

03-043

### **STUDY TO IMPROVE THE QUALITY CONTROL TESTS OF AN ALUMINIUM PROFILE MANUFACTURING COMPANY**

Caro Nieves, Victoria Alejandra (1); Arnal Arnal, Jose Miguel (2); Garcia-Fayos, Beatriz (1)

(1) Universitat Politècnica de València, (2) Universitat Politècnica de València

The company is dedicated to aluminium metal carpentry for the manufacture of roller shutters, roller doors and mosquito nets and has implemented the UNE-EN ISO 9001 quality standard. In recent years, the demands of new customers in terms of product quality have led to the creation of a laboratory in which to carry out quality tests throughout the entire production process in order to check that the technical specifications are met in accordance with the customer, the company and the current legislative framework. In this work, the results of the review of the test protocols and the machinery used are presented, comparing them with the corresponding UNE standards, the main deficiencies found and the needs for improvement during the quality control of the raw coil, liquid paint and finished product (lacquered aluminium). Finally, a redistribution of the work equipment in the quality laboratory has been carried out in order to optimise the performance of the current tests and the new ones proposed, as a result of the review carried out.

Keywords: testing; laboratory; aluminium; paint; quality.

### **ESTUDIO DE MEJORA DE LOS ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO**

La empresa se dedica a la carpintería metálica de aluminio destinada a la fabricación de persianas, puertas enrollables y mosquiteras y tiene implementada la norma de calidad UNE-EN ISO 9001. En los últimos años, las exigencias de los nuevos clientes en cuanto a la calidad de los productos motivaron la creación de un laboratorio en el que realizar ensayos de calidad a lo largo de todo el proceso productivo para así comprobar que se cumplen las especificaciones técnicas de acuerdo con el cliente, la empresa y el marco legislativo vigente. En este trabajo, se presentan los resultados de la revisión de los protocolos de ensayo y de la maquinaria utilizada comparándolos con lo indicado en las normas UNE correspondientes, las principales deficiencias encontradas así como las necesidades de mejora durante el control de calidad de la bobina en crudo, pintura líquida y producto acabado (aluminio lacado). Finalmente se ha realizado una redistribución de los equipos de trabajo en el laboratorio de calidad para optimizar la realización de los ensayos actuales y los nuevos propuestos, fruto de la revisión realizada.

Palabras clave: ensayos; laboratorio; aluminio; pintura; calidad.

Correspondencia: Jose Miguel Arnal Arnal. Correo: [jarnala@iqn.upv.es](mailto:jarnala@iqn.upv.es)



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

La empresa de carpintería metálica objeto de este estudio tiene una experiencia de más de 25 años en el sector del aluminio. Desde hace varios años la empresa aspira a la mejora continua, con ampliación de las instalaciones, proyectos de innovación y nuevos productos, con el objetivo de aumentar su productividad, y mejorar la satisfacción de los clientes y además tiene implantado un sistema de calidad que se rige bajo la norma ISO9001.

Dentro de la política de mejora continua, la empresa decide formar un Departamento de Calidad con laboratorio propio, en el que se comienza a realizar el control de calidad de la materia prima y de producto acabado mediante diferentes ensayos normalizados, específicos de la industria de perfiles de aluminio, cumpliendo las normas UNE-EN ISO 6892-1:2017 (Materiales metálicos. Ensayo de tracción a temperatura ambiente) (Aenor, 2017a), UNE-EN ISO 7438:2016 (Materiales metálicos. Ensayo de doblado) (Aenor, 2016), UNE-EN 13523-2:2014 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 2: Brillo) (Aenor, 2014 a), UNE-EN 13523-6:2021 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 6: Adherencia después de corte (ensayo de embutición)) (Aenor, 2021b), UNE-EN 13523-7:2014 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 7: Resistencia al agrietamiento por plegado (ensayo de plegado en T)) (Aenor, 2014b).

En los últimos meses se observa que el número de incidencias por reclamaciones de clientes ha aumentado respecto de años anteriores, lo que provoca la insatisfacción del cliente y, por tanto, la probabilidad de pérdida de clientes. Además de la problemática indicada también se observan desviaciones en la metodología de realización de los ensayos, tales como, uso de normativa anulada e incumplimiento de los procedimientos de ensayo que indican las mismas.

Por ello, surge este trabajo, que se centra en realizar un estudio del proceso productivo que controla el Departamento de Calidad de la empresa, con el fin de estudiar las causas de las crecientes incidencias y proponer mejoras para optimizar los procesos llevados a cabo durante el control de calidad, que ayuden a reducir el porcentaje de incidencias y ofrecer un producto final de alta calidad adaptado a las normativas vigentes que definen los procedimientos de trabajo y la voluntad de mejora continua de la empresa.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es la adecuación de las instalaciones del laboratorio de control de calidad y mejora de los procedimientos de los ensayos en una empresa de carpintería metálica de perfiles de aluminio.

