones. Se deben tener en cuenta las disposiciones legales y de aplicación general en materia de seguridad en el trabajo (p. ej., el módulo VPI-EMG 11).

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza

Introducción

El código del grado de pureza permite evaluar de manera uniforme el interior de las cisternas, así como todos los componentes del equipamiento que están en contacto con el producto en los vagones cisterna empleados para transportar sustancias líquidas o gases licuados. El código ofrece una base para describir el estado de pureza de una cisterna. De manera complementaria, se debe proporcionar información detallada sobre los poros, las adherencias o las decoloraciones, por ejemplo. En caso necesario, se deberá facilitar información adicional, como un informe detallado o documentación fotográfica exhaustiva.

Estructura del código del grado de pureza

El código del grado de pureza está compuesto por 5 cifras:

1. Cifra Material
2. Cifra Superficie de la cisterna
3. Cifra Residuos de las mercancías
4. Cifra Estado (aire o nitrógeno)
5. Cifra Sin contenido

1.ª cifra Material	2.ª cifra Descripción de la superficie									3.ª cifra Identificación de los residuos de las mercancías	4.ª cifra Estado	5.ª cifra (sin uso actual)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1 - Acero (no aleado)	Limpia, sin óxido	Limpia, óxido superficial	Ligera oxidación y polvo de óxido	Polvo de óxido y ligeras decoloraciones	Polvo de óxido y óxido compacto, decoloraciones intensas	Escamas de óxido, picaduras por corrosión	Placas de óxido sueltas		Especificaciones especiales	0 - Sin residuos, sin olor, seco	1 - Aire	
2 - Acero CrNi 3 - Acero CrNiMo 8 - Aluminio	Metálica brillante	Metálica brillante, ligeras sombras	Metálica mate, decoloraciones provocadas por las mercancías	Rugosidades debidas a la corrosión	Rugosidades y decoloraciones debidas a la corrosión	Corrosión puntual			Especificaciones especiales	1 - Sin residuos, ligero olor, seco	2 - Nitrógeno	
4 - Revestimientos de goma dura o blanda a base de caucho o de polímeros con características equivalentes	Limpiada, superficie intacta	Superficie intacta	Superficie no intacta, ampollas, desprendimientos, oxidación bajo el revestimiento o recubrimiento						Especificaciones especiales	2 - Sin residuos, olor específico del producto, seco	3 - Otras especificaciones	
5 - Revestimiento de esmalte 6 - Revestimiento de plomo 7 - Recubrimientos										3 - Adherencias sólidas, polvo del producto		
										4 - Paredes ligeramente untuosas, grasientas, sin adherencias		
										5 - Paredes ligeramente untuosas, grasientas, con adherencias		
										6 - Vacío, sin residuos visibles, fase vapor		
										7 - Residuos inferiores al 2 %		
										8 - Residuos superiores al 2 %		
										9 - Especificaciones especiales		

Figura 1: Código del grado de pureza (versión: 1/2/2023)

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza

Información general

- La primera cifra se refiere al material de la superficie de la cisterna que está en contacto con el producto. Aquí se incluyen los revestimientos o recubrimientos. Los componentes de equipamiento fabricados en otros materiales no son determinantes a efectos de la clasificación según la primera cifra.
- El material de la cisterna se indica siempre en la placa de cisterna.
- La determinación de un grado de pureza no representa una evaluación de las condiciones de seguridad que permita sacar conclusiones, por ejemplo, sobre el espesor mínimo de pared o la evaluación de los cordones de soldadura.
- La información sobre la atmósfera de la cisterna no sustituye a los requisitos pertinentes en materia de seguridad en el trabajo, como las mediciones previas a la entrada en la cisterna.
- Al determinar el grado de pureza, se debe tener en cuenta el estado de los componentes del equipamiento, como las válvulas, los tubos distribuidores, los tubos de elevación, etc.
- La presencia de marcas de rectificado en la superficie de la cisterna solo afectará a la segunda cifra del grado de pureza cuando no se hayan utilizado elementos abrasivos adecuados. En particular, si se usaron elementos abrasivos ferríticos en una cisterna de acero inoxidable, que posteriormente dan lugar a corrosión.
- Por regla general, las evaluaciones deben ser realizadas por especialistas de la empresa de limpieza o reparación, y son válidas **únicamente en el momento de la clasificación**.
- La determinación del grado de pureza no sustituye a un certificado de limpieza ni a un permiso de acceso.

