



N.º INFORME 117879-3

CLIENTE	CROMOLOGY, S.L.
PERSONA DE CONTACTO	Luisa Arredondo (luisa.arredondo@cromology.es)
DIRECCIÓN	C/ Francia, 7(Pol. Ind. Pla Llerona) – 08520 Les Franqueses del Vallés (BARCELONA)
N.º PEDIDO	PC051557
OBJETO	CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE ACUERDO CON LA NORMA ISO 12944-6:2018
SISTEMA DE RECUBRIMIENTO	REF. 7060 + 7240
FECHAS DE ENSAYO	Agosto - Septiembre 2025
FECHA DE EMISIÓN	11/11/2025

Naiara Yurrita Murua
Técnico de laboratorio
Hidrógeno, Materiales y Procesos

Saioa Saenz de Urturi
Responsable Técnico
Hidrógeno, Materiales y Procesos

Parque Científico y Tecnológico de Gipuzkoa
Mikeletegi Pasealekua, 2
E-20009 Donostia-San Sebastián
T. (+34)946430850
tecnalia.com



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

Este informe no podrá ser reproducido, salvo que sea íntegramente, sin la autorización escrita de TECNALIA.

En cumplimiento con la norma ISO 17025:2017, se aplica la regla de decisión binaria con zona de seguridad para la emisión de declaraciones de conformidad.

¹⁾ Información aportada por el cliente. TECNALIA no se hace responsable de la información aportada por el cliente y esta información no está cubierta por la acreditación. Los resultados aplican a la muestra en condiciones de recepción.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. -	3
1.1.- Objetivo	3
1.2.- Aplicación del recubrimiento ¹⁾	3
2.- TÉCNICAS EXPERIMENTALES. -.....	5
2.1.- Determinación del espesor de recubrimiento	5
2.2.- Ensayos de adherencia por corte enrejado	5
2.3.- Ensayo de niebla salina neutra	6
2.4.- Ensayo de condensación continua	8
3.- RESULTADOS. -	10
3.1.- Resultados previos al ensayo de envejecimiento	10
3.2.- Resultados tras el ensayo de niebla salina neutra	11
3.3.- Resultados tras el ensayo de condensación continua	12
4.- VALORACIÓN. -	14
5.- CONCLUSIONES. -	15



1. INTRODUCCIÓN. -

1.1.- Objetivo

CROMOLOGY, S.L. (en adelante CROMOLOGY), solicita a TECNALIA la caracterización de un sistema de recubrimiento de acuerdo con la norma:

- ISO 12944-6:2018 para una categoría de corrosividad C3 y una durabilidad alta (C3H).

Sistema de recubrimiento CROMOLOGY¹⁾:

- Imprimación Epoxi Fosfato de Zinc: 80 µm (capa 1)
- Poliuretano Acrílico Acabado Satinado: 50 µm (capa 2)
- Poliuretano Acrílico Acabado Satinado: 50 µm (capa 3)
- **TOTAL NDFT: 180 µm**

Referencia sistema: **7060 + 7240¹⁾**

Siguiendo las indicaciones de la especificación, se llevan a cabo los siguientes ensayos de envejecimiento:

Tabla 1. Ensayos para un sistema C3H (ISO 12944-6:2018)

Niebla salina neutra UNE-EN ISO 9227:2023	Condensación de agua UNE-EN ISO 6270-1:2019
480 horas	240 horas

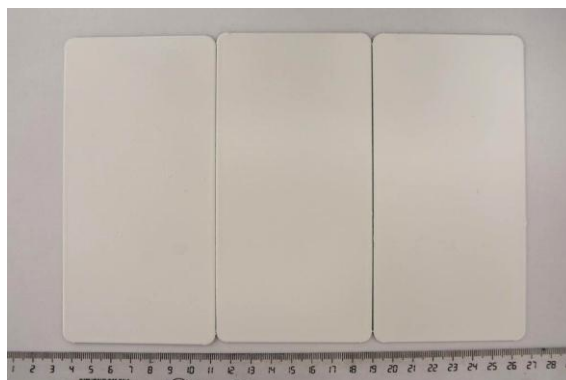
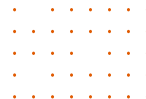
1.2.- Aplicación del recubrimiento ¹⁾

La aplicación del recubrimiento se ha llevado a cabo bajo las siguientes condiciones:

Tabla 2. Detalles de la aplicación

Sustrato	Acero al carbono
Dimensiones	150 x 75 x 1 mm* (área superficie ensayo: 112,5 cm ²)
Preparación superficial	Granallado Sa 2 1/2
Perfil superficial	Medio

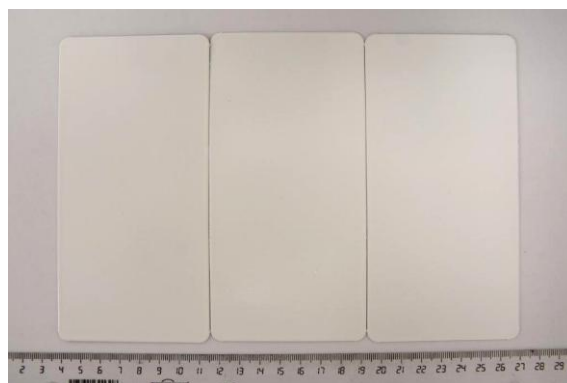
**Desviación a la norma ISO 12944-6:2018. El espesor de las probetas es menor de 3mm*



*Paneles para adherencia en recepción
(Ref. 7060 + 7240 (21, 22 y 27): de izquierda a derecha)*



*Paneles para el ensayo de niebla salina
(Ref. 7060 + 7240 19, 24 y 25): de izquierda a derecha)*



*Paneles para el ensayo de condensación de agua
(Ref. 7060 + 7240 (20, 23 y 26): de izquierda a derecha)*

Figura 1. Aspecto de las muestras en estado de recepción



2.- TÉCNICAS EXPERIMENTALES. -

Para la consecución del objetivo previamente citado, se realizan los siguientes ensayos de acuerdo con la norma **ISO 12944-6:2018 “*Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 6: Laboratory performance test methods*”**.

2.1.- Determinación del espesor de recubrimiento

Previamente a la realización de los ensayos, se determina el espesor total de recubrimiento seco en cada una de las muestras de ensayo. La medición se realiza de acuerdo con la norma **ISO 19840:2012 “*Paints and varnishes – Corrosion protection of Steel structures by protective Paint systems – Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces*”**.

Se registran los datos bajo las siguientes condiciones de medida:

- Equipo de medición: Medidor de espesores FISCHER, modelo DUALSCOPE MP0R, número de serie 140004443.
- Galgas de ajuste: 149,4 y 224,5 μm .
- Placa de ajuste: Acero, rectangular, sin recubrimiento, lisa y limpia.
- Método: Inducción magnética.
- Expresión de resultados: Media aritmética de 5 determinaciones.
- Valor de corrección: 25 μm .
- Condiciones ambientales: 23 ± 2 °C / 50 ± 5 % HR.
- Temperatura de la superficie: 23 ± 2 °C.
- Referencia de los paneles: 7060 + 7240 (19 a 27).
- Fecha de ensayo: 15/07/2025.

2.2.- Ensayos de adherencia por corte enrejado

El ensayo de adherencia por corte enrejado se realiza en recepción y tras los ensayos de envejecimiento, de acuerdo a la norma **UNE-EN ISO 2409:2021 “*Pinturas y barnices – Ensayo de corte por enrejado*”**.

Se registran los datos bajo las siguientes condiciones de medida:



- Herramienta de ensayo: Cuchilla simple accionada por motor NEOTEK.
- Cinta adhesiva: TESA 4024 PV2.
- Método utilizado para la eliminación de la pintura desprendida: Cepillado suave sobre el enrejado y aplicación de la cinta adhesiva.
- Expresión de resultados: 3 determinaciones.
- Condiciones ambientales: 23 ± 2 °C / 50 ± 5 % HR.
- Referencia de los paneles: 7060 + 7240 (21, 22 y 27) (Recepción); 7060 + 7240 (19, 24 y 25) (Tras niebla salina); 7060 + 7240 (20, 23 y 26) (Tras condensación continua).
- Fecha de ensayo: 27/08/2025 (Recepción); 05/09/2025 (Tras condensación continua); 15/09/2025 (Tras niebla salina).

Las probetas sin envejecer se acondicionan durante 2 semanas a 23 ± 2 °C y 50 ± 5 % HR, previo al ensayo.