### 2.2. Objetivos específicos

A continuación, se indican los objetivos específicos a realizar para alcanzar el objetivo general propuesto:

- Identificación de la problemática actual que provoca el de aumento de los requerimientos a la empresa mediante un análisis de incidencias de las no conformidades.
- Estudio de la metodología actual de los controles de calidad que se realizan en la empresa.
- Comparación de los procedimientos de control de calidad con los procedimientos indicados en normas técnicas de aplicación, el análisis de las causas de las desviaciones detectadas, y propuesta de mejoras en los ensayos actuales.

- Propuesta de nuevos ensayos a incorporar en los actuales controles de calidad y redistribución del laboratorio para su implementación.

### 3. Metodología

#### 3.1. Identificación de la problemática actual con un análisis de incidencias

Consiste en realizar la descripción del proceso productivo de la empresa y los ensayos de calidad que le son de aplicación y analizar las incidencias recibidas en el Departamento de Calidad de la empresa en los últimos 7 meses.

#### 3.2. Comparación de los procedimientos de control de calidad actuales, con los indicados en las normas técnicas que son de aplicación. Análisis de las causas de las desviaciones detectadas y propuesta de mejora.

Consiste en revisar los procedimientos de la normativa que es de aplicación y compararlos con los procedimientos de ensayo realizados actualmente en el laboratorio, también se realizará un análisis del origen de las incidencias, y se verificará si las desviaciones que se corresponden al porcentaje de incidencias notificado. Por último, se realizará una propuesta de solución a cada problema detectado.

#### 3.3. Propuesta de nuevos ensayos y redistribución de laboratorio

Consiste en realizar una propuesta de nuevos ensayos a realizar en los controles de calidad, incluyendo la metodología de trabajo y el uso de maquinaria adecuada, así como el estudio de la redistribución del laboratorio para la optimización del proceso productivo.

### 4. Resultados

#### 4.1. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de la empresa incluye tres controles de calidad que comienzan en la recepción de la materia prima, concretamente con la bobina de aluminio crudo, de donde se extrae una muestra, que será analizada en el **Control de calidad I**. Si la muestra de aluminio crudo no lo supera, será devuelta al proveedor.

Si el material cumple con el control de calidad, se almacena para posteriormente iniciar el proceso de fabricación, que consta de lavado, recubrimiento y secado. El proceso de lavado que se realiza consta de baños sucesivos en el siguiente orden: desengrase, primer lavado, lavado ácido, segundo lavado, tercer lavado y, por último, el recubrimiento donde se aplica Zirconio. Una vez finalizado todo el pretratamiento de la bobina de aluminio en crudo, ésta es llevada a los hornos de secado y posteriormente tiene lugar el proceso de pintado.

El laboratorio de calidad recibe la materia prima en forma de muestras de pintura a la que se le realiza el **Control de Calidad II**, para dar el “aprobado” o la “no-conformidad a proveedor (NCP)”.

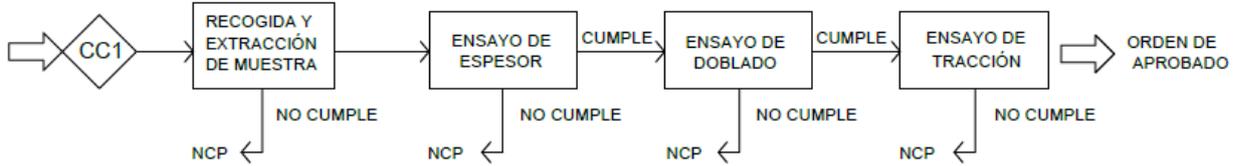
Una vez la bobina termina el proceso de pintado, se somete al **Control de Calidad III** y una vez superado la bobina se lleva a almacén para realizar el proceso de acabado final, que consiste en corte y perfilado y finalmente, venta y expedición.

#### 4.2. Descripción de los Controles de Calidad

El **Control de Calidad I**, se realiza tras la recepción de la bobina de aluminio en crudo y tiene como objetivo verificar si cumple los estándares de espesor, doblado y tracción necesarios para lograr la orden de aprobado y que la bobina pueda ser sometida a los diferentes

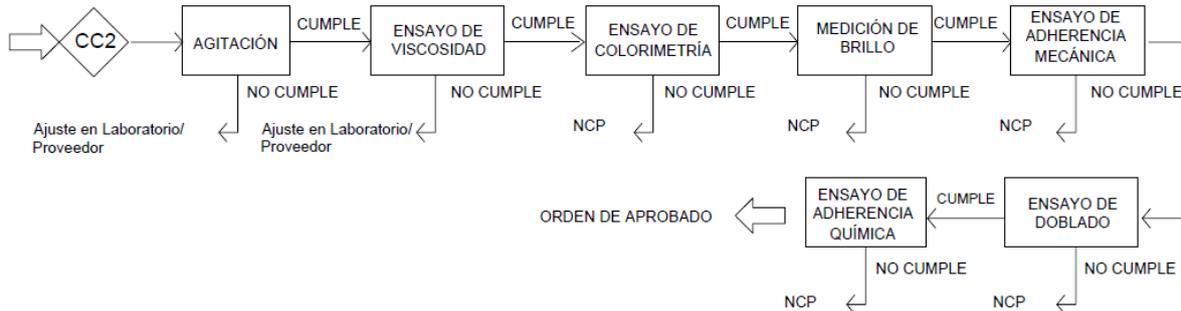
tratamientos previos a su pintado. En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques que define este proceso.