Corrosión en cisternas de acero negro

Con el tiempo, prácticamente todas las cisternas de acero negro mostrarán efectos de la corrosión. Así pues, el «óxido superficial» que se recoge en el grado de pureza 1.2.x.x tiene su origen en la oxidación del acero. Este óxido superficial no produce un deterioro de los productos transportados en cisternas de acero mayor que el que producen la «ligera oxidación y polvo de óxido» (1.3.x.x) o el «óxido compacto» (1.5.x.x).

Los efectos de la corrosión mencionados antes solo conducen a un desgaste leve y normal de la superficie de acero de la cisterna.

En lo que respecta a la utilización de la cisterna, son más problemáticos los fenómenos de corrosión locales que no se quedan en la superficie, sino que penetran en el interior de la pared. En esos casos, es posible que el espesor de la pared se reduzca por debajo del mínimo y que se produzcan fugas en determinadas circunstancias.

A continuación, se muestran fotografías de distintos casos, y se explica en cada caso si se trata de un problema crítico o solo de un daño leve, probablemente visual.

Nota: En las siguientes figuras se describen estructuras superficiales sin tener en cuenta el espesor de pared mínimo necesario.

El término «ligera oxidación» se utiliza también para las depresiones/erosiones leves o la arenilla de óxido.

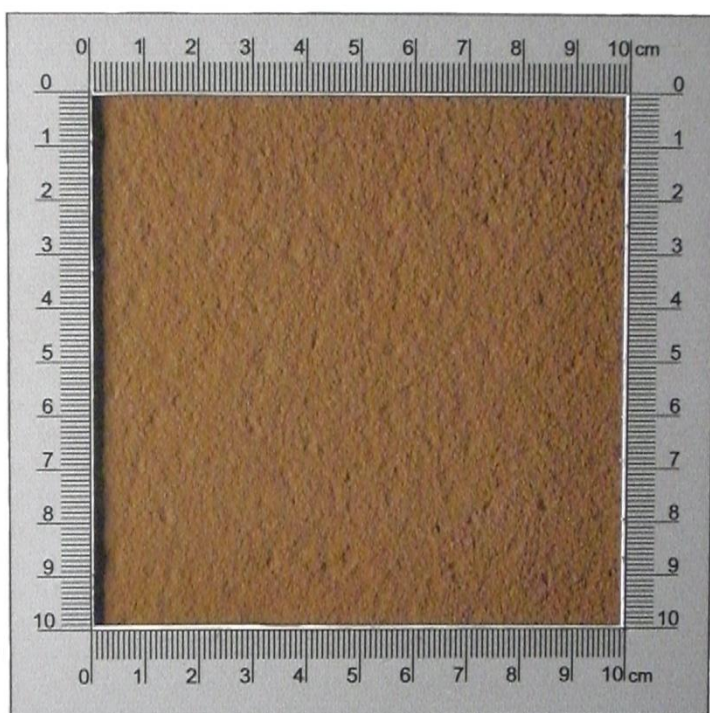


Figura 2:
Grado de pureza 1.3.x.x
Corrosión extendida,
desgaste no problemático
de la superficie de la
cisterna

