



“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

INFORME No.: 078978

| | |
|-----------------------------|---|
| CLIENTE: | GALVANOL IBERIA, S.L. |
| PERSONA DE CONTACTO: | Vytautas Laugalys |
| DIRECCIÓN: | C/ Sant Antoni, S/N 08680 GIRONELLA (Barcelona) |
| OBJETO: | Ensayos según la norma UNE-EN ISO 12944-6:2018 |
| MUESTRA ENSAYADA: | Muestras aplicadas Ref. «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001-61702992-2009)» |
| FECHA DE RECEPCION: | 31.01.2019 |
| FECHAS DE ENSAYO: | 08.02.2019 a 23.04.2019 |
| FECHA DE EMISIÓN: | 29.04.2019 |



Erika Aguirregoitia
Resp. Acreditación
Técnico Laboratorio de Caracterización de
Materiales de Construcción
División Lab_services

Blanca Ruiz de Gauna
Jefe Laboratorio de Caracterización de
Materiales de Construcción
División Lab_services

* Los resultados del presente informe conciernen, única y exclusivamente al material ensayado.

* Este informe no podrá ser reproducido sin la autorización expresa de FUNDACIÓN TECNALIA R&I, excepto cuando lo sea de forma íntegra.

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

1. CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

Con fecha 31.01.2019 se recibieron en Fundación Tecnalía R&I por parte de la empresa “**GALVANOL IBERIA, S.L.**” 10 muestras aplicadas referenciadas como:

- «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001-61702992-2009)»

2. ENSAYOS SOLICITADOS

Se solicitan los ensayos detallados en la UNE-EN ISO 12944-6:2018 para una categoría de corrosividad C4 Muy alto y C5 Alto:

- ◆ Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina, según la norma UNE-EN ISO 9227:2017
- ◆ Determinación de la resistencia a la humedad. Parte 1: Condensación continua, según la norma UNE-EN ISO 6270-1:2002
- ◆ Evaluación del grado de ampollamiento según la norma UNE-EN ISO 4628-2:2016
- ◆ Evaluación del grado de oxidación según la norma UNE-EN ISO 4628-3:2016
- ◆ Evaluación del grado de agrietamiento según la norma UNE-EN ISO 4628-4:2016
- ◆ Evaluación del grado de descamación según la norma UNE-EN ISO 4628-5:2016
- ◆ ⁽¹⁾ Determinación del avance de la corrosión a partir de la incisión según la norma UNE-EN ISO 12944-6:2018 Anexo A
- ◆ Ensayo de corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2013 Versión corregida, febrero 2014
- ◆ Ensayo de espesor de película seca según la norma UNE-EN ISO 2808:2007, método 7C

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

3. ENSAYOS REALIZADOS

◆ Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina según UNE-EN ISO 9227:2017

Se ensayan las probetas para determinar las variaciones que sufren durante la permanencia en niebla salina neutra, y se realiza en una cámara diseñada específicamente para ello.

Antes de realizar el ensayo, se verifica la estabilidad del funcionamiento de la cámara introduciendo probetas de referencia de acero carbono. La pérdida de masa para estas probetas ha sido de (70 ± 20) g/m².

Probetas:

- Número de probetas ensayadas: 4 muestras (facilitadas por el cliente)
- Proceso de limpieza de la probeta después del ensayo: Agua
- Ángulo de inclinación de las probetas en la cámara de ensayo: 20°
- Las probetas se ensayan sin ningún proceso de limpieza, tapando los bordes

Las condiciones y características del ensayo han sido:

- Solución salina: (50 ± 5) g/l de NaCl
 - Agua: Desmineralizada
 - Sal: Para análisis 99,5% de pureza
- Temperatura del recinto de ensayo: 35 °C
- pH de la solución de ensayo: 6,8 (medido electrostáticamente a 25°C)
- pH de la solución de recogida: 6,8 (medido electrostáticamente a 25°C)
- Pulverización: $(1,5 \pm 0,5)$ ml/h

La duración del ensayo ha sido de 1.440 horas para una categoría de corrosividad C4 Muy alto y C5 Alto, tal y como se indica en la UNE-EN ISO 12944-6:2018.