**Figura 1. Diagrama de bloques Control de Calidad I**



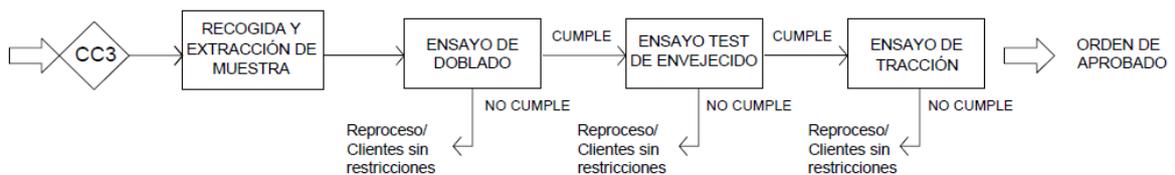
El **Control de Calidad II** tiene como objetivo la aceptación de la muestra de pintura que recibe el laboratorio por parte del proveedor. Si no cumple con las especificaciones técnicas requeridas para agitación y viscosidad, se procede al ajuste de dichos parámetros en el laboratorio o bien se devuelve al proveedor como una NCP para su reemplazo. La opción elegida dependerá del acuerdo previamente establecido entre la empresa y el proveedor de la pintura. Tras realizar los análisis necesarios que permiten dar la aceptación al lote, la bobina pasa a la siguiente fase y entra en producción, siendo aplicada en la línea. A continuación, en la Figura 2 se muestra el diagrama de bloques que define este proceso.

**Figura 2. Diagrama de bloques Control de Calidad II**



El **Control de Calidad III** comienza con la extracción de la muestra sobre la bobina ya pintada, que es recibida en el laboratorio de calidad. Se realizan 3 ensayos consecutivos que se serán determinantes para dar la orden de aprobado y continuar con el proceso de acabado de final de bobina. En la Figura 3, se muestra el diagrama de bloques que define este proceso.

**Figura 3. Diagrama de bloques Control de Calidad III**

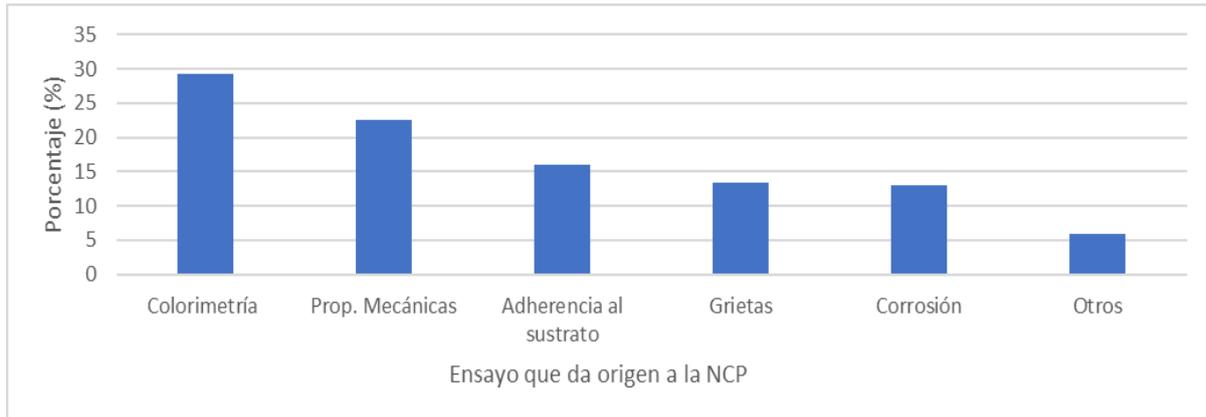


### 4.3. Descripción de la problemática actual

En los primeros siete meses del año 2021, se han producido 6.492.662,08 Kg, y se han recibido un total de 123.526,17 Kg de mercancía con incidencias lo que supone un 1.90 % de producto reclamado por parte de los clientes.

Los resultados de las NCP se han clasificado según la causa por la que el cliente no está conforme con el producto (colorimetría, propiedades mecánicas, adherencia al sustrato, grietas, corrosión y otros). La Figura 4 muestra la cantidad de reclamaciones en porcentaje asociadas a cada motivo detectado.

**Figura 4. Clasificación de las incidencias en función del tipo de defecto.**



Se observa en la Figura 4, que el mayor porcentaje de no conformidades son los defectos en colorimetría (29,33 %), seguido de las propiedades mecánicas (22,47 %) adherencia al sustrato (15,92 %), grietas (13,36 %), corrosión (12,99 %) y otros defectos (5,93%).

### 4.4. Comparación con la normativa, análisis del origen del defecto y propuesta de mejoras de los ensayos actuales

#### 4.4.1. Control de Calidad I

Se realiza una comparación de los procedimientos de ensayo que sigue la empresa con la metodología que se indica en las normativas a aplicar, analizando así las desviaciones detectadas, además de, otras posibles causas de los defectos.