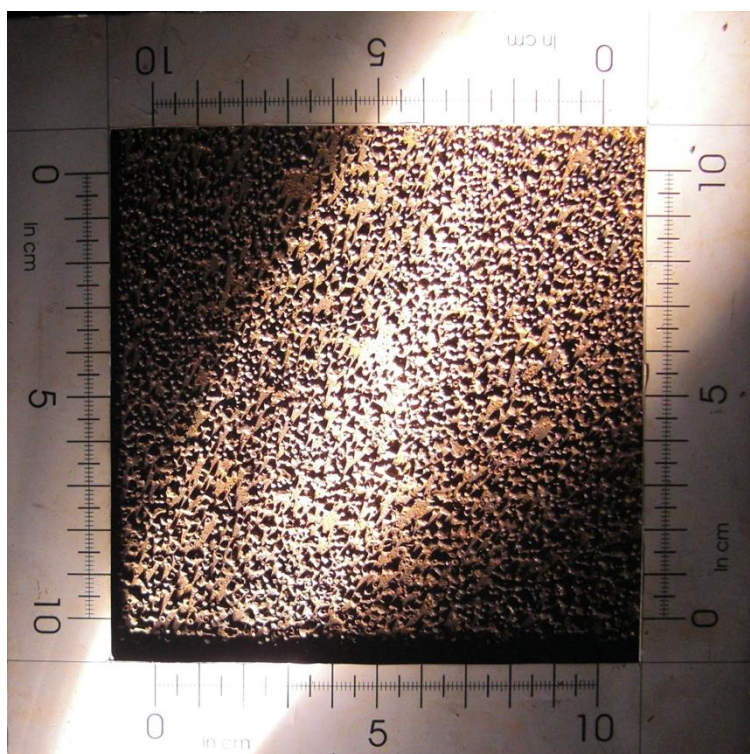


Figura 3:
Grado de pureza 1.3.x.x
Arenilla de óxido

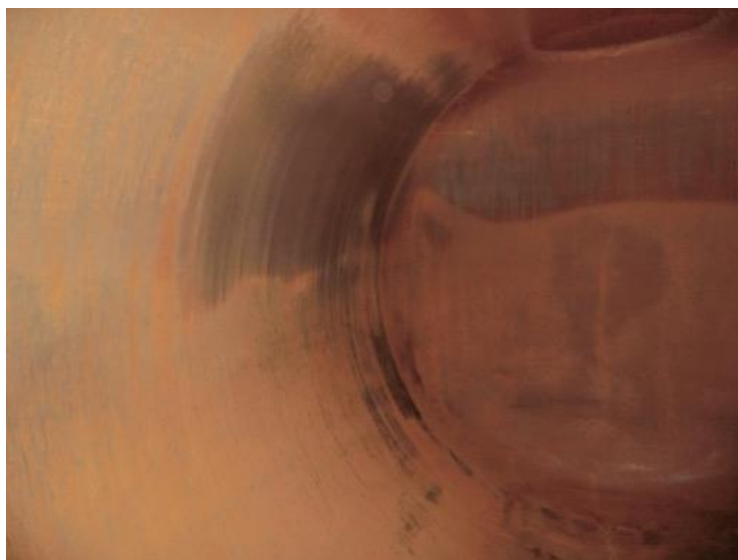


Figura 4:
Grado de pureza 1.4.x.x
Polvo de óxido y ligeras
decoloraciones

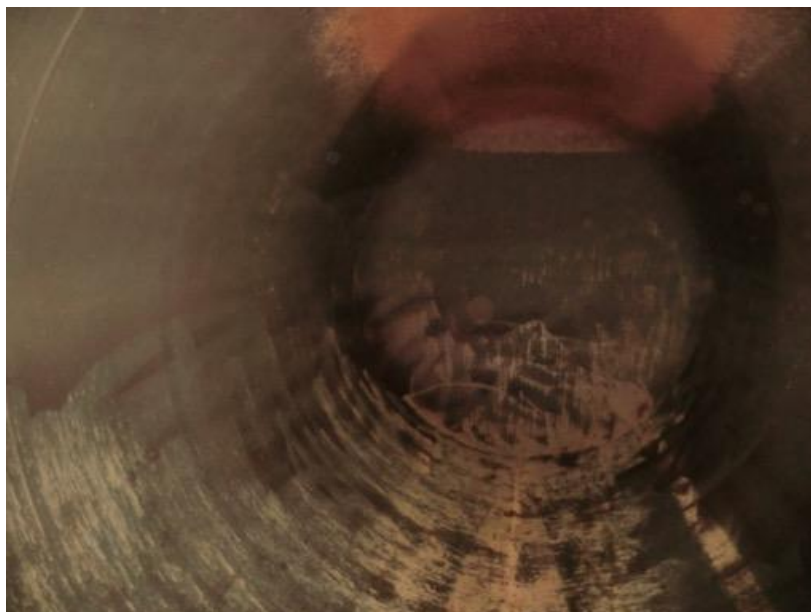


Figura 5:
Grado de pureza: 1.5.x.x
Decoloración intensa,
también ennegrecimiento



Figura 6:
Grado de pureza: 1.5.x.x
Óxido compacto en el
fondo de la cisterna

Siempre que no existan otras
limitaciones, se puede
restablecer el grado de pureza
1.3.x.x eliminando el óxido
compacto.

