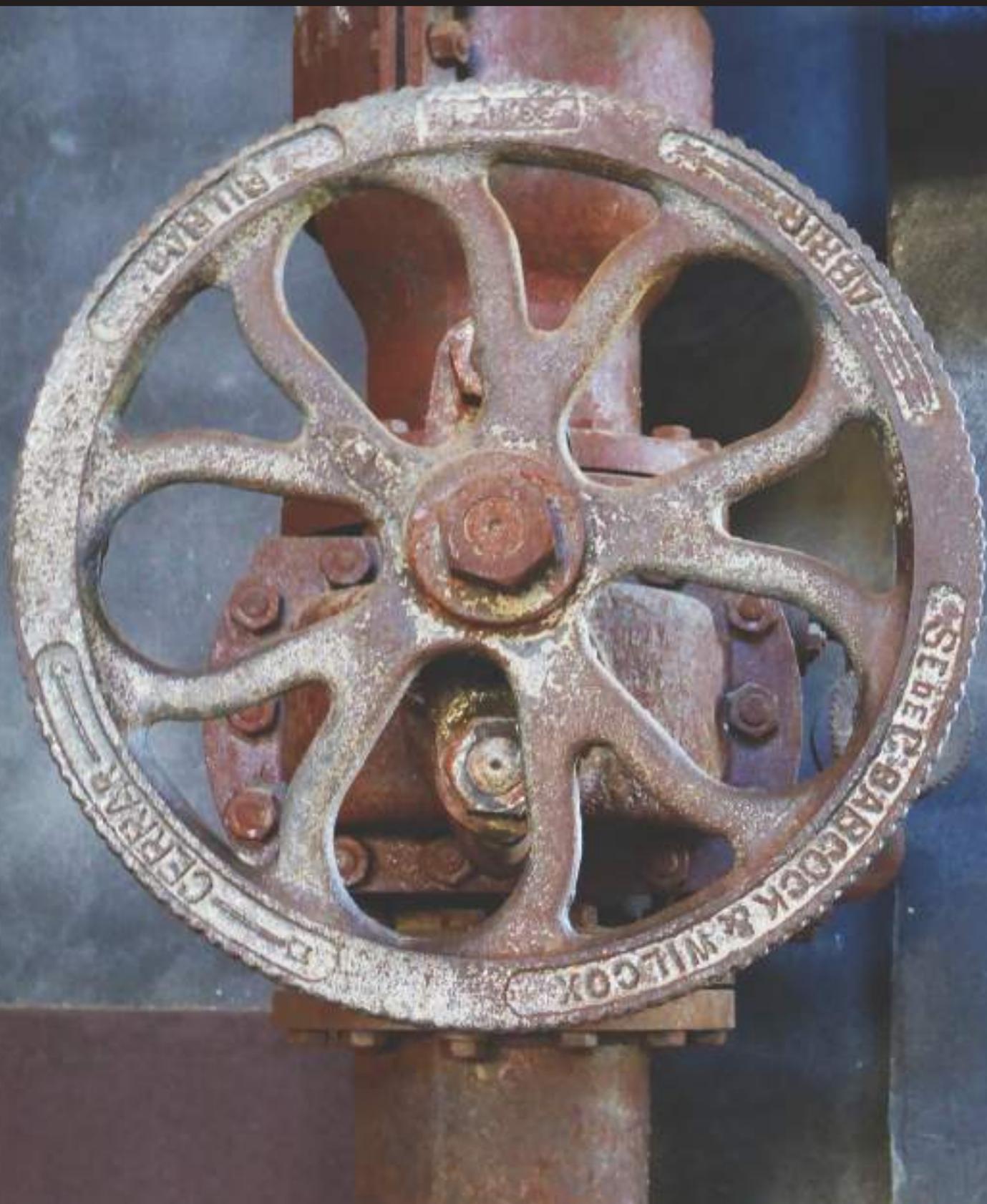


Jornadas sobre patrimonio industrial y tecnológico mueble

Ministerio
de Cultura
y Deporte

IPCE-MUNCYT



Jornadas sobre patrimonio industrial y tecnológico mueble

IPCE-MUNCYT

Catálogo de publicaciones del Ministerio: www.libreria.culturaydeporte.gob.es

Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es>

Edición: 2022

Subdirección General del Patrimonio Cultural de España:
Marta Hernández Azcutia

Coordinación Científica:
Daniel Durán Romero

Coordinación de la Edición:
Isabel Arias Sánchez
Isabel Burgos Ávila



MINISTERIO DE CULTURA
Y DEPORTE

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Atención al Ciudadano,
Documentación y Publicaciones

© De los textos e imágenes: sus autores

NIPO: 822-22-060-4

El Instituto del Patrimonio Cultural de España tiene entre sus funciones elaborar y ejecutar los planes de conservación y restauración de los bienes culturales y, entre ellos el Plan Nacional de Patrimonio Industrial, en cuyo marco se llevaron a cabo las jornadas que dieron origen a esta publicación.

Este Plan fue una de las iniciativas pioneras que ayudaron a consolidar la noción de patrimonio industrial cultural en España, y cabe destacar que fue también uno de los primeros planes nacionales que entraron en vigor, concretamente fue el segundo, en el año 2000, tras el de Catedrales. Su aparición es casi coincidente con la primera jornada internacional de INCUNA (Asociación Arqueología Industrial, Patrimonio Cultural y Natural) en el año 1999 y la formación de Ticcih-España en el año 2002, con quienes existe una relación sinérgica y de colaboración.

Mirando hacia atrás con la perspectiva que dan dos décadas de andadura, es notable cómo en los primeros años se ponía un énfasis especial en dos aspectos: la sensibilización y la reutilización. Podría decirse que este nuevo patrimonio debía abrirse un hueco entre los considerados tradicionales y ya muy consolidados, como arquitectura religiosa, fortificaciones, etc. El recién llegado debía, de algún modo, justificar su presencia y ganar apoyos, por lo que se hizo una gran labor frente a otras instituciones y al público en general, tendente a cultivar el aprecio de muchos de estos elementos que, de tan integrados en la realidad cotidiana, terminaban pasando desapercibidos o, por el contrario, en muchos casos, generaban rechazo por relacionárseles con aspectos negativos como la polución, la conflictividad social derivada de los cierres de las fábricas, etc.

El primer gran hito del plan posiblemente fue el asesoramiento para poner en marcha el «Parque minero de Almadén», un conjunto patrimonial recuperado de elementos minero-industriales en torno al mercurio. Este nuevo proyecto, desarrollado tras el cierre de la explotación minera, supuso una transformación que recondujo la actividad del sector primario al sector turístico cultural y que puede considerarse modélica.

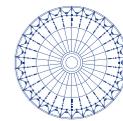
Otros grandes hitos en los que se ha participado han sido la musealización y recuperación del Pozo de Santa Bárbara y su entorno (Valle del Tuñón), la rehabilitación de los cargaderos de mineral de Dícido (Castro Urdiales) y del Hornillo (Águilas) y, más recientemente, el alto Horno de Sestao. Además, las acciones en torno a la salvaguarda y protección de los restos históricos de la industria han favorecido numerosas declaraciones de bienes de interés cultural.