**Tabla 1: Comparación normativas, desviaciones detectadas y análisis de otras posibles causas del defecto**

ENSAYO	NORMA	DESVIACIÓN DETECTADA	OTRAS CAUSAS DEL DEFECTO
ESPESOR	No hay	No hay	Suciedad en la muestra.
DOBLADO	UNE-EN ISO 7438:2021 (Ensayo de doblado en materiales metálicos)	La herramienta de ensayo no es la indicada por la norma.	Causas no detectadas.
TRACCIÓN	UNE-EN ISO 6892:2020 (Ensayo de tracción en materiales metálicos)	Las dimensiones de la probeta no son las indicadas por la norma.	Insuficiencia de procesado de la máquina de tracción.

En la Tabla 1, se observa que para el ensayo de espesor la principal causa del defecto es la suciedad de la muestra, en el ensayo de doblado la principal desviación detectada es que la herramienta que se utiliza para los ensayos no es la adecuada según la norma UNE-EN ISO 7438:2021 (Aenor, 2021a) y en el caso del ensayo de tracción se producen errores porque

las dimensiones de la probeta de ensayo no son las indicadas por la norma UNE-EN ISO 6892-1 (Aenor, 2020b), pero además la capacidad de la máquina de tracción es inferior al número de ensayos que se tienen que realizar, lo que provoca que algunos lotes se envíen a producción sin analizar.

Las soluciones propuestas son: en el ensayo de espesor proceder a la limpieza de la muestra antes de someterla a ensayo, en el ensayo de doblado, sustituir el equipo con el que se realiza el ensayo por una herramienta específica para realizar el doblado de las muestras que permita obtener resultados precisos y en el ensayo de tracción, adecuar las dimensiones de la probeta y adquirir una nueva máquina de tracción para poder procesar todas las muestras en el momento que se precisan.

#### 4.4.2. Control de Calidad II

En la Tabla 2 se muestran los resultados del estudio realizado:

**Tabla 2: Comparación normativas, desviaciones detectadas y análisis de otras posibles causas del defecto**

ENSAYO	NORMA	DESVIACIÓN DETECTADA	OTRAS CAUSAS DEL DEFECTO
VISCOSIDAD	La empresa no sigue la norma estandarizada	-	No se detectan otras causas del defecto.
COLORIMETRÍA	No existe normativa estandarizada	-	Calibración de equipo. Condiciones térmicas.
BRILLO	UNE-EN 13523-2:2014 (Métodos de ensayo: Brillo)	-No calibración de equipo. -Condiciones térmicas.	No se detectan otras causas del defecto.
ADHERENCIA MECÁNICA	UNE-EN 13523-6:2021 (Adherencia después del corte)	-Herramienta de ensayo. -Condiciones térmicas.	No se detectan otras causas del defecto.
DOBLADO	UNE-EN 13523-7:2014 (Métodos de ensayo: resistencia al agrietamiento por plegado)	-Herramienta de ensayo. -Metodología de ensayo.	No se detectan otras causas del defecto.
ADHERENCIA QUÍMICA	UNE-EN 13523-11:2020 (Ensayo de frote)	-Condiciones térmicas.	No se detectan otras causas del defecto.

Se observa que, la mayoría de los ensayos de este Control de Calidad tienen desviaciones a causa del incumplimiento de la metodología de ensayo marcada por la normativa vigente y con ello la herramienta empleada no es la correcta. En el caso del ensayo de viscosidad, la empresa no tiene implantada la norma de aplicación UNE-EN ISO 2431:2020 (Aenor, 2020a), siguiendo un procedimiento propio. En el ensayo de colorimetría, la empresa sigue un procedimiento propio, al no existir una normativa estandarizada para determinar el color aplicado sobre banda continua de aluminio. Además, es necesario realizar la calibración del equipo y realizar el ensayo en condiciones controladas de temperatura, ya que se ha comprobado que existen variaciones de color cuando el ensayo se realiza in situ en planta (temperatura no controlada) y cuando se ha realizado en el laboratorio a una temperatura controlada ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ). El resto de los ensayos tampoco se realizan a las condiciones de temperatura y humedad marcadas por la normativa.

La Tabla 3 muestra las acciones a realizar para mejorar los diferentes ensayos de calidad, que se basan en realizar los ensayos en condiciones de temperatura y humedad controladas, según exigen las normativas de aplicación, para ello, más adelante se realizarán cambios en el laboratorio para controlar estas condiciones térmicas. Además, se propone tener en cuenta

la calibración del equipo tras cada serie de mediciones, así como la adquisición de nuevo equipamiento de mayor precisión para los ensayos de colorimetría, adherencia mecánica y doblado que se ajusten a los requisitos establecidos por el procedimiento de la normativa estandarizada.

**Tabla 3: Propuesta de soluciones**

ENSAYOS	CONDICIONES TÉRMICAS	CALIBRACIÓN DE EQUIPO	NUEVO EQUIPO
COLORIMETRÍA	X	X	X
BRILLO	X	X	
ADHERENCIA MECÁNICA	X		X
DOBLADO			X
ADHERENCIA QUÍMICA	X		

#### 4.4.3. Control de Calidad III

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos de la comparación de los procedimientos de ensayo que realizan en la empresa con la metodología que indican las normativas a aplicar.

