

## TRABAJO DE DIVULGACIÓN

# EVOLUCIÓN Y FUNDAMENTOS DE LOS ENSAYOS DE SOLIDEZ: LUZ E INTEMPERIE

J. Valldeperas<sup>I</sup>, M. Lis<sup>II</sup> y F. Carrillo<sup>III</sup>

## 0. 1. RESUMEN

*El objetivo del presente trabajo es mostrar la evolución y los fundamentos que sustentan los ensayos normalizados modernos de solidez a la luz y a la intemperie de los textiles, para comprender el porqué de los mismos y la validez de los métodos actuales.*

**Palabras clave:** solidez del color, textiles, normalización.

## 0.2. SUMMARY: EVOLUTION AND FUNDAMENTALS OF FASTNESS TESTS: LIGHT AND WEATHER

*The aim of this paper is to show the evolution and fundamentals of modern standardized methods to measure colour fastness of textiles to light and weathering, to understand the reasons of their development and the validity of the current tests.*

**Key words:** colour fastness, textiles, standardization.

## 0.3. RESUME: EVOLUTION ET PRINCIPES FONDAMENTAUX DES ESSAIS DE SOLIDITÉ LUMIÈRE ET INTEMPÉRIE

*Le but de cet article est de montrer l'évolution et les bases des essais normalisés modernes de solidité à la lumière et aux intempéries de textiles, afin de comprendre les raisons et la validité des méthodes actuelles.*

**Mots clés:** solidité de coloris, textiles, normalisation

## 1. INTRODUCCIÓN

Si el deseo de la coloración de su entorno parece innato en el ser humano, y ha seguido su propia evolución, no lo es menos el intento de que la coloración no sea tan fugaz como la de la propia naturaleza.

El uso de sustancias minerales, vegetales y animales como vías de producción de contrastes de colores aparece con el hombre prehistórico en las cuevas de Altamira en España y otras del sur de Europa, cuyo conocimiento actual sólo ha sido posible porque se han mantenido al resguardo de las inclemencias del tiempo, esto es luz y lluvia o intemperie, y por ello otras, que pudieran haber existido en zonas exteriores no han podido llegar intactas hasta nuestros días.

El afán de "color" del ser humano se ha extendido prácticamente a todos los elementos que rodean su vida y ante la fugacidad, en muchos casos de las materias naturales coloreadas, ha buscado, y encontrado, otras sustancias que tengan mayor durabilidad en su característica color<sup>1</sup>.

Lógicamente, el deseo de perdurabilidad del color trae consigo la necesidad de "medir" la duración del mismo, y a ser posible de manera más rápida que a través de la propia vida o uso de la superficie coloreada, lo que nos lleva a la búsqueda de métodos y ensayos acelerados<sup>2</sup>.

Aunque los métodos de "laboratorio" o "acelerados" de solidez a luz aparecen paralelamente al desarrollo y síntesis de nuevos colorantes orgánicos, desde principios del siglo XX, su implantación y utilización era relativamente "local". Por ejemplo, en lo que se refiere a Europa, éstos métodos surgen en y por los entornos de producción de los propios colorantes, fundamentalmente en grandes núcleos como IG Farben (Bayer – BASF – Hoechst – Casella) en Alemania, Basilea (Ciba – Geigy – Sandoz) en Suiza, ICI en Manchester, que a partir de la finalización de la 2ª guerra mundial crearon el "European Colour Fastness Establishment" o "ECE" publicando el primer "Code de Solidités des Teintures et Impressions Textiles", al reunir los métodos y ensayos que las industrias químico

I Dr. Ing. José Valldeperas Morell, Catedrático de Universidad Jubilado.- INTEXTER (U.P.C.)

II Dr. Ing. Manuel José Lis Arias, Prof. Titular de Universidad. Dpto. de Ingeniería Química e INTEXTER (U.P.C.)

III Dr. Ing. Fernando Carrillo Navarrete, Profesor Titular de Universidad. INTEXTER (UPC) y Dpto. de Ingeniería Química.

textiles europeas habían ido definiendo y utilizando, a lo largo de la primera mitad del pasado siglo.