El ensayo de adherencia de los paneles envejecidos en la cámara de niebla salina y en la cámara de humedad, se realiza tras 7 días de acondicionamiento a 23 ± 2 °C y 50 ± 5 % HR, tras los ensayos de envejecimiento.

2.3.- Ensayo de niebla salina neutra

El ensayo de niebla salina neutra se realiza de acuerdo con la norma **UNE-EN ISO 9227:2023** ***“Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales – Ensayos de niebla salina”***.

Se registran los datos bajo las siguientes condiciones de medida:

- Equipo de ensayo: Cámara de niebla salina ASCOTT, modelo S1000 IP.
- Tipo de sal y agua utilizada:
 - Sodio cloruro, grado farmacopea.
 - Agua Tipo IV s/ ASTM D-1193.
- Temperatura de la cámara: 35 ± 2 °C.
- Volumen de la solución recolectada: Entre 1,0 y 2,0 ml/h.
- Concentración de la solución recolectada: 50 ± 5 g/l NaCl.
- pH de la solución recolectada: Entre 6,5 y 7,2.
- Protección utilizada: Bordes con cinta adhesiva.
- Ángulo de inclinación de los paneles: $20\pm 5^\circ$ respecto a la vertical.
- Limpieza de las muestras tras ensayo: Con agua corriente limpia.

- Probetas de referencia: (usadas para verificar el correcto funcionamiento de la cámara)
 - Calidad: Acero al carbono DC04 s/ EN 10130 (equivalente a CR4 s/ ISO 3574).
 - Resultados velocidad de corrosión: $70 \pm 20 \text{ g/m}^2$ (se verifica cada 3 meses).
- Inspecciones intermedias: N.A.
- Duración de ensayo: 480 horas.
- Referencia de los paneles: 7060 + 7240 (19, 24 y 25).
- Fecha de ensayo: 19/08/2025 - 08/09/2025.

Antes de introducir las muestras en la cámara de niebla salina, se realiza una incisión (entalla) horizontal en las probetas, con el fin de evaluar el comportamiento frente a la corrosión, simulando que el recubrimiento ha sufrido algún daño.

La incisión se realiza de acuerdo con el Anexo A (A.1) de la norma ISO 12944-6:2018 y debe ser una incisión, que penetre hasta el sustrato para poder valorar correctamente el avance de la corrosión. Se realiza mecánicamente y debe tener al menos 50 mm de longitud, 2 mm de anchura y una distancia mínima de 12,5 mm de los bordes laterales y una distancia mínima de 25 mm del borde inferior.



Figura 2. Muestras con entalla artificial previa al ensayo de niebla salina (Ref. 7060 + 7240 (19, 24 y 25): de izquierda a derecha)

Tras los envejecimientos de niebla salina y condensación de agua, se valora el grado de deterioro y degradación del recubrimiento de acuerdo con las normas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Parámetros evaluados tras el envejecimiento artificial

Norma	Parámetro evaluado	Tiempo de evaluación tras el envejecimiento
ISO 4628-2:2016	Ampollamiento	Inmediatamente
ISO 4628-3:2016	Oxidación	Inmediatamente
ISO 4628-4:2016	Agrietamiento	Inmediatamente
ISO 4628-5:2022	Descamación	Inmediatamente
Anexo A (A.2) de la ISO 12944-6:2018 (Sólo aplicable al ensayo de niebla salina)	Avance de la corrosión en la entalla	≤ 8 horas
UNE-EN ISO 2409:2021	Adherencia corte enrejado	Tras 7 días de acondicionamiento a 23±2°C y 50±5 % HR

La evaluación del avance de la corrosión en la entalla se realiza siguiendo el procedimiento indicado en el Anexo A (A.2) de la norma ISO 12944-6:2018.

Para realizar correctamente la medición, se elimina el recubrimiento mecánicamente con una hoja afilada y con un ángulo determinado, que permita separar el recubrimiento del sustrato. Para la medición se emplea un calibre con una precisión de 0,1 mm. Se mide la anchura de la corrosión del acero en 9 puntos distribuidos de la siguiente manera: en el centro de la incisión y otros 4 puntos, separados por 5 mm, a cada lado del punto medio.

2.4.- Ensayo de condensación continua

El ensayo de condensación continua (humedad), se realiza de acuerdo con la norma **UNE-EN ISO 6270-1:2019 “Pinturas y barnices – Determinación de la resistencia a la humedad – Parte 1: Condensación (exposición a una cara)”**.