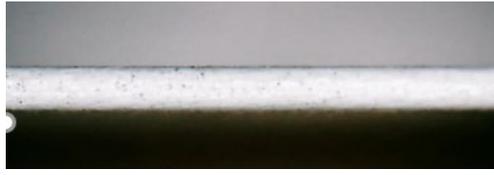
**Tabla 4: Comparación normativas, desviaciones detectadas y análisis de otras posibles causas del defecto**

ENSAYO	NORMA	DESVIACIÓN DETECTADA	OTRAS CAUSAS DEL DEFECTO
DOBLADO	UNE-EN 13523-7:2014 (Métodos de ensayo: resistencia al agrietamiento por plegado)	-Herramienta de ensayo. -Metodología de ensayo.	No se detectan otras causas del defecto.
ENVEJECIDO	La empresa no sigue la norma estandarizada	Metodología incorrecta.	No se detectan otras causas del defecto.
TRACCIÓN	UNE-EN ISO 6892:2020 (Ensayo de tracción en materiales metálicos)	Las dimensiones de la probeta no son las indicadas por la norma.	Insuficiencia de procesado de la máquina de tracción.

El ensayo de doblado y tracción presentan las mismas desviaciones que en los anteriores Controles de Calidad (I y II).

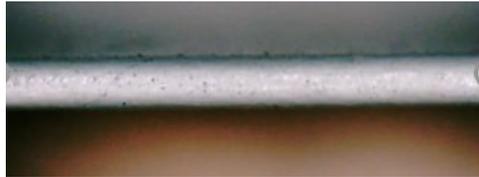
El ensayo de envejecido se realiza con una metodología propia de la empresa, que no tiene en cuenta las especificaciones de temperatura y tiempos de ensayo que establece la normativa estandarizada y que podría explicar la desviación de los resultados obtenidos respecto de los valores reales. Las Figuras 5 y 6 muestran una prueba de ensayo de envejecido en dos muestras de aluminio lacadas, donde en una de ellas se sigue la metodología actual y en la segunda imagen se aplica el procedimiento de la norma estandarizado.

**Figura 5. Muestra envejecida con metodología actual.**



La Figura 5, corresponde con una muestra ensayada tras ser envejecida aplicando la metodología actual que se sigue en el laboratorio. A simple vista no es posible detectar ningún fallo por agrietamiento ni picadura notorios.

**Figura 6. Muestra envejecida aplicando normativa.**



En la Figura 6 es posible observar zonas con defecto por picadura en el recubrimiento de pintura. Por tanto, al realizar la comparación de las dos imágenes, se concluye que con la metodología actual que sigue la empresa no se habría detectado el defecto y se hubiera aceptado erróneamente la muestra.

Como propuesta de mejora se plantea que la empresa siga de manera estricta la aplicación del procedimiento de la norma UNE-EN 13523-13:2014 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 13: Resistencia al envejecimiento acelerado por calentamiento) (Aenor, 2014c).

#### **4.5. Propuesta de nuevos ensayos y redistribución de laboratorio**

Finalmente, la propuesta de soluciones incluye ampliar los ensayos de calidad a realizar para un mejor control del producto destinado a cliente y la redistribución del laboratorio con el fin de hacerlo más productivo y capaz de integrar los nuevos equipos necesarios para los ensayos propuestos.

##### **4.5.1. Nuevos ensayos de calidad**

Los nuevos ensayos de calidad se van a realizar en base a los propuestos en el apartado anterior, además de, otros ensayos que se han considerado imprescindibles para completar el desarrollo de un buen sistema de control de calidad.

##### **1. Ensayo de espesor de capa de pintura**

El espesor de la capa de pintura es un factor importante que puede repercutir en el resultado final de la capa de pintura depositada sobre el material. Aplicar un espesor de capa insuficiente o en exceso tiene consecuencias significativas que afectan directamente al color, brillo y resistencia al disolvente de la banda de aluminio.

La medición de espesor se realiza en la muestra de aluminio en crudo, en el Control de Calidad I. Para la determinación, se utiliza un equipo de medida de espesor de capa de pintura y esos resultados obtenidos son los que se tienen en cuenta en el laboratorio de calidad, es decir, no hay una comprobación posterior de este parámetro. Por ello, se propone realizar este ensayo de calidad en el Control de Calidad III, siguiendo el procedimiento de ensayo de la norma UNE-EN 13523-1:2017 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 1: Espesor de película) (Aenor, 2017c) para minimizar los problemas que pueda ocasionar la falta de esta información durante el proceso de pintado de la banda de aluminio, sobre todo en los controles de colorimetría, brillo y resistencia al disolvente (adherencia química).

## **2. Ensayo de colorimetría**

La propuesta de este ensayo se ha realizado tras el análisis de incidencias relacionadas con la colorimetría del material, que es la principal incidencia reportada por el cliente. En la actualidad la normativa técnica para colorimetría en pinturas no es de aplicación sobre superficies o bandas metálicas de aluminio, ya que no indica un método de ensayo estandarizado empleando el colorímetro, que es el equipo que se utiliza en la empresa.