Tanto los grandes proyectos como el resto de las actuaciones han estado siempre muy enfocadas hacia lo arquitectónico, aunque también hacia la conservación del paisaje y la recuperación urbana y territorial. Más aún, siguiendo la lógica de interconexión que implica toda la actividad industrial

(interconexión entre las áreas donde se producen las materias primas, las instalaciones donde se procesan y las redes de distribución de los productos elaborados), se van asumiendo espacios y escalas cada vez mayores, supranacionales incluso (véase el ejemplo de la inscripción del conjunto minero de Almadén, junto con la explotación de Idria en Eslovenia, como Patrimonio Mundial de la UNESCO el 6 de julio de 2012), y podemos felicitarlos por ello.

Sin embargo, con la perspectiva que dan los años, se hace patente que no siempre se ha prestado la atención suficiente a lo que podemos denominar la “pequeña escala”, los objetos de la industrialización, los bienes muebles tal como los denominamos en nuestro lenguaje profesional, que abarcaría todo el conjunto de máquinas, herramientas, vestimenta, archivos, bibliotecas, etc., relacionados con actividad de las fábricas, minas y redes de transporte. Este es un hecho generalizado, que no sólo ocurre en España, sino también en la mayoría de los países de nuestro entorno. Conceptos como la resiliencia apuntan a la reutilización de edificios, pero el contenido de los mismos suele ser destruido. Conscientes de ello, desde el Instituto del Patrimonio Cultural de España, en colaboración con el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, con el fin de combatir esta carencia, se proyectaron las jornadas sobre patrimonio industrial y tecnológico mueble, de cuya transcripción se ocupa esta publicación. Su celebración, que reunió a diferentes profesionales y actores implicados en la causa, supone un gran avance en la definición y protección de este patrimonio, así como en la concienciación sobre su importancia cultural y social.

Marta Hernández Azcutia
Subdirectora General
del Instituto del Patrimonio Cultural de España



INSTITUTO DEL
PATRIMONIO
CULTURAL
DE ESPAÑA

El papel de los museos

La conservación de la cultura material asociada a la historia de la tecnología y la industria en nuestro país es una materia a la que en las últimas décadas se han acercado diferentes instancias académicas, institucionales y organizaciones de la sociedad civil. La conciencia sobre los valores culturales de las manifestaciones y testimonios de la actividad económica industrial y tecnológica se forjó a finales de los años 1970 y, sobre todo, de las décadas de 1980 y 1990. Los arquitectos fueron capaces de reconocer y reivindicar los valores constructivos y urbanísticos de las antiguas instalaciones fabriles que iban quedando obsoletas, al mismo tiempo que los arqueólogos e historiadores encontraban en estos testimonios de la cultura material un campo de investigación de la historia económica más cercana. No fue menor la aportación de los responsables de la conservación del patrimonio cultural en su empeño por reivindicar los valores identitarios de estos elementos patrimoniales con iniciativas tan decisivas como la puesta en marcha del Plan Nacional de Patrimonio Industrial, ni la de las asociaciones y agentes de la sociedad civil que se movilizaron en la defensa de la conservación de esta memoria reciente.

Pero es posible que el papel de los museos en este terreno haya sido menos difundido. Desde hace cuatro décadas y de forma incansable, el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología ha acopiado y conservado aquellos bienes que el fin de las actividades industriales iban dejando en desuso. Gran cantidad de maquinaria, archivos y otros materiales vinculados a la historia de la tecnología y la industria de nuestro país fueron incorporándose poco a poco a sus colecciones, en las que encontraron, en muchas ocasiones, una tabla de salvación frente a un incierto futuro. Objetos que en muchos casos fueron descontextualizados de su entorno industrial para resignificarse en nuevos discursos.

Igual que ocurre en otras categorías patrimoniales, las colecciones de carácter tecnológico e industrial tienen una naturaleza particular. Los valores que en ellas queremos conservar difieren de los que identificamos en otros bienes, siendo quizá su funcionalidad uno de los más específicos de la categoría. Desde el punto de vista de su materialidad, un rasgo diferencial de estas colecciones es que los bienes que las integran no fueron, en su mayoría, concebidos como objetos perdurables, sino como bienes funcionales. Su naturaleza obsolescente determina, por tanto, los criterios y metodologías específicos para su conservación.

La celebración de jornadas como las organizadas por el Instituto del Patrimonio Cultural de España son una oportunidad única para intercambiar experiencias, vivencias y soluciones que, desde nuestras correspondientes perspectivas, los actores que trabajamos sobre estas tipologías de bienes otorgamos a los retos con los que nos enfrentamos diariamente en el empeño de conocer y conservar los testimonios muebles de la actividad tecnológica e industrial.

Marina Martínez de Marañón Yanguas
Directora del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología
Codirectora de las Jornadas

Salvar los muebles

Aplicar a nuestra civilización la mirada del antropólogo que estudia culturas lejanas fue un ejercicio muy fructífero durante el siglo xx. Cuando esta idea confluye con otro concepto también fraguado en la misma centuria, el de cultura material, nos encontramos con un marco conceptual idóneo para avanzar en una de las cuestiones clave de los Planes Nacionales que se ocupan de nuestro patrimonio más contemporáneo: la selección de los restos materiales que han de preservarse para que nuestra cultura se pueda comprender en las eras venideras. En este ámbito antropológico, donde surge el concepto de cultura material, todo el énfasis recae sobre los objetos antes que sobre los inmuebles; de hecho, Herbert Baldus¹, al aventurar una definición, habla del «conjunto de productos tangibles que pueden ser puestos o expuestos en un museo...». Llevar estas ideas al Plan Nacional de Patrimonio Industrial pone de manifiesto una gran carencia, que también puede apreciarse, por ejemplo, con un somero análisis de las primordiales cartas y principios en defensa del patrimonio industrial redactadas y publicadas² por diferentes instituciones: en ellas, todo el énfasis está puesto en los inmuebles, y solo se habla de los muebles de forma tangencial. Las razones son muchas: es difícil su reutilización, son objetos fáciles de llevar (sustraer), fáciles de vender (como chatarra), difíciles de mantener, etc. En dichas cartas no se los ignora, pero es patente que van directas al asunto principal (los inmuebles) y simplemente se recuerda, como en una coletilla, que el patrimonio mueble también existe. Quizá debiéramos empezar a pensar que este tipo de patrimonio, al que habría que sumar el patrimonio tecnológico mueble, debería tener su propia «carta». En cualquier caso, con estas jornadas y la posterior publicación de sus ponencias, estamos contribuyendo a combatir este sesgo.