Se registran los datos bajo las siguientes condiciones de medida:

- Equipo de ensayo: Cámara de humedad QLAB, modelo QCT/ADO.
- Medio: Condensación de vapor de agua 100% HR.
- Temperatura de la cámara: 38±2 °C.
- Ángulo de inclinación de los paneles: 60±5° respecto a la horizontal.
- Duración de ensayo: 240 horas.

- Referencia de los paneles: 7060 + 7240 (20, 23 y 26).
- Fecha de ensayo: 18/08/2025 - 28/08/2025.

Tras el ensayo de condensación continua, se valora el grado de deterioro y degradación del recubrimiento de acuerdo con las normas indicadas en la tabla 3.

3.- RESULTADOS. -

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada ensayo realizado:

3.1.- Resultados previos al ensayo de envejecimiento

Tabla 4. Resultado de espesores según ISO 19840:2012

Referencia	Espesor de película seca (µm)									Desviación estándar
	Medidas individuales						Promedio	Mínimo	Máximo	
7060 + 7240	19	169.3	167.7	184.0	176.6	186.6	177.0	167.7	186.6	8,50
	20	163.8	162.9	169.3	183.9	178.3	171.8	162.9	183.9	9,22
	21	165.3	177.0	191.2	182.5	191.7	181.8	165.3	191.7	11,01
	22	170.7	168.5	185.6	192.0	192.9	182.1	168.5	192.9	11,66
	23	172.1	180.6	191.9	193.6	198.3	187.5	172.1	198.3	10,71
	24	174.7	173.9	192.8	193.7	187.8	184.8	173.9	193.7	9,67
	25	170.2	172.2	196.0	194.5	193.9	185.6	170.2	196.0	12,98
	26	177.3	180.8	189.5	199.2	190.1	187.6	177.3	199.2	8,60
	27	171.7	172.8	182.1	184.9	179.4	178.4	171.7	184.9	5.78

El valor promedio ha sido corregido por la verificación del equipo.

Tabla 5. Resultados de la adherencia por corte enrejado según UNE-EN ISO 2409:2021 en recepción.

Referencia		Espesor promedio de película seca (µm) (sin aplicar corrección)	Separación entre cortes (mm)	Resultado	Naturaleza de la rotura
7060 + 7240	21	206,8	3	0, 0, 0	-
	22	207,1	3	0, 0, 0	
	27	203,4	3	0, 0, 0	

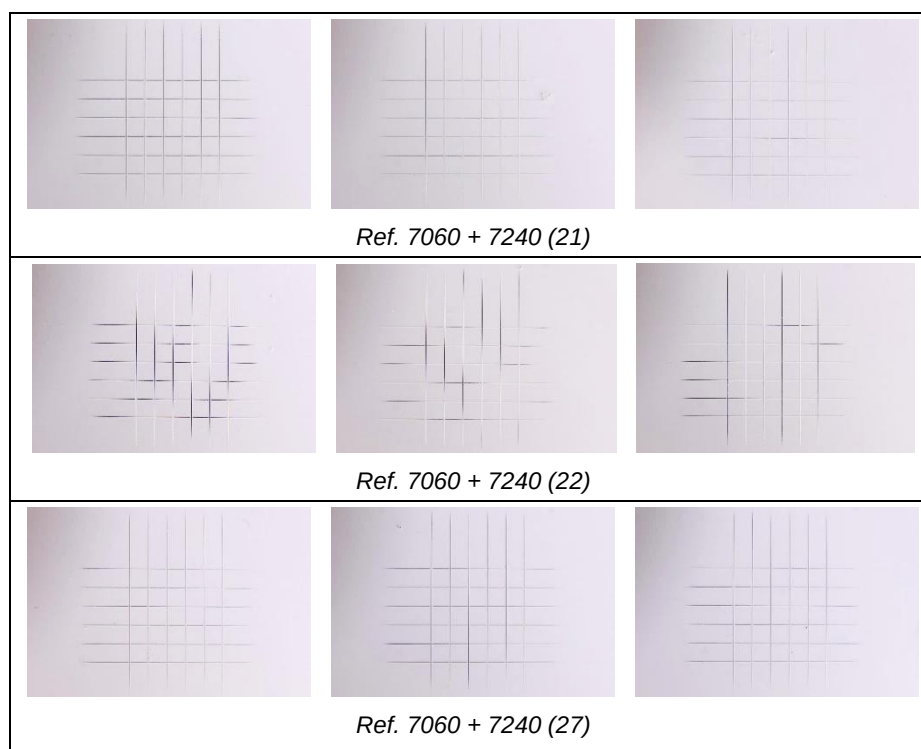


Figura 3. Aspecto de las muestras tras el ensayo de adherencia por corte enrejado en recepción