Fue la creación, de la International Organization for Standardization (ISO) <sup>3)</sup> a mitades del siglo pasado, lo que dio el impulso total y definitivo para que los ensayos de solidez del color adquirieran el nivel científico y la trascendencia técnica y económica que sin duda poseen hoy día, que además les ha valido el reconocimiento y valoración de prácticamente todos los países del mundo.

No se trata, en este manuscrito, de hacer una cronología histórica del color y su durabilidad, pero sí que puede ser de interés conocer especialmente la evolución y problemática de los ensayos normalizados modernos, para comprender el por qué y la validez de los métodos actuales.

## 2. ESTÁNDAR ISO 105

Inicialmente el número de ensayos era relativamente pequeño, debido al limitado número de agentes degradantes del color textil, y el concepto de "solidez del color" se incluyó en el

Documento ISO R105 que además era simplemente una "Recommendation" con el único propósito de que por su propia validez técnica fuese substituyendo a los métodos propios, privados y particulares que se utilizaban en cada país e incluso en cada industria de coloración textil.

Bajo ese concepto, y a través de las reuniones del Comité Técnico ISO/TC38/SC1, que se celebran más o menos cada 3 años, fueron incorporándose nuevos agentes y por tanto ensayos para valorar la "resistencia" o solidez del color en el ISO R105.

Como muestra de la vitalidad y continuidad del desarrollo y mejora del ISO 105, en la Tabla 1 siguiente se indican los años y lugares donde han tenido lugar las reuniones de trabajo que durante más de 50 años han conducido a los más de 100 métodos y especificaciones que actualmente contiene la International Standard ISO 105, y cuya última reunión tuvo lugar en París, los días 5 a 7 de Julio de 2010.

**TABLA 1**

Lugares y fechas de las reuniones plenarias y de los grupos de trabajo del Comité Técnico ISO/TC38/SC1.

AÑO	LUGAR	(PAÍS - CIUDAD)
1951	Bournemouth	Reino Unido (UK)
1952	New York	EEUU
1954	Scarborough	UK
1956	New York	EEUU
1958	Lucerne	Suiza
1961	Cheltenham	UK
1964	Chapel Hill	EEUU
1968	Wurzburg	Alemania
1971	Newton	EEUU
1974	París	Francia
1977	Ottawa	Canadá
1981	Copenhagen	Dinamarca
1984	Manchester	UK
1987	Bad Soden am Taunus	Alemania
1989	Williamsburg	EEUU
1991	París	Francia
1996	Abtwill (St Gallen)	Suiza
1998	Charleston	EEUU
2001	Göthenburg	Suecia
2004	Terrassa	España
2007	Las Vegas	EEUU
2010	París	Francia

Al no ser un documento demasiado extenso, el primer "Recommendation ISO R105 Series I" publicado recibió simplemente este nombre, que se amplió en años siguientes con nuevos métodos y para mantener la cronología se añadieron como Series II, III, hasta VIII aunque las

últimas ya lo fueron como International Standard ISO 105/... (Nº de la serie que corresponda).

Tanto el REC ISO R105 Series I, como las siguientes, contenían cada una de ellas métodos y ensayos a diversos agentes, por ejemplo, Series I: Light, Washing, Water, etc.; por lo que al llegar a la Series VIII con un número total de ensayos cerca

de 50 diferentes, era desde luego bastante compleja su localización ya que no existía un criterio lógico de orden del conjunto del mismo.

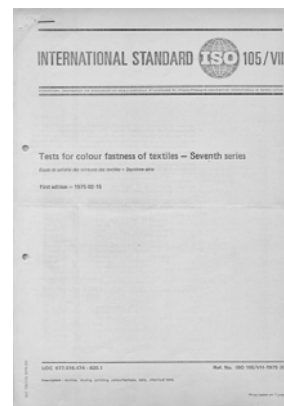
Fue por ello que en la reunión de 1978 en Ottawa (Canadá) se adoptó la nomenclatura y estructura actual de la ISO 105, iniciándose la publicación entre 1978 y 1985 de las 13 “partes” (designadas por letras, A, B, C, D, E, F, G, J, N, P,

S, X, Z), conteniendo cada una las “secciones” designadas por 2 cifras, lo que permite su crecimiento hasta 99 métodos o ensayos en cada parte, si fuesen necesarios, y además cada letra designa un tipo genérico de agente de acción sobre el color, como se indica en la Tabla 2.