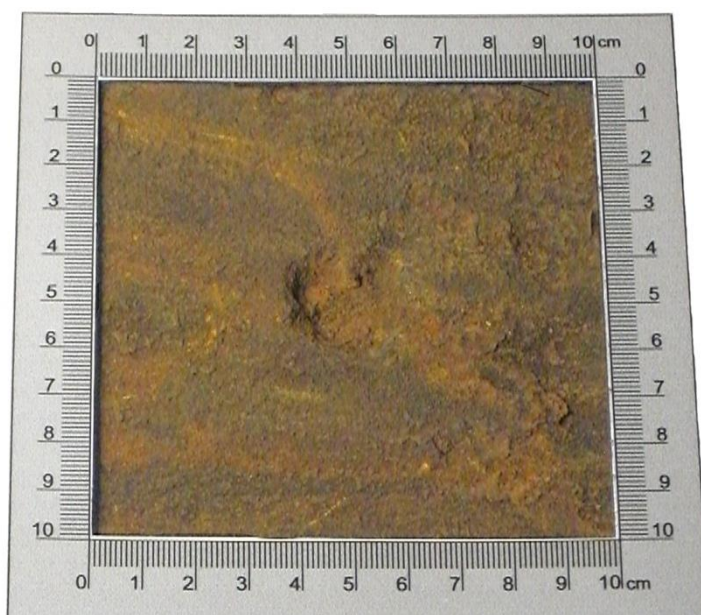


Figura 7:

Grado de pureza 1.6.x.x

Picaduras por corrosión considerables, de varios milímetros o centímetros de diámetro y varios milímetros de profundidad

Dependiendo del ámbito de utilización del vagón, puede requerir tratamiento, determinación del espesor de pared y, dado el caso, reparación de la cisterna

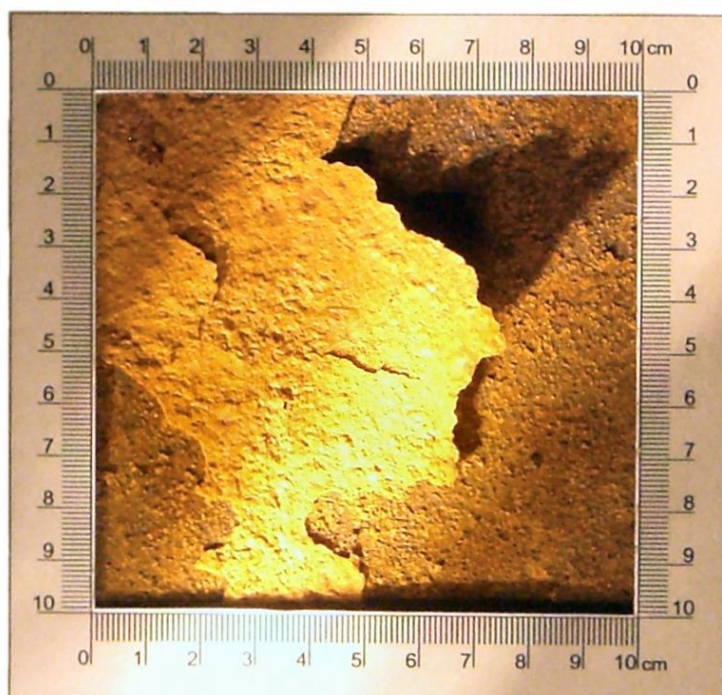


Figura 8:

Grado de pureza 1.6.x.x

Escamas de óxido sueltas

Siempre que no existan ni aparezcan posteriormente otras limitaciones, se puede restablecer el grado de pureza 1.3.x.x eliminando las escamas de óxido.