3.2.- Resultados tras el ensayo de niebla salina neutra (UNE-EN ISO 9227:2023)

Tabla 6. Resultados de la degradación según ISO 4628 tras niebla salina

Referencia		Ampollamiento ISO 4628- 2:2016	Corrosión ISO 4628-3:2016	Agrietamiento ISO 4628-4:2016	Descamación ISO 4628-5:2022	Penetración de la corrosión a partir de la entalla (mm) Anexo A (A.2) de la ISO 12944-6:2018
7060 + 7240	19	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)	0,6
	24	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)	1,5
	25	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)	1,6



Figura 4. Aspecto de las muestras tras 480 horas de niebla salina
(Ref. 7060 + 7240 (19, 24 y 25): de izquierda a derecha)

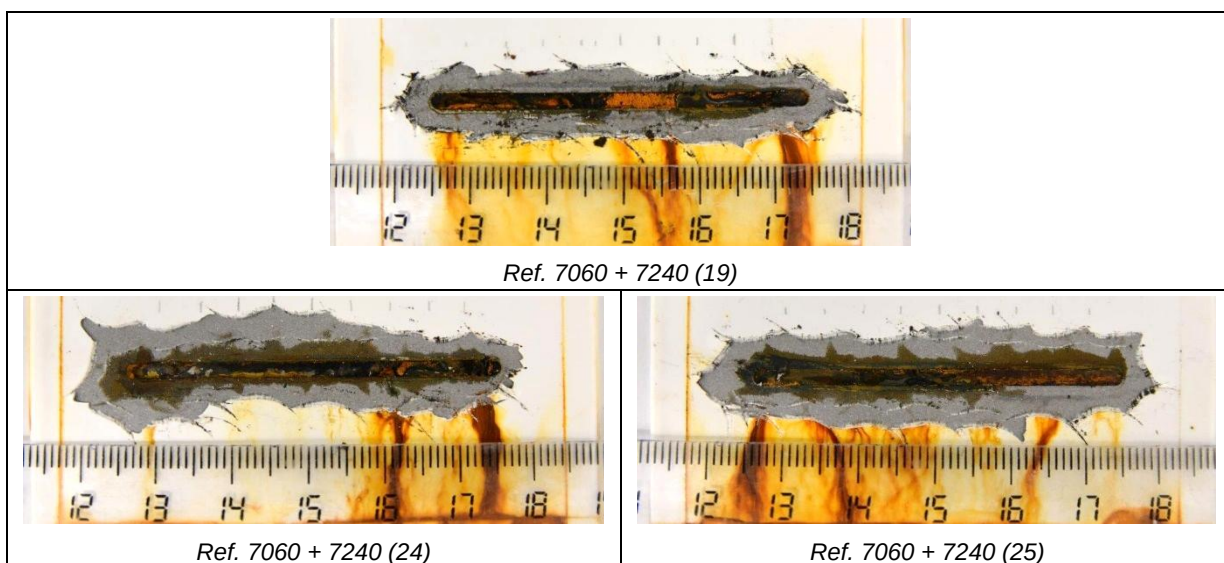


Figura 5. Aspecto de las incisiones tras levantar el recubrimiento tras 480 horas de niebla salina

Tabla 7. Resultados de la adherencia por corte enrejado según UNE-EN ISO 2409:2021 tras niebla salina

Referencia		Espesor promedio de película seca (µm) (sin aplicar corrección)	Separación entre cortes (mm)	Resultado	Naturaleza de la rotura
7060 + 7240	19	202,2	3	0, 0, 0	-
	24	209,8	3	0, 0, 0	
	25	210,6	3	0, 0, 0	