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

Al finalizar el ensayo se han realizado las siguientes evaluaciones tal como se indica en al UNE-EN ISO 12944-6:2018:

- Evaluación del grado de ampollamiento según UNE-EN ISO 4628-2:2016
- Evaluación del grado de oxidación según UNE-EN ISO 4628-3:2016
- Evaluación del grado de agrietamiento según UNE-EN ISO 4628-4:2016
- Evaluación del grado de descamación según UNE-EN ISO 4628-5:2016
- ⁽¹⁾ Evaluación de la corrosión a lo largo de la incisión según UNE-EN ISO 12944-6:2018 (Anexo A)
- Ensayo de corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2013 Versión corregida, febrero 2014

La cantidad de defectos, consistentes en discontinuidades u otras imperfecciones locales del recubrimiento, diseminadas sobre el área de ensayo, con mayor o menor intensidad, se debe designar de acuerdo con la tabla I. El grado se debe expresar con un número entero, salvo especificación contraria:

Tabla I – Esquema de evaluación para la designación de la cantidad de defectos

| Grado | Cantidad de defectos |
|-------|--|
| 0 | Ninguno, es decir, no se detectan defectos |
| 1 | Muy pocos, es decir, algunos defectos escasamente significativos |
| 2 | Pocos, es decir, pequeña, pero significativa, cantidad de defectos |
| 3 | Moderado número de defectos |
| 4 | Considerable número de defectos |
| 5 | Densa concentración de defectos |

El tamaño medio (orden de magnitud) de los defectos debe ser designado, si es necesario y significativo, de acuerdo con la tabla II.

Tabla II – Esquema de evaluación para la designación del tamaño de los defectos

| Grado | Tamaño de los defectos ^a |
|-------|--|
| 0 | No visibles con 10 aumentos |
| 1 | Visibles sólo con aumentos de hasta x10 |
| 2 | Incipientemente visibles con una visión normal corregida (hasta 0,2 mm) ^b |
| 3 | Claramente visibles con una visión normal corregida (mayores de 0,2 mm y hasta 0,5 mm) |
| 4 | Mayores de 0,5 mm hasta 5 mm |
| 5 | Mayores de 5 mm |

^a Salvo especificación contraria en las posteriores partes de la Norma ISO 4628.
^b Típicamente, los defectos mayores de 0,2 mm son visibles con visión normal corregida.

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

El tipo de defecto, la cantidad presente (tabla I) y su tamaño (tabla II), se deben expresar como se indica en el siguiente ejemplo:

- Ampollamiento: grado de ampollamiento, 2(S2), es decir cantidad 2/tamaño 2

El grado de oxidación (Ri) sobre una superficie pintada se evalúa tomando como referencia los patrones fotográficos que se muestran en las figuras 1 a 5. Las cantidades aproximadas de óxido (óxido suelto más óxido subyacente visible) mostradas en estos patrones, se indican en la tabla III:

Tabla III – Esquema de evaluación para la designación del tamaño de los defectos

| Grado de oxidación | Área oxidada % |
|--------------------|----------------|
| Ri 0 | 0 |
| Ri 1 | 0,05 |
| Ri 2 | 0,5 |
| Ri 3 | 1 |
| Ri 4 | 8 |
| Ri 5 | 40 a 50 |

◆ **Determinación de la resistencia a la humedad. Parte 1: Condensación continua, según la norma UNE-EN ISO 6270-1:2002**

El ensayo se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 6270-1:2002.

El material de ensayo se ha expuesto a condensación continua.

La temperatura de ensayo ha sido de $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Se colocan en la cámara 3 probetas con una inclinación de $(15 \pm 5)^\circ$. Las probetas se introducen sin protección de bordes y reverso.

Se determina el espesor de la película seca en micras según la norma UNE-EN ISO 2808:2007.

La duración del ensayo ha sido de 720 horas para una categoría de corrosividad C4 Muy alto y C5 Alto, tal y como se indica en la UNE-EN ISO 12944-6:2018.

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

Durante el ensayo se han realizado las siguientes evaluaciones tal como se indica en la UNE-EN ISO 12944-6:2018:

- Evaluación del grado de ampollamiento según la norma UNE-EN ISO 4628-2:2016
- Evaluación del grado de oxidación según la norma UNE-EN ISO 4628-3:2016
- Evaluación del grado de agrietamiento según la norma UNE-EN ISO 4628-4:2016
- Evaluación del grado de descamación según la norma UNE-EN ISO 4628-5:2016
- Ensayo de corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2013 Versión corregida, febrero 2014

Estas evaluaciones quedan descritas en el apartado anterior.