Como introducción a los temas principales de las jornadas, considérese que la supervivencia de un objeto industrial o tecnológico atraviesa varias fases. En primer lugar, debe superar la fase crítica de la desaparición de la organización, inmueble o era tecnológica en que se generó; es el momento en que se enfrenta a la amenaza de ser convertido en chatarra o simplemente desechado como basura. Si esto no ocurre, es porque ha caído en el olvido o porque alguien ha decidido conservarlo. Pero, aun en el segundo caso, sus problemas no habrían hecho más que empezar. Recordemos aquello de que «el infierno está empedrado de buenas intenciones», y digo esto porque ni siquiera es fácil poner de acuerdo a los expertos sobre cómo se deben conservar estos elementos, tal como se demostró en los apasionados debates que surgieron durante las jornadas. En primer lugar, cabe plantearse si tendríamos que hablar de conservar o de mantener (en tanto que muchas veces se trata de máquinas); la siguiente disyuntiva lógica es si deberían hacerlo restauradores o mecánicos y técnicos; podríamos

¹ La referencia a esta cita es: Baldus, H. (1947): «Cultura material». *Revista mexicana de sociología*, 9 (2), p. 171. Disponible en: <http://revistamexicanadesociologia.unam.mx/index.php/rms/article/view/59449/52568>.

² Véase, por ejemplo, la Carta de Nizhny Tagil sobre el patrimonio industrial (2003); los Principios de Dublín para la Conservación de Sitios, Estructuras, Áreas y Paisajes del Patrimonio Industrial (2011); el informe (Doc. 13134 / 2013) titulado «Industrial heritage in Europe» del Comité de Cultura, Ciencia, Educación y Medios del Consejo de Europa; o el propio documento del Plan Nacional de Patrimonio Industrial.

seguir enumerando la polémica de si es lícito o no reintegrar partes destruidas o desaparecidas; por no hablar de la explosiva cuestión de si debe conservarse la capacidad de movimiento (o funcionamiento) de estos objetos, en cuyo caso incurriríamos en el desgaste de sus piezas originales, lo que algunos interpretan como una conducta delictiva a la luz de lo establecido en nuestra ley de patrimonio. Aunque sostener lo contrario sería defender que estos bienes culturales deben «fossilizarse», para exhibición de su mera apariencia por toda la eternidad.

Descendiendo de nivel, cuando entramos en cuestiones técnicas, también hay muchos frentes abiertos y mucho por investigar.

Algo que se puso en evidencia de manifiesto fue la existencia de un cierto número de recomendaciones de tipo técnico, e incluso organizativo, para la conservación de estos bienes culturales. Algunas son de tipo general y otras están restringidas a subconjuntos muy concretos como son aeronaves, ferrocarriles, etc. Estas recomendaciones se caracterizan por su dispersión y por entrar muchas veces en contradicción unas con otras. En cualquier caso, se puso en evidencia la necesidad de su divulgación e, incluso, de la traducción de muchos de estos trabajos.

Otra cuestión abierta muy técnica, quizá la más abrumadora de todas, es la conservación de los plásticos. Vivimos en la edad de los plásticos, prácticamente no hay elementos industriales o tecnológicos que no contengan algún o varios tipos de este material. Hay mucha investigación de base sobre la degradación de los plásticos, pero falta investigación aplicada sobre cómo conservarlos en un contexto museístico. Pensemos que el horizonte temporal del conservador es de siglos; con esta perspectiva, y con lo que sabemos y aplicamos a día de hoy, podemos vaticinar que muchos de los elementos que decidamos preservar se irán desvaneciendo. De nuestra «edad del plástico», dejando pasar el tiempo suficiente, no va a quedar nada. Es necesario trabajar en el desarrollo de estrategias de conservación específicas para estos materiales.

En un ámbito más conceptual, otra de las preguntas recurrentes a lo largo de las jornadas fue «¿qué es el patrimonio industrial y tecnológico?». Es una pregunta cuya respuesta no es que sea difícil de contestar, sino que posee tantos matices que es imposible de resumir en una frase, en una escueta reseña de diccionario. Muchos de esos matices se fueron desgranando a través de las diferentes conferencias y coloquios; sin embargo, hay una cuestión de base que sin duda enturbió estos debates. Nuestra legislación sobre patrimonio cultural es una normativa de blancos y negros, ya que establece que un objeto o un inmueble posee o no posee valor patrimonial, cuando en realidad, en la práctica, si uno trata de dilucidar si un bien es merecedor del esfuerzo de la conservación, se aprecia que es más una cuestión de grises, de grado o de umbrales. Dentro de que todo objeto es un testimonio de la sociedad que lo generó, y partiendo de que nuestra sociedad evoluciona de una forma acelerada, a cualquier objeto puede achacársele un valor histórico, social, antropológico, testimonial, etc. La cuestión debería ser cómo hacer esa valoración y qué nota de corte o umbral establecer para decidir si algo tiene (suficiente) valor patrimonial.

Como puede deducirse de estas líneas, las jornadas resultaron apasionantes y solo queda esperar que una parte importante de lo que tratamos, y vivimos, llegue al lector a través de esta publicación. En cualquier caso, un logro muy importante fue sentar juntos a muchos de los actores comprometidos con esta causa, establecer lazos, crear una cierta conciencia de grupo y sentar las bases para futuras colaboraciones y proyectos.

Daniel Durán Romero
Instituto del Patrimonio Cultural de España
Codirector de las Jornadas

Índice

	Pág.
Sobre el patrimonio industrial conservado en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología	10
Ignacio de la Lastra González	
El patrimonio industrial en las colecciones del Ejército de Tierra	24
Mónica Ruiz Bremón	
El patrimonio histórico tecnológico de Telefónica. Historia de una colección	37
Reyes Esparcia Polo	
El futuro Centro Vasco de la Cultura del Trabajo y el Patrimonio de la Industria	45
Javier Puertas Juez	
Patrimonio metálico de la era industrial, procesos de conservación	60
Soledad Díaz Martínez	
Análisis de materiales y conservación del patrimonio industrial: desafíos del plástico como material en museos	71
Elena Gómez Sánchez y Simon Kunz	
El Museo de Aeronáutica y Astronáutica. Problemas de documentación y conservación del patrimonio industrial aeronáutico	85
Carmen Peña Calleja y Carmen Rodríguez de Tembleque Chaguaceda	
Piezas industriales de gran formato en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología	100
Joaquina Leal Pérez-Chao	
Experiencias en la conservación y restauración del patrimonio industrial en el Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (MNACTEC). Problemática y posibles soluciones	110
Mercè Gual Via	

Sobre el patrimonio industrial conservado en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Ignacio de la Lastra González

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

ignacio.lastra@muncyt.es

Resumen

Los orígenes de las colecciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT), el cómo y el porqué del ingreso de los primeros fondos, o la forma en la que ha evolucionado el programa de adquisiciones durante su corta existencia —en el año 2020 se celebró su 40 aniversario—, se hayan íntimamente relacionados con la idiosincrasia de su fundación y el contexto social y económico del momento. Actualmente, el MUNCYT se encuentra inmerso en una profunda reflexión acerca de los criterios en los que habrá de sustentarse la toma de decisiones futuras sobre el incremento de la colección abriendo nuevas líneas de estudio en este sentido.