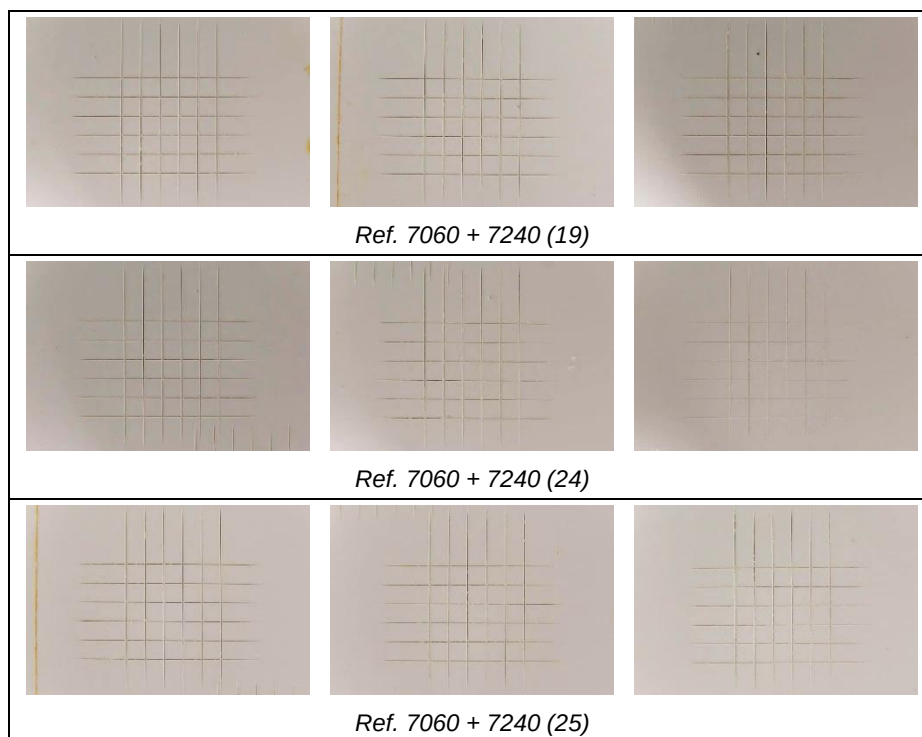


Figura 6. Aspecto de las muestras tras el ensayo de adherencia por corte enrejado tras 480 horas de niebla salina

3.3.- Resultados tras el ensayo de condensación continua (UNE-EN ISO 6270-1:2019)

Tabla 8. Resultados de la degradación según ISO 4628 tras condensación continua

Referencia		Ampollamiento ISO 4628-2:2016	Corrosión ISO 4628-3:2016	Agrietamiento ISO 4628-4:2016	Descamación ISO 4628-5:2022
7060 + 7240	20	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)
	23	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)
	28	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)



**Figura 7. Aspecto de las muestras tras 240 horas de condensación continua
(Ref. 7060 + 7240 (20, 23 y 28): de izquierda a derecha)**

Tabla 9. Resultados de la adherencia por corte enrejado según UNE-EN ISO 2409:2021 tras condensación continua

Referencia		Espesor promedio de película seca (µm) (sin aplicar corrección)	Separación entre cortes (mm)	Resultado	Naturaleza de la rotura
7060 + 7240	20	196,8	3	0, 0, 0	-
	23	212,5	3	0, 0, 0	
	28	212,6	3	0, 0, 0	