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza

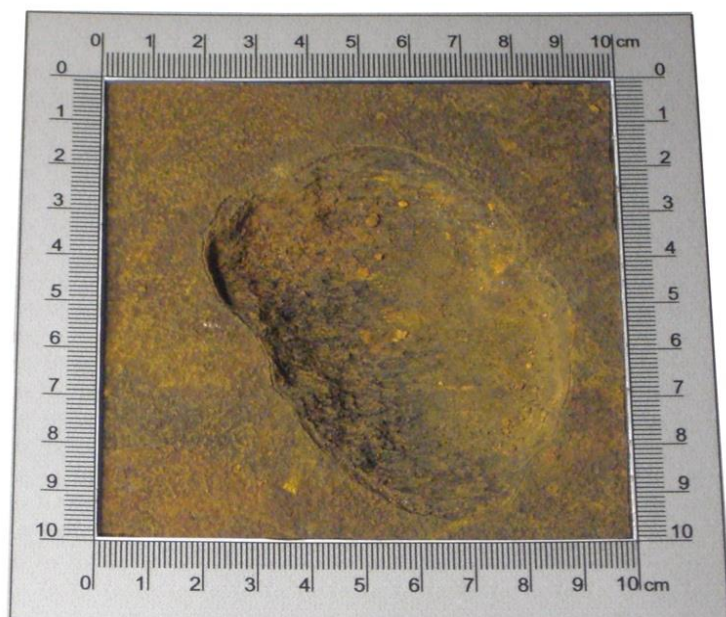


Figura 9:
Grado de pureza 1.9.x.x

Daño extremo por corrosión. Cuasi rotura de la pared, no se debe considerar una picadura por corrosión.

Decoloraciones, sombras

Por efecto de la temperatura (p. ej., durante el soldeo) y las mercancías, es habitual que el acero inoxidable adquiera una coloración parduzca o azulada en la superficie.

Para eliminar la decoloración y volver a crear una capa pasiva, generalmente es preciso eliminar algunos micrómetros de material de la superficie de la cisterna mediante decapado o chorreado con bolas de vidrio, tras lo cual se realizará el pasivado.



Figura 10:
Grado de pureza 3.3.x.x
Decoloración perimetral del
tipo «línea de carga» en un
vagón cisterna de acero
CrNiMo



Figura 11:
Grado de pureza 2.3.x.x
Decoloraciones en forma
de veladura o de gran
extensión en un vagón
cisterna de acero CrNi



Figura 12:
Grado de pureza 2.3.x.x

Cisterna de acero inoxidable CrNi completamente decolorada por la mercancía (solución de hidróxido sódico)



Figura 13:
Grado de pureza 3.2.x.x

Cisterna de acero CrNiMo sin decoloraciones

Además de las decoloraciones, existe otra alteración de la superficie que, sin embargo, tiene una naturaleza meramente visual y no afecta en modo alguno a la mercancía ni a la resistencia a la corrosión de la superficie metálica. Se trata de las sombras que aparecen en la superficie metálica o en la capa pasiva. Estas sombras no se deben a la presencia de partículas coloreadas, sino que están causadas por efectos físicos.

A diferencia de las decoloraciones, las sombras dependen del ángulo de visión o de incidencia de la luz. Por lo tanto, una mancha que se vea oscura o gris al observarla desde un lado, puede no verse o verse blanca desde el otro.

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza

En las siguientes figuras se muestra la misma zona de la pared observada desde dos perspectivas diferentes. A la derecha se ven unas manchas más bien oscuras, mientras que a la izquierda esas mismas zonas se ven más claras que el metal circundante.