Abstract

The origins of the collections of the National Museum of Science and Technology (MUNCYT), the how and why of the entry of the first funds, or the way in which the acquisition program has evolved during its short existence —in the year 2020 celebrated its 40th anniversary—, has been intimately related to the idiosyncrasy of its foundation and the social and economic context of the time. Currently, the MUNCYT is immersed in a profound reflection on the criteria on which future decision-making regarding the increase in the collection will be based, opening new lines of study in this regard.

Palabras clave: Patrimonio industrial, colecciones científicas, tecnología, incremento de colecciones.

Key words: Industrial heritage, scientific collections, technology, increase in collections.



Introducción

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de España (MUNCYT) es un museo de titularidad estatal adscrito actualmente a la Secretaría General de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación, y gestionado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

La misión del MUNCYT es la promoción del conocimiento y la cultura científica, actuando como referente social y punto de encuentro en materia científica y tecnológica, cuyos objetivos principales son: la conservación y puesta en valor del patrimonio histórico científico y tecnológico, y contribuir a la educación científica efectiva y de calidad. Para este último propósito desarrolla un amplio programa de difusión y educación que parte de sus fondos museográficos.

MUNCYT Alcobendas reúne la divulgación de la ciencia, con talleres, aulas y planetarios, y consigue aunar en un solo edificio una parte histórica de exposición de su colección, y de otra, la interactividad, en la que el público puede utilizar los distintos manipulativos para comprobar muchos de los principios físicos que los objetos patrimoniales expuestos nos enseñan.

De este modo, es posible asociar las dos caras de la ciencia, la histórica y la experimental, lo que completa la visión de estos temas, en algunas ocasiones difíciles de acercar al visitante. Esta sede se une a la de La Coruña, además, en la mezcla de culturas humanística y científica en su discurso museográfico. Culturas que nunca debieron separarse y que, sin embargo, hoy día discurren en muchas ocasiones por caminos paralelos. Una ayuda que contribuye a paliar la falta de entendimiento que se produce entre esas «dos culturas», a las que ya aludía el físico y novelista inglés Charles Percy Snow en 1959, es este Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, que integra y mezcla arte, hallazgos científicos, historias humanas y resultados tecnológicos.

Precedentes e historia de la institución

Si bien existen instituciones destinadas al coleccionismo de máquinas e instrumental científico en Europa durante la Edad Moderna —la florentina Accademia del Cimento, la Royal Society de Londres o la Academia des Sciences de París— y en la Edad Contemporánea —Conservatoire National des Arts et Métiers de París, Science Museum de Londres, Deutsches Museum en Múnich—, todas ellas centros de ensalzamiento del progreso y de la preservación de la herencia científica y tecnológica de la Europa occidental, el primer precedente en España puede datarse en el Real Gabinete de Máquinas de López de Peñalver y Betancourt, auspiciado por Carlos III. El Museo Industrial, de clara intención didáctica, creado durante la Revolución Gloriosa, tampoco alcanzaría la dimensión de otros centros europeos. La puesta en marcha de un Museo Nacional de patrimonio histórico, científico y tecnológico, no tendría lugar hasta el término del siglo xx (Bolaños, 2015).

Fundado en 1980, el museo custodia y conserva en la actualidad una colección de más de 18 200 piezas de patrimonio histórico científico, tecnológico e industrial. Su historia, no obstante, se remonta al proyecto de su creación, que se inicia en 1962, cuando el ministro de Educación y Ciencia, Manuel Lora Tamayo, promovió una Comisión para la creación de un «Museo de la Ciencia y la Técnica»¹.

Desafortunadamente, este proyecto no tuvo continuidad; a partir de 1970 lo retomó el Instituto Nacional de Industria, de nuevo de manera fallida.

El MUNCYT habría sido concebido, durante las décadas de 1960, 1970 y 1980, como una herramienta de vital importancia para un país que aspiraba a modernizarse a partir de unos planteamientos tecnócratas, como los difundidos durante los últimos años de la dictadura y los primeros años de la democracia (Ruiz-Castell, 2020).

A este contexto nacional se sumarían los nuevos modelos internacionales de actuación, intervención y experimentación para la divulgación de las ciencias y las técnicas, o *science centers*, creados principalmente en América del Norte y el Pacífico —como el Exploratorium de San Francisco—, que acentuarían aún en mayor medida la necesidad de una institución en España que focalizara sus esfuerzos en la conservación del patrimonio científico-técnico a través de nuevas perspectivas educativas.

¹ El museo estaría «consagrado a las realizaciones de carácter científico especialmente en los campos de la Física y de la Química y a los progresos de la técnica en ellos». (Orden de 24 de septiembre de 1962 por la que se constituye la Comisión para el estudio de la creación de un Museo de la Ciencia y de la Técnica. Boletín Oficial del Estado, 9 de octubre de 1962 [242]: 14257).

No obstante, en 1972 se reanudan las iniciativas: el proyecto lo retomó la Fundación del Instituto Nacional de Industria (INI) —una entidad dedicada al fomento de la investigación científica—, para lo que se elaboraron distintos informes basados en la situación de los museos de ciencia y tecnología existentes en Estados Unidos y Europa, como la Smithsonian Institution (Washington D. C., Nueva York, etc.), el Science Museum (Londres y Mánchester) o el Deutches Museum (Múnich).

Con todo, el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de España nacerá finalmente con los albores de la democracia. En noviembre de 1975, el Ministerio de Presidencia del Gobierno constituye un Patronato Interministerial para la Ciencia y la Tecnología multiplicándose los contactos con la Unesco y estableciéndose, en aquellos años, una intensa dinámica de viajes a otros centros —canadienses, estadounidenses y europeos— con el objeto de recabar contactos y modelos para el proyecto español.

Joaquín Tena Artigas, miembro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y antiguo Secretario General Adjunto de la Comisión Nacional de Cooperación con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), desempeñaría un papel decisivo en el impulso a este proyecto. Los contactos de Tena Artigas resultaron de gran ayuda para lograr un apoyo que se vio reforzado con el nombramiento en 1978 de Federico Mayor Zaragoza como Director General Adjunto de la Unesco (Ruiz-Castell, 2020).

El Instituto Nacional de Industria se erigió, por tanto, en responsable del proyecto de creación del museo, y su misión fue buscarle una sede. Si bien en un primer momento se barajó la posibilidad de la antigua Estación del Norte de Madrid —actual Príncipe Pío— para albergar la institución, finalmente el Consejo de Ministros aprobó como sede provisional algunos espacios de Renfe en la Estación de Delicias de Madrid², monumento histórico artístico.

Por fin, en 1980, el Real Decreto 1691/1980 de 30 de junio creó el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. El museo, al contrario que otras instituciones de su misma naturaleza, nació sin colección, e ingresó las primeras piezas en sus almacenes en 1982.

Breve recorrido por las sedes expositivas del MUNCYT

En 1997, diecisiete años después del Real Decreto de su creación, el Museo Nacional de Ciencia y de Tecnología abrió sus puertas al público por vez primera con la exposición *Abriendo las puertas de la ciencia*, que mostraba una selección de 350 piezas de la colección y fue el germen de la exposición permanente del Museo (Figura 1).