Por este motivo se propone introducir el ensayo de colorimetría también en el Control de Calidad III, siguiendo la metodología que se utiliza actualmente en la empresa para el Control de Calidad II pero incorporando las mejoras propuestas en la Tabla 3, tanto de calibración como de condiciones térmicas. Es decir, dicho ensayo se realizará con un colorímetro, previamente calibrado mediante los patrones de referencia y a una temperatura controlada de 25°C. Dado que el ensayo de color ya se realizaba no es necesario adquirir nuevo equipamiento.

## **3. Ensayo de brillo**

Este ensayo se propone tras realizar el análisis de incidencias relacionadas con el brillo y va a ser aplicado en el Control de Calidad III, sobre la muestra de la bobina pintada y utilizando la misma metodología del Control de Calidad I indicado en las normas UNE-EN 13523-2:2014 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 2: Brillo) (Aenor, 2014 a) y la norma UNE-EN ISO 2813:2015 (Pinturas y barnices. Determinación del índice de brillo especular a 20°C, 60°C y 85°C) (Aenor, 2014 d). Dado que el ensayo de brillo ya se realizaba no es necesario adquirir nuevo equipamiento. No obstante, se propone aumentar la frecuencia de calibrado del equipo y que el valor proporcionado sea la media de 5 mediciones, con el fin de proporcionar un valor más preciso de este parámetro.

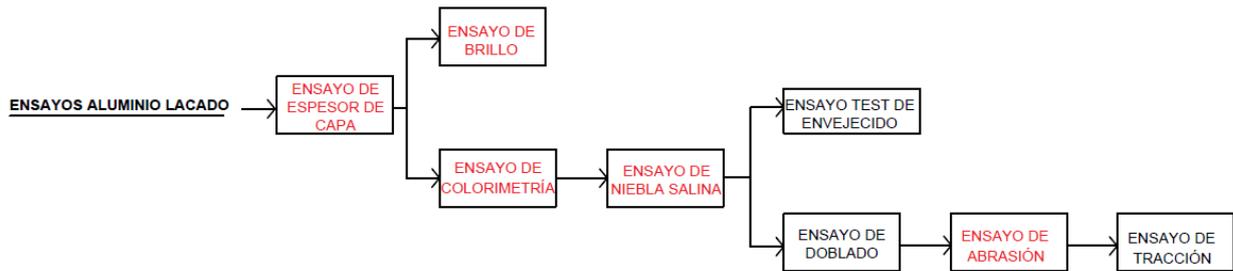
## **4. Ensayo de resistencia a la niebla salina**

El aluminio destinado a zonas geográficas con ambientes marinos donde la humedad relativa alcanza valores altos puede provocar una capa de agua salina sobre el material, dando lugar a defectos por corrosión, y con ello, el origen de fracturas y deficiencias en el material. Estos defectos suponen un problema en la empresa, concretamente forman un 13% de las incidencias actuales, ya que no son detectados a tiempo al no disponer de un ensayo de calidad, lo que provoca pérdidas notorias este número de reclamaciones de cliente. Se propone introducir en el Control de Calidad III un ensayo de corrosión acelerada, más concretamente un ensayo resistencia a la niebla salina sobre un material con recubrimiento, mediante la adición de ácido acético. Este ensayo se hará según la norma ISO 9227:2017 (Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina) (Aenor, 2017b).

## **5. Resistencia a la abrasión**

Este ensayo se propone en el Control de Calidad III con el objetivo de determinar la resistencia a la abrasión de un recubrimiento orgánico, lo que dará precisión al ensayo de adherencia mecánica y química y a las incidencias que están relacionadas con el desgaste de la capa de película sobre la banda de aluminio. El procedimiento que se va a seguir para realizar este ensayo sigue el fijado por la norma UNE-EN 13523-16:2005 (Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 16: Resistencia a la abrasión) (Aenor, 2005). Para su implementación será necesario adquirir un abrasímetro Taber, una balanza analítica y un dispositivo de extracción localizada.

**Figura 7. Nuevos ensayos en el Control de Calidad III.**



#### 4.5.2. Dotación de nuevos equipos para la realización de ensayos normalizados

En este apartado se ha hecho una selección de nueva maquinaria para los ensayos de calidad ya existentes (doblado, tracción, colorimetría y adherencia mecánica) y maquinaria para los nuevos ensayos de calidad propuestos en el apartado anterior como solución a las incidencias del proceso.