**TABLA 2**  
 Significado de las letras de las partes de la ISO 105 y número de secciones.

Parte	Título o agente	Número de Secciones
A	Principios generales	8
B	Solidez del color a la luz y a la intemperie	9
C	Solidez del color al lavado doméstico e industrial	6
D	Solidez del color a la limpieza en seco	2
E	Solidez del color a los agentes acuosos	15
F	Tejidos testigo normalizados	9
G	Solidez del color a los contaminantes atmosféricos	4
J	Medida del color y diferencias del color	4
N	Solidez del color a los agentes de blanqueo	5
P	Solidez del color a los tratamientos térmicos	2
S	Solidez del color al vulcanizado	3
X	Solidez del color a diversos agentes	17
Z	Características de los colorantes	11
		(Total: 95)

Tanto las series (de la I a la VIII) como las partes según la actual nomenclatura (de la A a la Z), habían sido publicadas por ISO como documentos unitarios, por ejemplo la “ISO R105 Seventh Series” comprende 2 métodos de ensayo (Figura 1): “Part 1. Colour Fastness to burnt gas fumes y Part 2 Method of Test for detection an assessment of Photochromism”, pero ya a partir de 1990, y dado el volumen adquirido por algunas de ellas (16 ó 18 secciones, en las partes E y X respectivamente) se publica cada sección como un documento independiente, ya que la Notación actual, alfa-numérica, permite su identificación sin ninguna posibilidad de confusión.

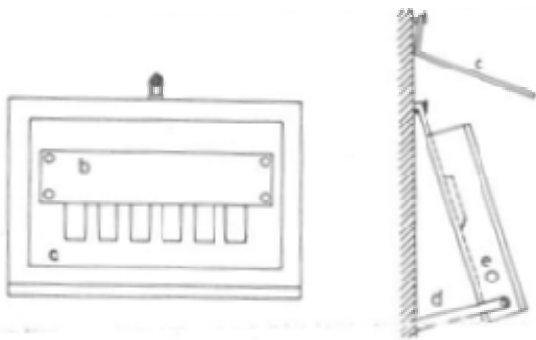


**FIGURA 1:** Portada de la publicación ISO R105 – Seventh Series

### 3. NORMA INTERNACIONAL ISO 105- PARTE B

Desde el primer bloque (Series I) del ISO R105 se incluyó la luz y la intemperie como dos agentes fundamentales frente a los cuales era necesario conocer y medir la resistencia o solidez del color de los textiles.

Lógicamente la evolución del ensayo frente a la luz fue paralela a la evolución de los métodos industriales y domésticos de producción de luz "blanca", predominando inicialmente (siglos XIX y principios del XX), la exposición a la luz y a la intemperie natural (Figura 2), lo que si bien permitió establecer métodos y sistemáticas reproducibles y fiables, todavía no incorporaban el concepto de "acelerado" ya que la solidez final se conocía una vez transcurrido todo el tiempo igual al de la propia vida útil del color y por tanto su interés se circunscribía a los productores de colorantes para establecer la calidad de los mismos. No obstante, estos métodos fueron inicialmente de interés limitado para tintoreros y usuarios finales de los textiles coloreados por el largo tiempo necesario para conocer la calidad final de un determinado producto o prenda textil acabada.



a) Fondo de la vitrina recubierto con un paño sin telar.  
 b) Tapa de madera o cartón recubierta con un paño sin telar y que puede colocarse en distintas posiciones con respecto a las muestras a ensayar.  
 c) Plancha de cine, para evitar la entrada de lluvia en la vitrina.  
 d) Látón articulado para modificar la inclinación en la vitrina.  
 e) Agujeros para renovación del aire.