Esta sala se mantuvo abierta en sus muestras permanentes y temporales, así como su amplio programa educativo, hasta marzo de 2014, fecha de su traslado a Alcobendas³. En el paseo de las Delicias de Madrid —aún hoy, en 2021—, se mantienen el Archivo, la Biblioteca y el Almacén de la colección, conformando un centro de investigación sobre patrimonio científico y técnico a disposición de todos los ciudadanos.

² La Estación de Delicias de Madrid es uno de los grandes ejemplos europeos de arquitectura del hierro. Su cubierta de andenes es la más antigua de las tres grandes estaciones de Madrid —estación del Norte (1882) y de Atocha (1892)—. Fue el primero y más amplio espacio diáfano —la nave central con 170 m de largo x 35 m de ancho x 22,5 m de altura— que se construyó en Madrid con una moderna estructura metálica. Surge como cabecera de la línea Madrid-Ciudad Real-Badajoz, transformándose al año de su inauguración (1880) en la línea Madrid-Cáceres-Portugal.

³ La Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, junto con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología —fundación del sector público estatal responsable de la gestión del museo desde el año 2008—, acordaron con el Ayuntamiento de Alcobendas la apertura de una nueva sede, inaugurada en este municipio madrileño en diciembre de 2014 y que podría encuadrarse en una «tercera generación» de museos de ciencia al realizar una síntesis integral entre las colecciones de ciencia y tecnología —vertiente histórica— y los elementos interactivos —faceta experimental.



Figura 1. Exposición *Abriendo las puertas de la Ciencia*. Fotografía: Archivo MUNCYT.

La transformación y renovación del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología como institución se ha vertebrado en torno a sus dos nuevas sedes y salas de exposición, ubicadas en La Coruña⁴ y en el municipio de Alcobendas en Madrid, así como a través de la presencia de su colección en distintos museos y centros de ciencia a lo largo de toda la geografía española.

En suma, en el año 2021, cuarenta y un años después de su creación, la colección del museo se compone de 18 208 fondos museográficos⁵, de los cuales 673 se exhiben en la sede de La Coruña, 517 en la sede de Alcobendas y 108 están depositados en otras instituciones. En los almacenes de Madrid y La Coruña se conserva el resto de la colección, pero es en la sede del paseo de las Delicias donde se custodia el 85 % de aquella.

La colección del MUNCYT: Los primeros ingresos

Las colecciones que llegan al museo durante sus primeros años de existencia provienen directamente de sus lugares de origen, fundamentalmente fábricas, talleres, centros de investigación e instituciones públicas. Es posible documentar su procedencia y disponer de material gráfico e incluso audiovisual de los bienes en su ubicación dentro de la instalación⁶.

⁴ MUNCYT Coruña fue inaugurado en mayo de 2012. Poco después, en 2014, fue galardonado con una mención especial en el Certamen al Mejor Museo Europeo de 2014 celebrado en Tallin (Estonia) «por su capacidad para comunicar conceptos científicos y técnicos, su compromiso y responsabilidad social y por conservar el patrimonio tecnológico, industrial y científico de España y Galicia» (s.n., 2014).

⁵ Desde 1982, la mayor parte de la colección que conserva el MUNCYT se ubica en los almacenes situados en la nave que fue el muelle de mercancías número 3 de la antigua estación de ferrocarril de Delicias, en Madrid.

⁶ Las colecciones más recientes llegan a través de los sucesores (generalmente familiares) de los fundadores de la industria o fábrica original; como es el caso de la Tupi del Pasaje Industrial, del taller de la Real Compañía Asturiana de Minas, o el depósito de los fondos procedentes del Laboratorio Eléctrico Sánchez.

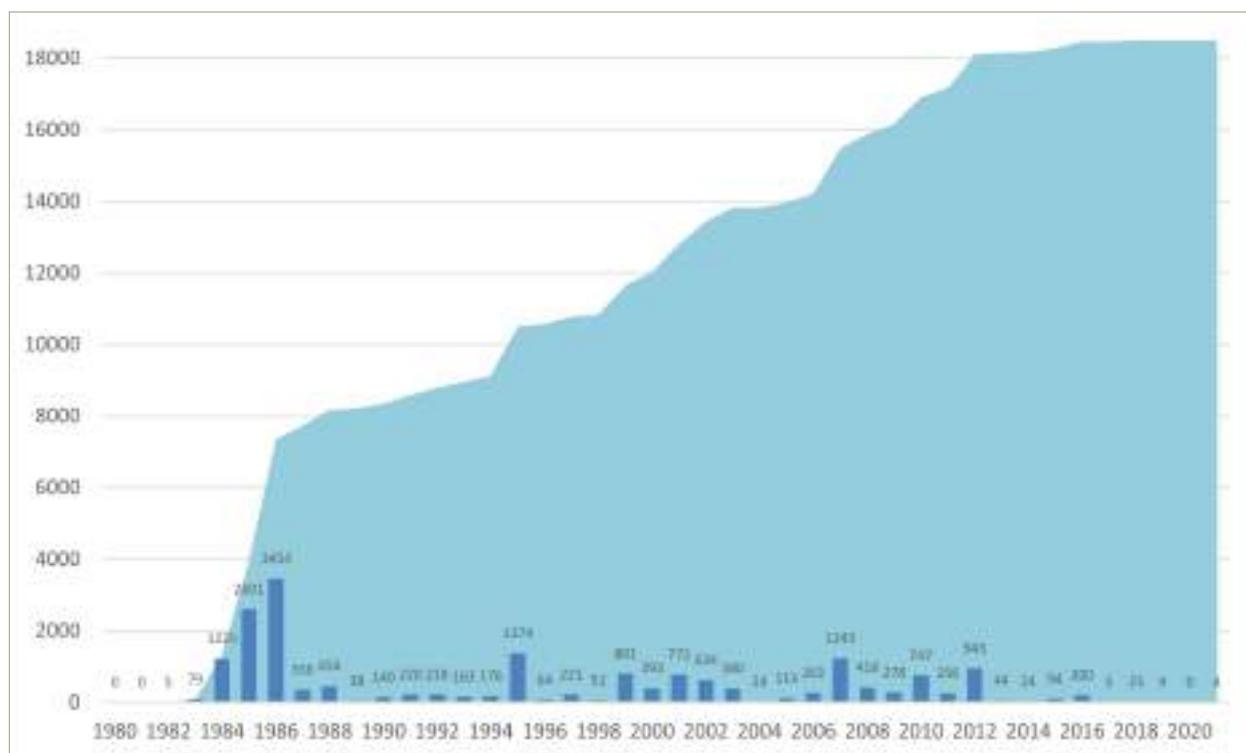


Tabla 1. Evolución del ingreso de los fondos en el MUNCYT. Autor: Archivo MUNCYT.

De esta forma se sucede un rápido incremento de los fondos⁷, necesario para que el proyecto museológico contara con masa crítica suficiente para asegurar su viabilidad institucional, articulándose el programa de adquisición de colecciones en torno a tres tipologías patrimoniales principales: el patrimonio industrial⁸, los objetos tecnológicos cotidianos y los instrumentos científicos⁹.