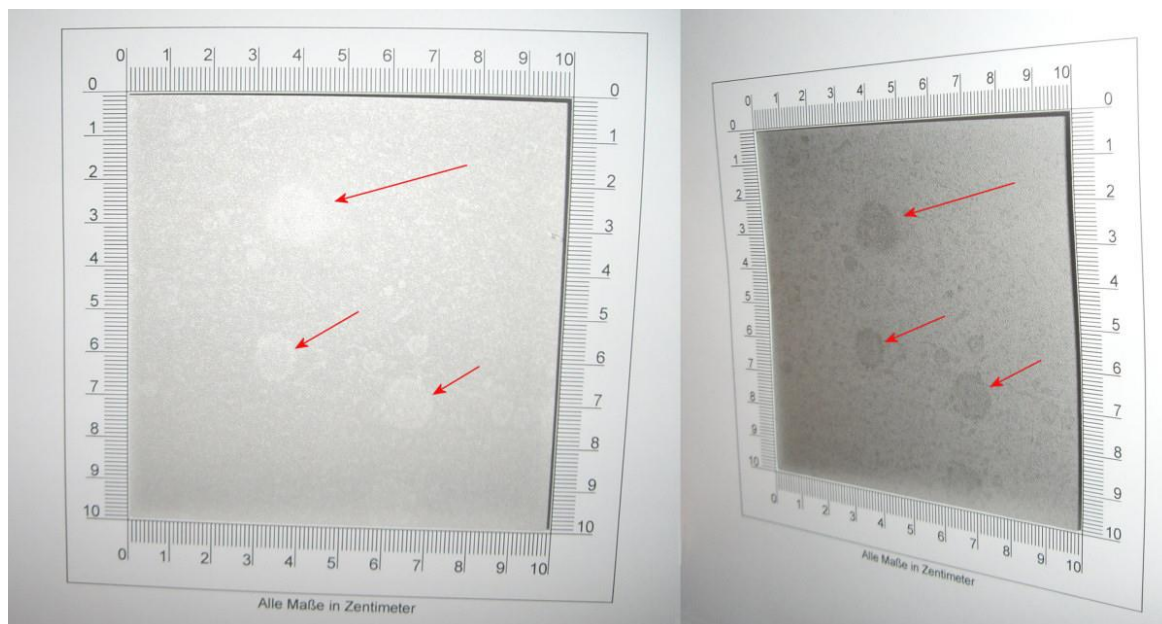


Figura 14: Grado de pureza 3.2.x.x, sombras

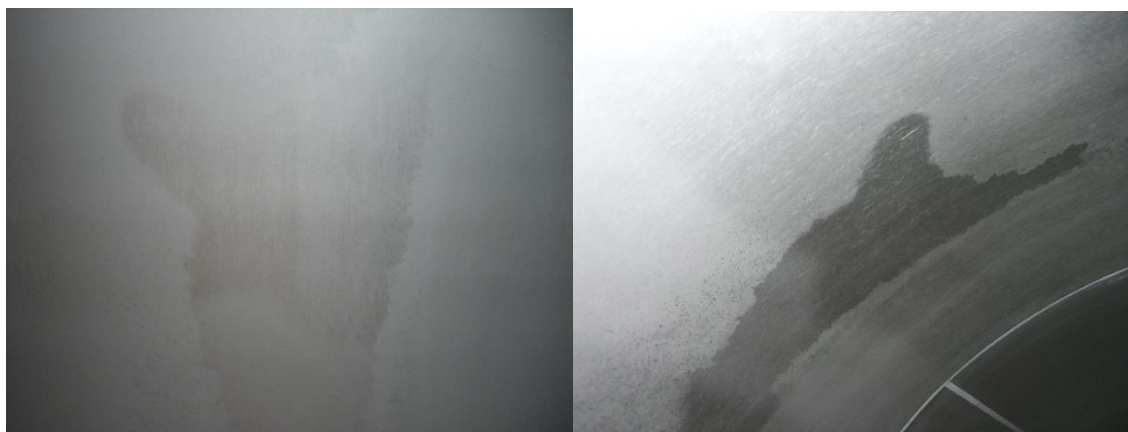


Figura 15: Grado de pureza 3.2.x.x, sombras

El tratamiento de chorreado también puede dar lugar a la aparición de sombras.

Zonas rectificadas

Las zonas rectificadas no afectan al grado de pureza. Incluso las cisternas en las que haya zonas rectificadas extensas pueden lograr un grado de pureza de, p. ej., 3.2.1.1.



Figura 16:
Grado de pureza 3.2.x.x
Zonas rectificadas

Si el rectificado de las paredes no solo se hace de forma tan inadecuada como en la figura 16, sino que además se lleva a cabo con un elemento abrasivo inapropiado/sucio, pueden producirse inclusiones de partículas ferríticas. Eso conducirá, en primer lugar, a una coloración parduzca de las zonas rectificadas y, más adelante, puede dar lugar a la corrosión intensa de la superficie de acero inoxidable.



Figura 17:
Grado de pureza 3.5.x.x
Zonas rectificadas con inclusiones ferríticas

Corrosión en cisternas de acero inoxidable o aluminio

En el código del grado de pureza, la corrosión en las cisternas de acero inoxidable o aluminio figura dos veces: los apartados 3.4.x.x y 3.5.x.x se refieren a las «rugosidades debidas a la corrosión» y el apartado 3.6.x.x a la «corrosión puntual».

Nota: Las siguientes explicaciones se refieren a las cisternas de acero inoxidable y, en lo esencial, son de aplicación también a las cisternas de aluminio.