◆ **Ensayo de corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2013 Versión corregida, febrero 2014**

Las probetas de ensayo se acondicionan durante al menos 16 horas a $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ y $(50\pm 5)\% \text{Hr}$. El ensayo se realiza en estas condiciones ambientales.

Se realizan seis incisiones en cada dirección de la red cuadrada. El espaciado entre incisiones ha sido de 3 mm para las muestras ensayadas.

El ensayo se realiza en tres lugares diferentes de la probeta.

Se utiliza una herramienta de corte de una sola cuchilla y el procedimiento ha sido manual.

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

La eliminación de la pintura desprendida se ha realizado utilizando una cinta.

Tabla IV

| Clasificación | Descripción |
|---------------|---|
| 0 | Los bordes de las incisiones son perfectamente lisos: ningún cuadrado del enrejado se ha desprendido. |
| 1 | Se observan ligeros desprendimientos del revestimiento en los bordes y/o en las intersecciones de las incisiones. El área afectada no es mucho mayor al 5 por 100. |
| 2 | Se observan desprendimientos del revestimiento en los bordes y/o en las intersecciones de las incisiones. El área afectada es del 5 al 15 por 100 aproximadamente. |
| 3 | El revestimiento se ha desprendido parcial o totalmente en grandes bandas a lo largo de los bordes de las incisiones y/o se ha desprendido total o parcialmente en distintas partes de los cuadrados. El área afectada es del 15 al 35 por 100 aproximadamente. |
| 4 | El revestimiento se ha desprendido en grandes bandas a lo largo de los bordes de las incisiones y/o algunos cuadrados se han desprendido parcial o totalmente. El área afectada es del 35 al 65 por 100 aproximadamente. |
| 5 | Se observa cualquier grado de desprendimiento superior al de la clasificación 4. |

Este ensayo se realiza al inicio y después de acondicionar las muestras 7 días a una temperatura de (23 ± 2) °C y (50 ± 5) h.r. tras los ensayos de 1.440 horas de niebla salina y 720 horas del ensayo de resistencia a la humedad.

◆ **Ensayo de espesor de película seca según la norma UNE-EN ISO 2808:2007, método 7C**

Para la realización del ensayo de las muestras de acero se utiliza un aparato de inducción magnética, debido a que la naturaleza del sustrato de la muestra es metálico férreo. Estos aparatos se basan, en el principio de que el campo electromagnético de alta frecuencia generado en la sonda del instrumento produce una serie de corrientes inducidas en un conductor sobre el que se coloca la mencionada sonda; además, la amplitud y fase de estas corrientes son función del espesor del recubrimiento no conductor presente entre el conductor y la sonda.

Se lleva el aparato sobre la probeta y se realizan diez determinaciones.

El espesor se obtiene en μm , calculando la media aritmética de las lecturas realizadas. La medida del espesor se realiza sobre la probeta tal y como es facilitada por el cliente.

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

4. RESULTADOS

“La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%”.

♦ **Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina según UNE-EN ISO 9227:2017**

En la tabla adjunta se muestran los resultados obtenidos para una categoría de corrosividad C4 Muy alto y C5 Alto:

Tabla V

| Referencia | Ensayo | Norma | Resultado | Especificación según UNE-EN ISO 12944-6:2018 | Resultado |
|---|---|-----------------------------------|-----------|--|---------------|
| «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001-61702992-2009)» | Evaluación del grado de ampollamiento | UNE-EN ISO 4628-2:2016 | 0(S0) | 0(S0) | Satisfactorio |
| | Evaluación del grado de corrosión | UNE-EN ISO 4628-3:2016 | Ri0 | Ri0 | |
| | Evaluación del grado de agrietamiento | UNE-EN ISO 4628-4:2016 | 0(S0) | 0(S0) | |
| | Evaluación del grado de descamación | UNE-EN ISO 4628-5:2016 | 0(S0) | 0(S0) | |
| | ⁽¹⁾ Evaluación de la corrosión a partir de la incisión $M = \frac{C - W}{2} \text{ (mm)}$ | UNE-EN ISO 12944-6:2018 (Anexo A) | 0 | Máx. 1,5 mm | Satisfactorio |

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

◆ **Determinación de la resistencia a la humedad. Parte 1: Condensación continua, según la norma UNE-EN ISO 6270-1:2002**

En la tabla adjunta se muestran los resultados obtenidos para una categoría de corrosividad C4 Muy alto y C5 Alto:

Tabla VI

| Referencia | Ensayo | Norma | Resultado | Especificación según la norma UNE-EN ISO 12944-6:2018 | Resultado |
|---|---------------------------------------|------------------------|-----------|---|---------------|
| «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001-61702992-2009)» | Evaluación del grado de ampollamiento | UNE-EN ISO 4628-2:2016 | 0(S0) | 0(S0) | Satisfactorio |
| | Evaluación del grado de corrosión | UNE-EN ISO 4628-3:2016 | Ri0 | Ri0 | |
| | Evaluación del grado de agrietamiento | UNE-EN ISO 4628-4:2016 | 0(S0) | 0(S0) | |
| | Evaluación del grado de descamación | UNE-EN ISO 4628-5:2016 | 0(S0) | 0(S0) | |

◆ **Ensayo de corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2013 Versión corregida, febrero 2014**

En la tabla adjunta se muestran los resultados obtenidos:

Tabla VII

| Referencia | Zona de ensayo | Evaluación | | | Especificación según la norma UNE-EN ISO 12944-6:2018 | Resultado |
|---|----------------|------------|-----------------------------------|--|---|---------------|
| | | Inicial | Tras 1.440 horas de niebla salina | Tras 720 horas de resistencia a la humedad | | |
| «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001-61702992-2009)» | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 a 2 | Satisfactorio |
| | 2 | 0 | 2 | 1 | | |
| | 3 | 1 | 2 | 1 | | |

Resultado de ensayo inicial: ISO 2409: 2013-1C-0

Resultado de ensayo tras humedad 1.440 horas de niebla salina: ISO 2409: 2013-1C-2

Resultado de ensayo tras humedad 720 horas de humedad: ISO 2409: 2013-1C-1

“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

♦ **Ensayo de espesor de película seca, según la norma UNE-EN ISO 2808:2007, método 7C**

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla VIII

| Referencia | Probeta | Espesor (µm) | | | | | | | | | |
|---|------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Muestra | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001- 61702992-2009)» | 1 | 148,0 | 141,0 | 138,0 | 142,0 | 160,0 | 139,0 | 156,0 | 135,0 | 160,0 | 128,0 |
| | 2 | 133,0 | 143,0 | 139,0 | 122,0 | 157,0 | 143,0 | 156,0 | 131,0 | 169,0 | 135,0 |
| | 3 | 138,0 | 147,0 | 136,0 | 147,0 | 168,0 | 132,0 | 141,0 | 138,0 | 170,0 | 147,0 |
| | 4 | 138,0 | 138,0 | 137,0 | 130,0 | 161,0 | 141,0 | 141,0 | 127,0 | 150,0 | 144,0 |
| | 5 | 128,0 | 143,0 | 133,0 | 130,0 | 167,0 | 144,0 | 139,0 | 131,0 | 165,0 | 160,0 |
| | 6 | 137,0 | 132,0 | 129,0 | 130,0 | 156,0 | 160,0 | 153,0 | 130,0 | 165,0 | 132,0 |
| | 7 | 141,0 | 133,0 | 140,0 | 151,0 | 174,0 | 147,0 | 144,0 | 121,0 | 168,0 | 137,0 |
| | 8 | 132,0 | 138,0 | 138,0 | 131,0 | 163,0 | 152,0 | 153,0 | 132,0 | 148,0 | 158,0 |
| | 9 | 136,0 | 130,0 | 133,0 | 133,0 | 176,0 | 153,0 | 141,0 | 128,0 | 171,0 | 148,0 |
| | 10 | 121,0 | 131,0 | 141,0 | 138,0 | 140,0 | 151,0 | 135,0 | 131,0 | 159,0 | 148,0 |
| | Media | 135 | 138 | 136 | 135 | 162 | 146 | 146 | 130 | 163 | 144 |
| | Incertidumbre (k=2) | 15 | 13 | 9 | 19 | 21 | 17 | 16 | 10 | 17 | 22 |



“Los ensayos y actividades marcadas con ⁽¹⁾ no están amparados por la acreditación de ENAC”

5. CONCLUSIONES

Las muestras aplicadas referenciadas como «GALVANOL - Zinker class coating (TU 2312-001-61702992-2009)» cumplen con los requisitos definidos en la norma UNE-EN ISO 12944-6:2018 para una categoría de corrosividad C4 Muy alto y C5 Alto. El intervalo de durabilidad muy alto corresponde a más de 25 años y el alto entre 15 y 25 años según UNE-EN ISO 12944-1:2018.