El primer gran eje de actuación estaba directamente relacionado con el contexto socioeconómico del momento, de marcado carácter industrial¹⁰, quizás influido por el Instituto Nacional de Industria (INI) —impulsor del proyecto de creación del museo junto con el Ministerio de Industria—, institución que contaba con un espacio dedicado a las visitas escolares en el que se exponían maquetas industriales,

⁷ En los seis primeros años de vida del museo (de 1980 a 1986), el incremento de fondos crece de manera exponencial, prácticamente un 40 % de los ingresos totales a lo largo de los 41 años de vida del MUNCYT (Tabla 1).

⁸ Según el Plan Nacional de Patrimonio Industrial (2015) del Ministerio de Educación y Deporte, los bienes muebles de esta tipología se desglosan de la siguiente forma: – Artefactos, compuestos por mecanismos destinados a la obtención, transformación y conducción de sustancias, a la producción de energía o al transporte y a la comunicación. – Utillajes, herramientas necesarias para el desempeño de los procedimientos técnicos asociados a las actividades económicas. – Mobiliario y accesorios del entorno social del trabajo. Se incluyen también los bienes de equipamiento mueble de los espacios de residencia, gestión, asistencial o de ocio relacionados con los establecimientos industriales, vestimentas, etc. – Archivos. Están compuestos por los documentos escritos o iconográficos generados por las actividades económicas y las relaciones industriales. Este apartado comprende los fondos bibliográficos relacionados con la cultura del trabajo. El registro de las fuentes orales y visuales se considera prioritario debido a su fragilidad y peligro de desaparición.

⁹ En paralelo a la llegada de los primeros fondos museográficos tecnológicos e industriales al MUNCYT, tuvo lugar la aprobación de la Ley de Patrimonio Histórico 16/1985, en cuya definición se incluyeron por vez primera los inmuebles y objetos muebles de interés científico y técnico: Integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte de él el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques, que tengan valor artístico, histórico o antropológico.

¹⁰ Durante la reconversión industrial desaparecieron muchas de las industrias tradicionales —la mayoría con origen a finales del siglo XIX—. Este hecho, unido a la idea general de conservar la maquinaria, pero no tanto los elementos arquitectónicos, provoca la llegada al museo de gran cantidad de fondos relacionados con el patrimonio industrial mueble.

muchas de ellas en movimiento, denominado Expoini¹¹. De aquel centro, el Museo conserva algunas de las maquetas que se exhibían, tanto de plantas industriales como de maquinaria o motores.

En esta línea, la primera pieza que ingresa en el Museo en 1982 es un modelo del sistema de transporte vibratorio para áridos, patentado por el ingeniero de caminos don Antonio Angulo Álvarez.

La segunda pieza que se integró en las colecciones fue un ordenador procedente del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), que entraría en la categoría de objetos tecnológicos. La tercera pieza que vertebraría esta clasificación inicial en el grupo de instrumentos científicos sería la llegada del primer acelerador de partículas construido en España, que estuvo instalado en la Junta de Energía Nuclear (JEN) en la Ciudad Universitaria y actualmente se expone en la sede de La Coruña (Figura 2).



Figura 2. Acelerador de partículas de la JEN.
Fotografía: Archivo MUNCYT.

La colaboración con otras instituciones durante aquellos primeros años, anteriores a la apertura de sus puertas al público visitante en 1997, se convirtió en una constante. Se plasmó en muestras como la primera gran exposición realizada en el Museo, que se denominó *Energía en movimiento*, así como en exposiciones junto con la Academia de las Ciencias de la Unión Soviética (*Tesoros atrapados por la luz e Investigaciones espaciales en la URSS*), que, en el caso de la segunda muestra, incluyó réplicas de maquetas espaciales o de la estación *Mir*.

Asimismo, el MUNCYT también realizó exposiciones de sus propios fondos en otras instituciones, como sucedió durante la inauguración del Planetario de Madrid —con la muestra de sus colecciones de astronomía— o con las exposiciones temporales *Sonidos del ayer*, *Imágenes: Los orígenes del cine* o *Tecnologías de la cultura* en Llanera (Asturias).

Además, el patrimonio industrial de las colecciones del MUNCYT se pondría rápidamente en valor en muestras como la llevada a cabo con la Fundación Nuevas Tecnologías y Cultura (FUNDATEC) en Asturias. Igualmente, la puesta en marcha de cuatro campañas de Arqueología Industrial en toda España, organizadas por el Museo, pondría de manifiesto la apuesta por la recuperación e integración de esta tipología del patrimonio en sus colecciones.

Los bienes muebles que se conservan en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología son, como se indica en el Plan Nacional de Patrimonio Industrial del Ministerio de Educación y Deporte: «Máquinas, artefactos, herramientas, productos, mobiliario, accesorios y documentos gráficos y escritos (archivos), con capacidad para evocar, en conjunto e individualmente, una parte significativa del sistema de producción. Bienes que precisan de medidas de conservación y exposición adecuadas a sus características físicas» (Cruz, 2016: 3).

¹¹ Aún recuerdo la visita realizada con el colegio cuando era niño, que seguramente influyó en que posteriormente realizara estudios de ingeniería.



Figura 3. Rotativa del diario *Información de Alicante*.
Fotografía: Archivo MUNCYT.

En este sentido, una de las singularidades históricas del MUNCYT y que determinaron la llegada de colecciones históricas concretas, como la maquinaria de imprenta y artes gráficas, es la relacionada con el perfil de los recursos humanos adscritos al Museo en sus inicios, en buena parte procedente de diferentes medios de comunicación social del Estado, por aquel entonces en proceso de reconversión. Por otra parte, la liquidación de los 27 periódicos de los medios de comunicación social del Estado, por ley de 1 de abril de 1982, se tradujo en la subasta del diario *Información de Alicante*¹² en 1984, momento en el cual el Ministerio de Cultura determinó su adscripción a las colecciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. Diversas vicisitudes administrativas demoraron su traslado a Madrid, si bien a partir de 1988 la urgencia en el desalojo de la antigua sede del diario impulsó de nuevo su movimiento. En el año 1989 Luis Manuel Bello, funcionario de los Servicios Periféricos de Alicante, detalló dichas dificultades urgiendo al Ministerio a su resolución. Este valioso informe describe minuciosamente qué se trasladó en aquel entonces: «una rotativa de 1917 de 32 páginas con 4 de color

que se embolsó impecablemente en cajas numeradas para su traslado al Museo y cuyo montador aún vive y podría colaborar a su nuevo montaje. Con esta rotativa se incluye prensa, fundidora, fresadoras y algunos chibaletes con tipos móviles de imprenta y, cremos, también algunas linotipias»¹³.

Actualmente, la maquinaria referenciada en los expedientes se conserva con sus embalajes de madera originales (Figura 3), en los que figura la identificación necesaria para un posible montaje. Junto a esta importante rotativa, ingresaron en el Museo otra serie de maquinaria procedente de imprentas tanto de instituciones públicas como privadas, Senado, Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, Imprenta SIGNE, Imprenta Municipal del Ayuntamiento de Madrid, diario *Patria* de Granada, etc. De hecho, durante un tiempo el Museo contó con una pequeña imprenta de uso interno operada por su personal.