**FIGURA 2:** Representación esquemática de una vitrina para el ensayo de solidez del color a la luz solar <sup>1)</sup>

Siendo ya conocida y explotada la luz artificial por arco voltaico con electrodos de carbón, desde inicios del siglo XX, la American Association of Textile Chemist and Colorist (AATCC) de EEUU recomendaba un ensayo acelerado, con el aparato Fade-Ometer, con arco de carbón, mientras que a nivel europeo se empezaron a utilizar las lámparas a base de descargas en gases inertes a baja presión (argón, neón y xenón), lo que en ambos casos permitía disponer de información sobre la degradación por luz blanca en tiempos mucho más cortos que por exposición a la luz natural.

En ambos casos (luz natural o artificial), pero muy especialmente con luz natural, su inconstancia debida al propio clima (verano-invierno) y a las inclemencias del tiempo (días soleados, nubosos, con lluvia) así como las diferencias de horas de insolación entre distintos países según su latitud, el tiempo de exposición no era una magnitud válida para ser tomada como referencia, por lo que tuvo que buscarse otra vía para medir la cantidad de luz o energía recibida por las muestras expuestas que permitiera tanto la reproducción del resultado en un mismo lugar, como la comparación entre distintos lugares de exposición.

Al ser los entornos más interesados de carácter textil, el sensor de medición se estableció en base a las escalas visuales de substratos textiles coloreados, desarrolladas en Alemania y EEUU. En Europa, se emplearon 8 colorantes distintos, con niveles crecientes de resistencia a la luz, mientras que en USA se emplearon 2 colorantes, uno fugaz y otro de máxima resistencia. En el primer caso se tiñen 8 tejidos de lana cada uno con uno de los colorantes seleccionados, y en el segundo se tiñen 2 flocas de lana una con cada colorante y se mezclan en 8 proporciones distintas, procesándolas para obtener los tejidos finales. En ambos casos, se pretende obtener una escala de 8 valores en la que cada patrón resiste el doble del anterior, es decir, sería una escala geométrica y aunque se cumple más o menos en ambas no existe una total coincidencia entre ellas.

Cuando la ISO/TC38/SC1 tuvo que incorporarlas en su ISO/R 105/ I estableció la notación: "Blue Wool Standards ISO" para la escala Europea e "ISO L" para la escala EEUU (Tabla 3). Ambas contienen 8 grados o niveles (ISO 1 a 8) y (ISO L2 a L9) que no son intercambiables, y además evita confusiones en la indicación de los valores de solidez.

**TABLA 3**

Colorantes correspondientes a los distintos tipos de escalas de referencia para los ensayos de solidez a la luz

ISO	ISO L
(1) C.I. Azul ácido 104	(L2) C.I. Azul mordiente 1
(2) C.I. Azul ácido 109	
(3) C.I. Azul ácido 83	
(4) C.I. Azul ácido 121	
(5) C.I. Azul ácido 47	
(6) C.I. Azul ácido 23	
(7) C.I. Azul Tina solubilizado 5	
(8) C.I. Azul Tina solubilizado 8	(L9) CI Azul Tina solubilizado 8

Si bien prácticamente a partir de sus inicios, la ISO ya disponía de los elementos clave para establecer los métodos acelerados, de ensayo de la solidez a la luz y a la intemperie, desde la primera versión, de la ISO/R105/I, Part 11: Colour Fastness to light: daylight, a la actual ISO 105 B02 (2002), se han producido grandes cambios y mejoras en la metodología a seguir para la valoración de solidez a la luz artificial.

#### 4. ACCIONES DE LA LUZ Y LA INTEMPERIE SOBRE EL COLOR DE LOS TEXTILES

La parte ISO 105-B series, incluye todos los métodos de ensayo en los que interviene la luz como agente de degradación o cambio del color, natural o artificial, sola o en combinación con lluvia, y con agua o sudor, así como las acciones transitorias sobre el color de los textiles (fotocromismo).

Debido al gran número de factores que pueden afectar la solidez a la luz de los textiles<sup>4)</sup> y con objeto de asegurar la reproducibilidad de los ensayos, es crucial el control de las siguientes variables: i) la distribución espectral de la fuente de luz, ii) la temperatura de las muestras expuestas, iii) la humedad efectiva del aire en contacto con las muestras expuestas. Por este motivo, se utilizan filtros de luz adecuados para ajustar la distribución espectral de la radiación, se incorporan sensores de medición de la temperatura de referencia negra (BST) y la temperatura de panel negro (BPT) para el control de la temperatura de las muestras, y un tejido de control de algodón teñido con un colorante azoico rojo se utiliza para el control de la humedad efectiva.