#### Equipos para la mejora de los ensayos de calidad existentes

El equipo seleccionado para realizar ensayos de doblado tanto a probetas metálicas (crudo) como a probetas con recubrimiento (lacado), es un mandril cilíndrico (Neurtek, 2021). Para los ensayos de tracción, el modelo seleccionado es el WDW-Y (United Test, 2021) ya que posee un diseño compacto que ahorra espacio en el laboratorio favoreciendo su redistribución. El funcionamiento se realiza a través del ordenador, donde se ajustan los parámetros de acuerdo con el tipo de probeta para obtener los resultados de la resistencia y límite elástico, con una forma de medición precisa y de alta calidad. Para la colorimetría, se ha seleccionado un espectrofotómetro sin contacto ERX145 (Xrite, 2021), que se utiliza para mediciones en grandes superficies como en este caso el recubrimiento de bobinas. El espectrofotómetro, permite la medición de color en la línea del proceso de pintado a una distancia segura de la bobina, para evitar dañar el producto incluso bajo las condiciones más extremas. Por último, el equipo que se elige para realizar en ensayo de adherencia mecánica es una herramienta de corte enrejado NK2000 (Nerutek, 2021), adaptada para este tipo de ensayos

#### Equipos para los nuevos ensayos de calidad

Los nuevos ensayos que van a ser introducidos en la rutina de los controles de calidad y que requieren equipamiento son: espesor de recubrimiento, niebla salina y de abrasión.

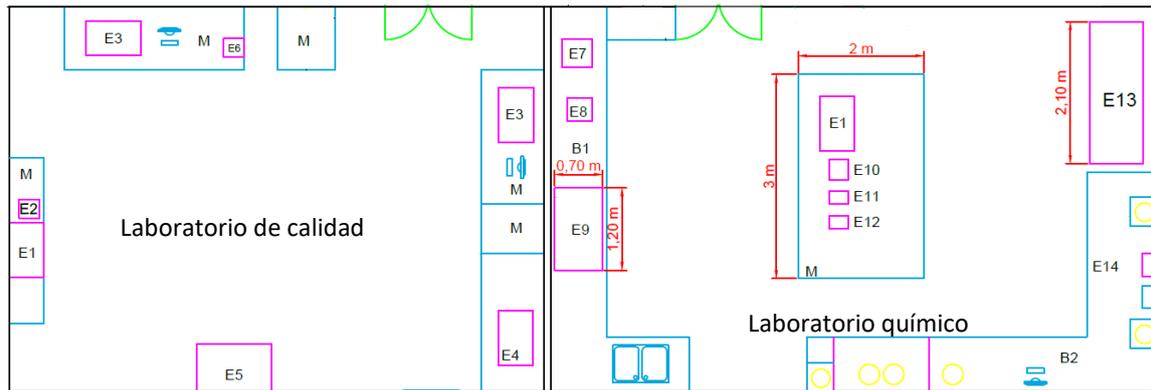
Para el ensayo de recubrimiento el equipo elegido para realizarlo es un medidor de espesor de capa de pintura, modelo PosiTector 6000 DeFelsko (Neurtek, 2021). Esta herramienta está adaptada para el tipo de material que se usa en estos ensayos de calidad, permite realizar mediciones rápidas y precisas. Para el ensayo de niebla salina se ha seleccionado una cámara de ensayo de corrosión SaltEvent SC (Weiss Technik, 2021) y finalmente para el ensayo de resistencia de las superficies al rozamiento es un abrasímetro Rotatorio Taber, modelo 5135 (Neurtek, 2021).

#### 4.5.3. Redistribución de laboratorio

La empresa posee un laboratorio de calidad, donde se realizan la mayor parte de los ensayos de las muestras de aluminio en crudo y en lacado y un laboratorio químico, donde se realizan los ensayos en pintura líquida y el análisis de los baños.

Tras realizar un análisis de la situación actual de los laboratorios, se propone la redistribución del mismo donde el principal objetivo es la optimización y la realización de los ensayos de calidad bajo un buen sistema de control de calidad. En la Figura 8, se muestra la nueva distribución de la maquinaria en el laboratorio.

Figura 8: Redistribución laboratorios



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
B	BANCADA	E8	VISCOSÍMETRO
E1	PRENSA DOBLADO	E9	HORNO
E2	MANDRIL CILÍNDRICO	E10	COLORÍMETRO
E3	MÁQUINA TRACCIÓN	E11	BRILLÓMETRO
E4	ABRASÍMETRO	E12	MEDIDOR DE ESPESOR
E5	TROQUELADORA	E13	CÁMARA NIEBLA SALINA
E6	MICROMETRO	E14	EQUIPO ENSAYO DE ADHERENCIA
E7	AGITADOR	M	MOBILIARIO

En la nueva redistribución de los laboratorios, se han definido zonas en las que se ha instalado la nueva maquinaria, se han reubicado de forma óptima la maquinaria antigua y, además, se ha realizado una ampliación del laboratorio químico, además de, una sala de reuniones y un almacén de documentos que se encuentran en otra sección.

## 5. Conclusiones

La empresa tenía la necesidad de mejorar los procedimientos de ensayos de calidad, analizar las causas de las incidencias recibidas en el Departamento de Calidad y poner solución a las mismas, comenzando por un estudio de todo el proceso productivo de la empresa llegando al origen de las no conformidades recibidas por los clientes.

Los principales problemas de las reclamaciones son: defectos originados en aluminio lacado (colorimetría, propiedades mecánicas, adherencia, doblado, envejecido, corrosión, brillo y espesor de capa) y defectos originados en aluminio crudo (propiedades mecánicas, espesor, doblado).