Rugosidades debidas a la corrosión

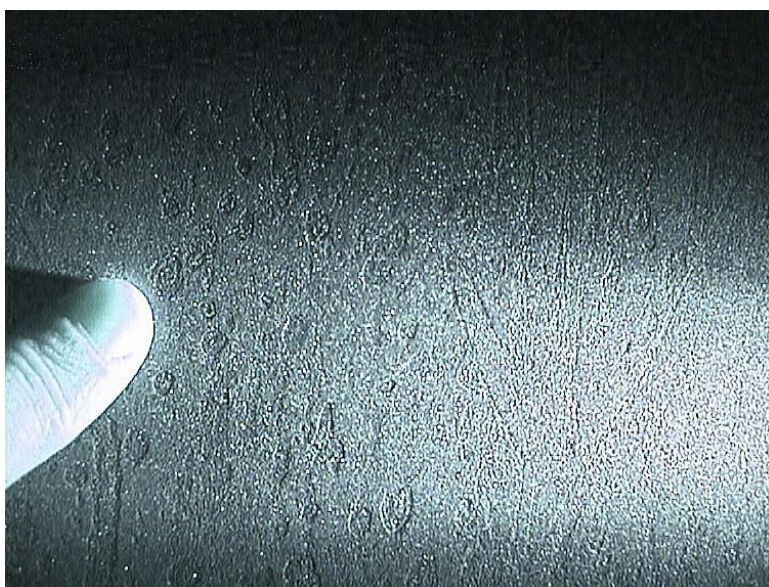


Figura 18:
Grado de pureza 3.4.x.x
Rugosidades en zonas
amplias, sin decoloraciones

Rugosidades y decoloraciones debidas a la corrosión



Figura 19:
Grado de pureza 3.5.x.x
Rugosidades en zonas
amplias con una
decoloración intensa de
la superficie

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza

Corrosión puntual

La corrosión por picadura es una forma de corrosión puntual. En la fase inicial, la corrosión por picadura suele manifestarse en forma de depresiones similares a las que produciría un alfiler, que se irán agrandando posteriormente. Es muy habitual que la corrosión cree cavidades, cuya forma impida la limpieza de los restos de mercancías. Por lo general, estos restos de mercancías provocarán corrosión.



Figura 20:
Grado de pureza 3.6.x.x
Corrosión por picadura
en la pared



Figura 21:
Grado de pureza 3.6.x.x
Corrosión por picadura
en la pared

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza



Figura 22:
Grado de pureza 3.6.x.x
Corrosión por picadura
en la pared



Figura 23:
Grado de pureza 3.6.x.x
Corrosión por
picadura en la pared

Si la corrosión puntual se trata como corresponde, la cisterna podrá volver a clasificarse, por ejemplo, con el grado de pureza 3.2.1.1. Dicho tratamiento se debe documentar.

Directiva de la UIP sobre el código del grado de pureza

Defectos de laminación

Los defectos de laminación no afectan al grado de pureza. En el caso de las cisternas de acero inoxidable o aluminio, los defectos de laminación pueden confundirse con la corrosión en forma de picadura. A menudo, estos dos fenómenos pueden distinguirse examinando detenidamente la sección completa, ya que los defectos de laminación suelen repetirse en un misma sección.