Las diferentes secciones de la ISO 105 - Parte B incluyen las diversas acciones de la luz que pueden afectar el color de los textiles, así como una descripción del método de ensayo para valorar cuantitativamente su solidez del color. Las diferentes secciones se resumen a continuación, mientras que los detalles de cada método pueden encontrarse en las respectivas normas internacionales publicadas por la ISO<sup>3)</sup>.

- ISO 105-B01: Solidez del color a la luz: Luz del día: Método de ensayo para la determinación de la solidez del color de los textiles frente a la acción de la luz del día.
- ISO 105-B02: Solidez del color a la luz artificial: lámpara de arco de xenón. Método de ensayo para la determinación de la solidez del color de los textiles frente a la acción de una fuente de luz artificial de Xenón que simula la luz natural del día (D65).
- ISO 105-B03: Solidez del color a la intemperie natural: Exposición al aire libre. Método de ensayo para la determinación

de la solidez del color de los textiles frente a la acción de la intemperie, tal como se produce por exposición al aire.

- ISO 105-B04: Solidez del color a la intemperie artificial: Lámpara de arco de xenón. Método de ensayo para la determinación de la solidez del color de los textiles frente a la acción la intemperie simulada en una cámara equipada con una lámpara de arco de xenón.
- ISO 105-B05: Detección y evaluación de la fotocromía: Método para detectar y evaluar el cambio de color temporal que se produce después de una breve exposición a la luz.
- ISO 105-B06: Solidez del color y envejecimiento a la luz artificial a temperaturas elevadas: Lámpara de arco de xenón. Método para la determinación de la solidez del color de los textiles frente a la acción de una fuente de luz artificial, representativa de la luz natural de día (D65), y a la acción simultánea de calor.
- ISO 105-B07. Solidez del color a la luz en textiles humectados con sudor artificial: Método de ensayo para la determinación de la solidez del color de los textiles frente a la acción combinada al sudor artificial ácido y alcalino, y una fuente de luz artificial (D65).
- ISO 105-B08. Control de calidad de la escala de azules del 1 al 7: A fin de reducir al mínimo las diferencias en los ensayos frente a la luz y asegurar las máxima constancia de las tinturas de los tejidos para la escala de azules del 1 al 7, en esta norma, se describe el método de control de cada tinte, su igualación y las tolerancias máximas en su degradación frente a la acción de la luz, según el ensayo ISO 105-B02.
- ISO 105-B09: Actualmente no existe.
- ISO 105-B10. Exposición a la intemperie artificial: Exposición a la radiación filtrada de una lámpara de arco de xenón: Esta norma, originalmente desarrollada para plásticos y adaptada para textiles, ha sido aceptada y publicada recientemente, en el año 2011. El método permite evaluar la solidez del color o el comportamiento al envejecimiento de alguna propiedad seleccionada del textil sometido a ensayo.

#### 5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha llevado a cabo una revisión histórica de la evolución de los ensayos de solidez del color normalizados desde sus inicios, con las antiguas publicaciones por "Series", hasta la actualidad con la estructura de la ISO 105 que recoge 95 ensayos, con objeto de comprender el porqué y la validez de los métodos

actuales. En particular, se ha expuesto una descripción de la evolución de los aspectos esenciales relacionados con la acción de la luz sobre el color de los textiles, así como de los fundamentos y parámetros que controlan los métodos de ensayo actuales para la evaluación de la solidez del color de los textiles frente a las diversas acciones de la luz.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Cegarra J, Puente P, Valldeperas J (1981), Fundamentos científicos y aplicados de la

tintura de materias textiles, Barcelona, Romagraf S.A.

2. Ulshöfer H (2002), Colour fastness tests, Switzerland, Clariant Ltd.
3. International Organization for Standardization (ISO): //www.iso.org
4. Valldeperas J., Carrillo F. (2012), Chapter 5: Colour Fastness. En P.A. Annins (Editor), Understanding and improving the durability of textiles, 82-103, Woodhead Publishing.