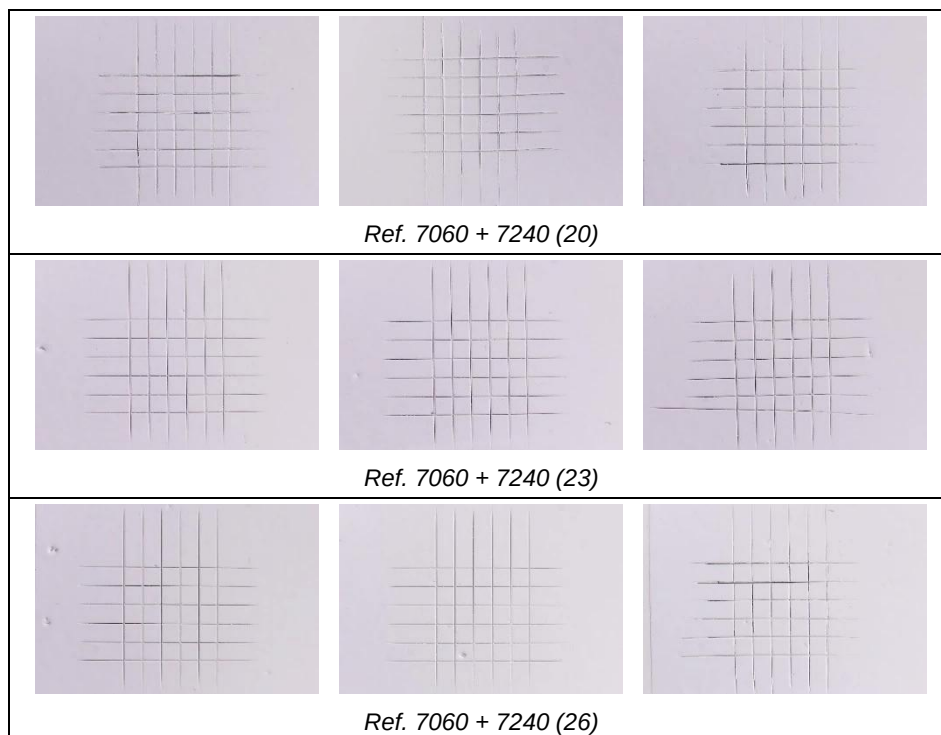


Figura 8. Aspecto de las muestras tras el ensayo de adherencia por corte enrejado tras 240 horas de condensación continua



4.- VALORACIÓN. -

La siguiente tabla presenta un resumen de los valores obtenidos, indicando los requisitos a cumplir en base a la norma ISO 12944-6:2018:

Tabla 10. Valoración de los resultados obtenidos

Parámetro de ensayo / Norma	Referencia	Ampollamiento ISO 4628-2:2016		Corrosión ISO 4628-3:2016		Agrietamiento ISO 4628-4:2016		Descamación ISO 4628-5:2022		Penetración de la corrosión en la entalla (mm) Anexo A (A.2) ISO 12944-6:2018		Adherencia UNE-EN ISO 2409:2021		Valoración Pasa/No Pasa
		Espf.	Result.	Espf.	Result.	Espf.	Result.	Espf.	Result.	Espf.	Result.	Espf.	Result.	
Adherencia (Recepción) UNE-EN ISO 2409:2021	21		-		-		-		-		-	≤2	0, 0, 0	Pasa
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0, 0, 0	Pasa
	27		-		-		-		-		-		0, 0, 0	Pasa
Niebla salina neutra (480h) UNE-EN ISO 9227:2023	7060 + 7240 19	0 (S0)	0 (S0)	Ri 0	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)	0 (S0)	0 (S0)	≤1,5	0,6	≤2	0, 0, 0	Pasa
	24		0 (S0)		Ri 0		0 (S0)		0 (S0)		1,5		0, 0, 0	Pasa
	25		0 (S0)		Ri 0		0 (S0)		0 (S0)		1,6		0, 0, 0	Pasa
Condensación continua (240h) UNE-EN ISO 6270-1: 2019	20	0 (S0)	0 (S0)	Ri 0	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)	0 (S0)	0 (S0)	-	-	≤2	0, 0, 0	Pasa
	23		0 (S0)		Ri 0		0 (S0)		0 (S0)		-		0, 0, 0	Pasa
	26		0 (S0)		Ri 0		0 (S0)		0 (S0)		-		0, 0, 0	Pasa

Incertidumbres: N.A. (Degradación); 0,024 mm (Penetración de la corrosión en la entalla); N.A. (Adherencia corte enrejado).

Los paneles ensayados no presentan ningún tipo de defecto (ampollas, corrosión sustrato, agrietamiento, etc.) tras los ensayos de niebla salina neutra y condensación continua.

Tras el ensayo de niebla salina, la penetración de la corrosión a partir de la entalla (tras levantar la pintura) es igual o menor de 1,5 mm en dos de las tres muestras ensayadas.

La adherencia del recubrimiento al sustrato es buena tanto en recepción como tras los ensayos de envejecimiento.



5.- CONCLUSIONES. -

El sistema de recubrimiento con referencia **7060 + 7240** basado en:

- Imprimación Epoxi Fosfato de Zinc: 80 µm (capa 1)
- Poliuretano Acrílico Acabado Satinado: 50 µm (capa 2)
- Poliuretano Acrílico Acabado Satinado: 50 µm (capa 3)
- **TOTAL NDFT: 180 µm**

Cumple los requisitos recogidos en la norma:

- ISO 12944-6:2018 para una categoría de corrosividad C3 y una durabilidad alta (C3H).