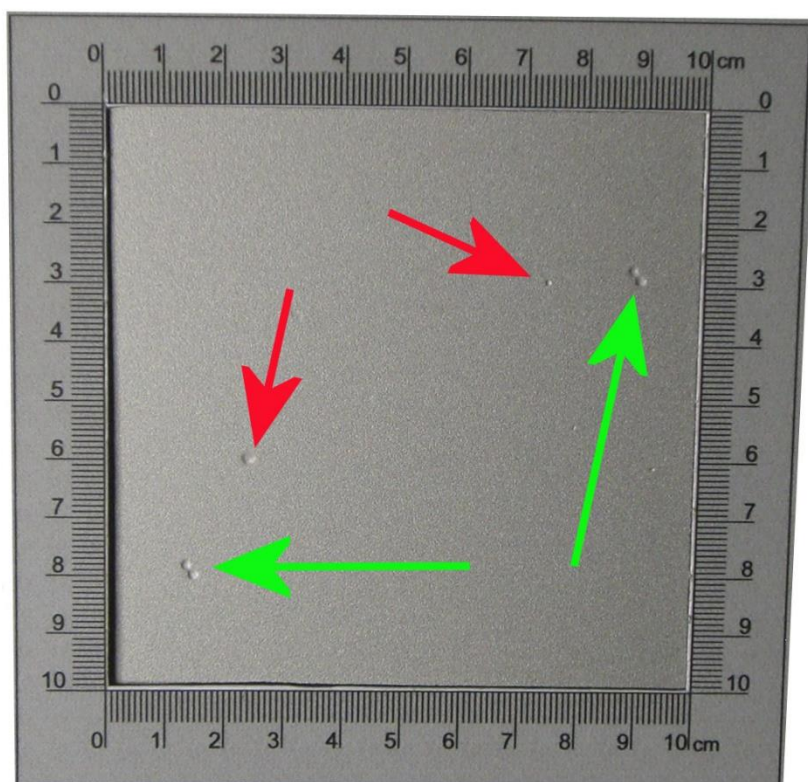


Figura 24:

Defectos de laminación

Las flechas rojas muestran la corrosión por picadura, mientras que las verdes muestran defectos de laminación. A menudo, estas indentaciones de igual forma se presentan con una separación de más de un metro.

Cisternas con revestimiento

La clasificación según el grado de pureza se realizará de manera puramente visual. Si la superficie está sellada, se tendrán en cuenta daños como las ampollas, las abolladuras y similares. No se adoptarán más medidas.



Figura 25:

Grado de pureza
4.3.x.x:

Ampollas en el
engomado



Figura 26:

Grado de pureza
4.3.x.x:

Ampollas en el
engomado

Glosario

Conceptos	Definición
Permiso de acceso	Permiso para acceder al interior de una cisterna, que solo se concede según determinados procesos y criterios establecidos de antemano.
Decapado	Eliminación de algunos micrómetros de la superficie del material mediante el uso de ácido fluorhídrico.
Escamas de óxido	Tipo de corrosión en cisternas de acero que consiste en el desprendimiento de la capa de óxido superficial en forma de escamas.
Acero inoxidable	Acero aleado con cromo y níquel y, a menudo, también con molibdeno, lo que le confiere mayor resistencia a la corrosión.
Ferrítico	Que contiene hierro.
Óxido superficial	Inicio de la formación de óxido sobre una superficie de acero. Muy tenue, pero no se puede limpiar.
Corrosión en forma de cavidad	Hace referencia a una cavidad esférica no visible en la pared de la cisterna.
Línea de carga	Decoloración o depósitos perimetrales que se forman en la línea que separa el producto y la atmósfera de la cisterna.
Polvo de óxido	Óxido en forma de polvo sobre una superficie de acero; se puede limpiar.
Pasivado	Operación posterior al tratamiento de una superficie mediante decapado o chorreado.
Capa pasiva	Delgada capa protectora en una superficie de acero inoxidable.
Arenilla de óxido	Óxido en forma de arenilla adherido a una superficie de acero.
Picaduras por corrosión	Fenómeno de corrosión claramente visible en las cisternas de acero que puede alcanzar varios milímetros de profundidad y diámetro.
Placas de óxido	Escamas de óxido sueltas
Sombras	Diferencia de color apreciable entre una zona de la capa pasiva de una superficie de acero inoxidable y el área circundante.
Sección	Una cisterna está formada por varias chapas laminadas en redondo (secciones), soldadas entre sí.
Ennegrecimiento	Se refiere a la presencia de óxido de hierro negro bajo una capa de óxido de hierro marrón en una cisterna de acero. Debido a su proceso de formación, el óxido negro es muy fino y puede contaminar las mercancías.
Acero negro	Denominado también «acero» o «acero de construcción». A diferencia del «acero inoxidable», este acero no está aleado con otros metales.
Chorreado	Tratamiento de la superficie de la cisterna mediante un chorro de aire comprimido al que se le añade un agente abrasivo, como granalla de acero, escoria o perlas de vidrio. Se utiliza para eliminar los residuos de mercancías, la corrosión y las decoloraciones. El chorreado con hielo seco puede eliminar los residuos de mercancías y el óxido, pero no las decoloraciones de las superficies de acero inoxidable.
Oxidación bajo el revestimiento o recubrimiento	Corrosión que tiene lugar debajo del recubrimiento o revestimiento.
Defectos de laminación	Si se utiliza para la fabricación un rodillo cuya superficie está dañada o sucia, pueden producirse indentaciones en la chapa.