Otro de los hechos destacables que propiciaron un incremento notable de las colecciones industriales fueron las obras realizadas para la ampliación y adaptación del palacio de la Moncloa en el actual complejo gubernamental. La principal reforma afectó al edificio conocido como de Torroja, que era el antiguo almacén de maquinaria de la Escuela de Ingenieros Agrícolas. Por este motivo, toda la colección allí almacenada hubo de ser reubicada, y para ello se eligió el antiguo Museo del Pueblo Español, actualmente Museo del Traje, a donde llegaron fundamentalmente aperos de labranza y pequeña maquinaria, y el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, institución a la que se destinaron las grandes máquinas agrícolas como las cosechadoras, los arados, las sembradoras, las trilladoras, los tractores, etcétera.

¹² El diario *Información de Alicante* fue fundado el 18 de julio de 1941. Según los expedientes consultados que constan en el Archivo General de la Administración, *Información* obtuvo la autorización gubernativa preceptiva para su publicación el 29 de septiembre de 1942, ocupando un local en la calle Quintana 42 de Alicante, cuya renta se elevaba a 8.400 pesetas (AGA, IDD [03]114.005, caja 25/19225). Es precisamente la historia vinculada a la subasta de la maquinaria procedente del diario de *Información de Alicante* uno de los mejores ejemplos de cómo se fueron construyendo las colecciones del museo en sus orígenes.

¹³ Informe de Contratación Administrativa “Traslado antigua rotativa del diario “*Información*” de Alicante al Museo Nacional de la Ciencia y la Tecnología de Madrid”, 1989. (AGA, RGE 1134, nº orden 633, caja 62/11211, signatura 95200, expediente 15).

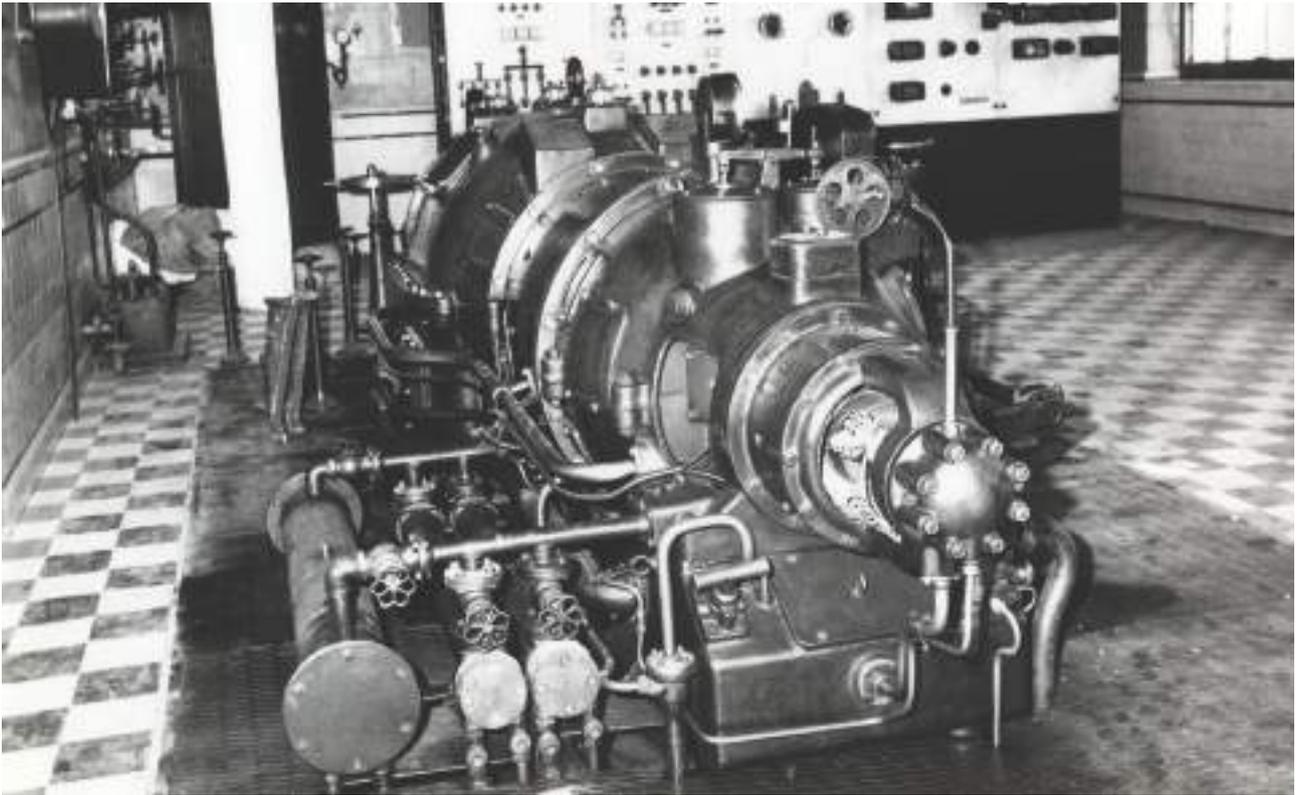


Figura 4. Turbogenerador de la Azucarera San Isidro. Fotografía: Archivo MUNCYT.