Las principales causas de fallo observadas son derivadas de la metodología de ensayo actual implementada en el laboratorio. Los ensayos que se basan en una norma UNE, con frecuencia se ejecutan incumpliendo el procedimiento indicado en la norma o de las condiciones de ensayo indicadas en la misma.

Otra de las causas de fallo, es que la capacidad del equipo de tracción está infradimensionada lo que provoca no realizar los ensayos correspondientes a todo el material que lo requiere. Además de no disponer de ensayos de calidad que verifiquen las propiedades del material: ensayo de resistencia a la niebla salina, ensayo de abrasión, ensayo de espesor de capa.

Las medidas de mejora propuestas son: exigencia de cumplimiento de la normativa que se aplica en la empresa mediante la formación de los técnicos de laboratorio, adquisición de nueva maquinaria, (especialmente los ensayos de tracción, doblado, resistencia la niebla

salina, abrasión y espesor de capa), e incorporar al Control de calidad III, los ensayos anteriormente indicados además de los ensayos de colorimetría y brillo.

Se ha redistribuido la ubicación la maquinaria empleada para realizar los ensayos normalizados y acondicionamiento del laboratorio de calidad y laboratorio químico, consiguiendo así más espacio útil de trabajo.

Finalmente, la implementación de todas las medidas de mejora propuestas conseguirá la optimización del funcionamiento del proceso productivo y de los ensayos de calidad necesarios para obtener un adecuado sistema de control de calidad en la empresa, y mejorar los compromisos con los clientes y su permanencia en la empresa.

## 6. Referencias

- Aenor (2005). *UNE-EN 13523-16:2005. Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 16: Resistencia a la abrasión.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0033988>
- Aenor (2014a). *UNE-EN 13523-2:2014 Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 2: Brillo.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0054066>
- Aenor (2014b). *UNE-EN 13523-7:2014 Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 7: Resistencia al agrietamiento por plegado (ensayo de plegado en T).* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0053642>
- Aenor (2014c). *UNE-EN 13523-13:2014. Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 13: Resistencia al envejecimiento acelerado por calentamiento.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0053643>
- Aenor (2014 d). *UNE-EN ISO 2813:2015. Pinturas y barnices. Determinación del índice de brillo especular a 20°, 60° y 85°. (ISO 2813:2014).* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0054700>
- Aenor (2016). *UNE-EN ISO 7438:2016 Materiales metálicos. Ensayo de doblado.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0057141>
- Aenor (2017a). *UNE-EN ISO 6892-1:2017 Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0057931>
- Aenor (2017b). *UNE-EN ISO 9227:2017. Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0059003>
- Aenor (2017c). *UNE-EN 13523-1:2017. Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 1: Espesor de película.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0058501>
- Aenor (2020a) *UNE-EN ISO 2431:2020 Pinturas y barnices. Determinación del tiempo de flujo empleando copas de flujo.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0063320>
- Aenor (2020b). *UNE-EN ISO 6892-1:2020 Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.* Obtenido de <https://en.tienda.aenor.com/norma-une-en-iso-6892-1-2020-n0064441>
- Aenor (2021a). *UNE-EN ISO 7438-2021 Materiales metálicos. Ensayo de doblado.* Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0065792>

- Aenor (2021b). *UNE-EN 13523-6:2021 Metales pintados en banda continua. Métodos de ensayo. Parte 6: Adherencia después de corte (ensayo de embutición)*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0065919>
- Nerutek (6 de Octubre de 2021). *Corte Enrejado NK2000*. Obtenido de <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/medidor-adherencia-pintura/corte-enrejado-NK2000>
- Neurtek (6 de Octubre de 2021). *Abrasímetro Rotatorio Taber 5135 / 5155 — Neurtek*. Obtenido de <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/ensayos-abrasion-taber/taber-rotacional-1/abrasimetro-rotatorio-taber-5135-5155>
- Neurtek (14 de Noviembre de 2021). *Mandril Cilíndrico / Doblado — Neurtek*. Obtenido de <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/ensayo-embuticion-mandril/mandril-cilindrico-doblado>
- Neurtek (2021). *Medidor de Espesores en Pintura - Defelsko | NEURTEK*. Obtenido de NEURTEK: <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/medidor-espesores-pintura/capas-secas/medidor-espesor-positector-6000-defelsko>
- United Test (1 de Septiembre de 2021). *WDW-Y tensile testing machine\_Single column 100N-5000N \_United Test*. Obtenido de <http://www.unitedtest.com/products/universal-testing-machine/Electromechanical/single-solumn-tensile-tester/40.html>
- Weiss Technik (3 de Septiembre de 2021). *Weiss Technik: Equipo de ensayo de corrosión SaltEvent, modelo SC*. Obtenido de Weiss Technik: <https://www.weiss-technik.com/es/productos/detalles-de-los-productos/equipo-de-ensayo-de-corrosion-saltevent-modelo-sc>
- Xrite (20 de Octubre de 2021). *ERX145 | Espectrofotómetro en línea X-Rite, recubrimientos de bobinas*. Obtenido de <https://www.xrite.com/es/service-support/product-support/inline-measuremt/erx145>

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