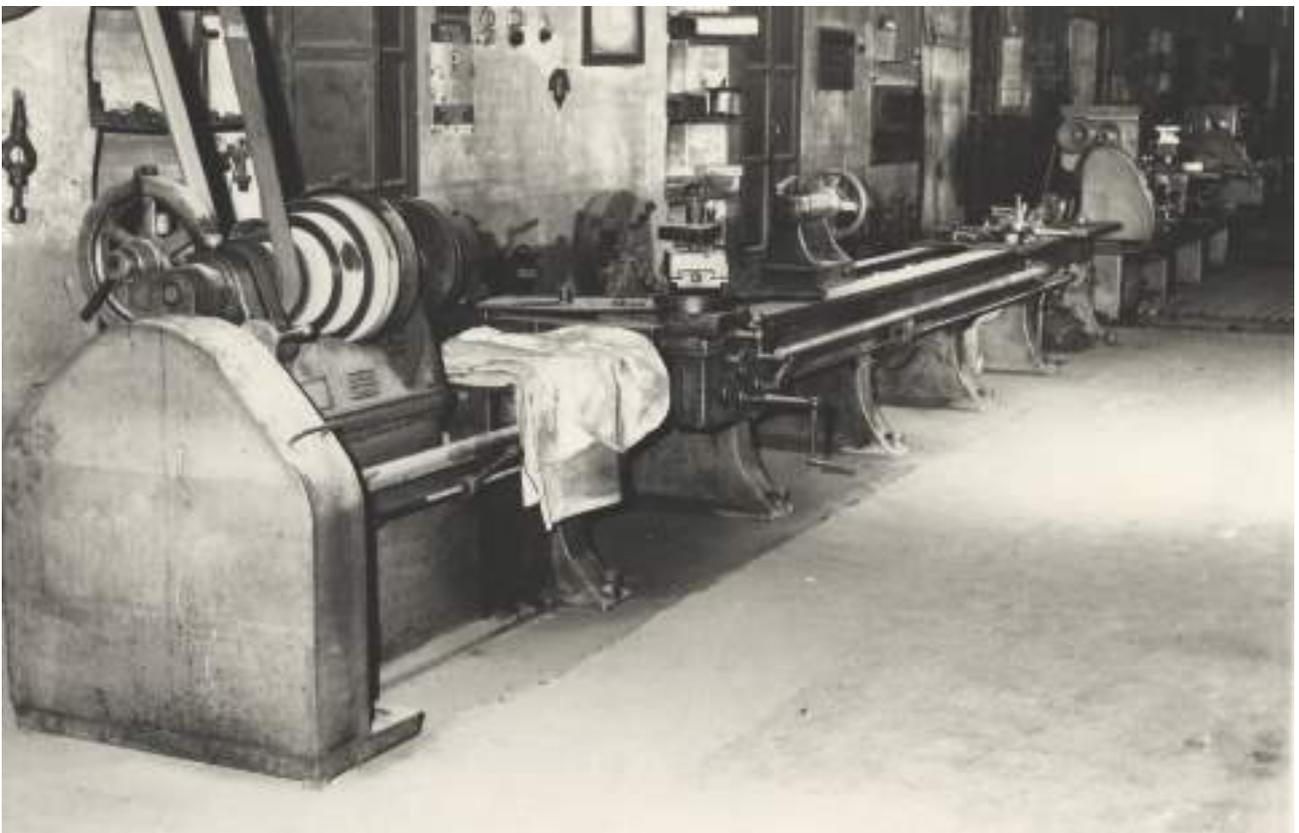


Figura 5. Torno de gran longitud de la Azucarera San Isidro. Fotografía: Archivo MUNCYT.



Figura 6. Carro de bomberos de la Azucarera Antequerana. Fotografía: José Latova. Archivo MUNCYT.

Finalmente, es preciso destacar el conjunto de maquinaria industrial de mayor volumen y peso que se conserva en el Museo, y que procede fundamentalmente de tres azucareras andaluzas: la Azucarera San Isidro (fundada a finales del siglo XIX y declarada Bien de Interés Cultural) (Figuras 4 y 5), la Vega Azucarera Granadina S. A. (1904-1982) y la fábrica Azucarera Antequerana (1891-1983)¹⁴ (Figura 6).

Los tres conjuntos de fondos museográficos son excepcionales, ya que se conserva tanto la maquinaria de producción como la de reparación de esta y el material de laboratorio, especialmente delicado, ya que en su mayoría son objetos de vidrio. Las azucareras están bastante completas, incluso las máquinas de vapor que las hacían funcionar, los generadores eléctricos y los carros de agua contra incendios que existían en los complejos industriales (Jiménez Albarrán, 1999). El buen estado de conservación de los grandes elementos que componen este tipo de bienes —bielas, cilindros, volantes de inercia, calderas, motores, etc.— permitiría al menos una reconstrucción parcial de las instalaciones de producción originales.

Por otra parte, resulta particularmente significativo cómo se adquieren estas colecciones industriales, ya que, al tratarse de empresas que se encontraban en quiebra y que poseían un importante número de bienes muebles de carácter histórico, fue al Ministerio de Cultura —cartera a la que pertenecía el MUNCYT por aquel entonces— al que le correspondió valorar y determinar la forma de preservar dichos fondos. Finalmente, fueron adquiridos tras acuerdo con el comité de empresa —representante legal de los trabajadores en las azucareras.

La labor de difusión de las colecciones industriales del MUNCYT se reforzó a partir del año 2015. Con motivo del Día Internacional de los Museos y del lema adoptado en aquella ocasión («Museos para una sociedad sostenible»), el Museo abrió su almacén y se realizó la primera visita guiada al área de reserva de las colecciones. Con el fin de mostrar piezas únicas de patrimonio científico, técnico y

¹⁴ La industria azucarera en Andalucía se diferencia en gran medida por el cultivo y la transformación de la caña de azúcar en la costa mediterránea, y el de la remolacha azucarera, en las vegas de Antequera, Granada, Guadix y Baza.

principalmente industrial, que, por sus características y dimensiones, no habían podido ser mostradas hasta entonces a sus visitantes.

Con este objetivo, el MUNCYT llevó a cabo la instalación de paneles que jalonarían un recorrido a través de la colección industrial conservada en su almacén (Figura 7). Entre otras piezas, los mencionados paneles contienen información acerca del Torpedo G7 TI con cabeza de ejercicio (c. 1930); los volantes de inercia y rotonda de ferrocarril pertenecientes a las máquinas de vapor que movían antiguas azucareras como la de San Isidro (1901, Granada), la Antequerana (1892, Málaga) y la de la Vega (1904, Granada); el motor Marino Diésel MAK (c. 1950); el motor Hispano Suiza 12Z-89 (c. 1951); las linotipias y el sistema de imprenta Ludlow de los medios de comunicación social del Estado (1920-1960); un molino tradicional español típico de las zonas de sierra (c. 1920), o la máquina de ensayo universal sistema Amsler (c. 1950).

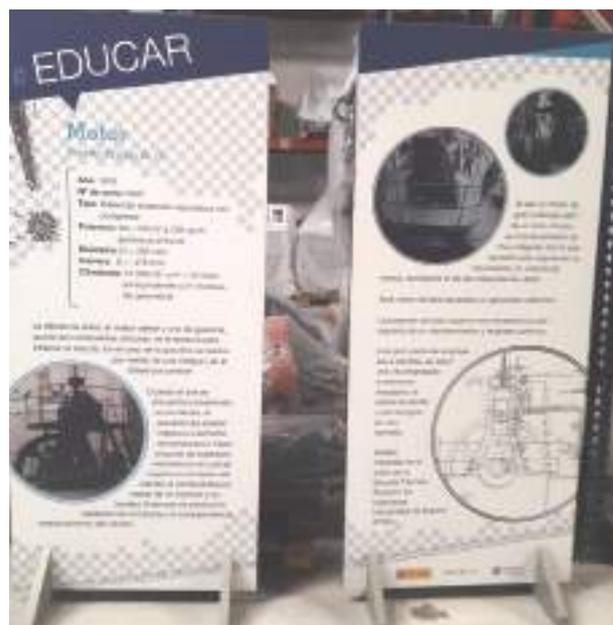


Figura 7. Paneles informativos del almacén visitable. Fotografía: Archivo MUNCYT.

El ingreso de los instrumentos científicos

A partir del año 1985, con la llegada de los fondos procedentes del Instituto San Isidro de Madrid¹⁵, se abre definitivamente una línea tendente al ingreso de colecciones relacionadas con la instrumentación científica. Esta se completaría durante los años siguientes con la compra de objetos similares en diferentes subastas, gracias a los recursos procedentes del Ministerio destinados a tal fin¹⁶, y en gran medida con el depósito en 1995 de los fondos históricos procedentes de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid¹⁷. La última gran colección relacionada con los instrumentos científicos que se adquiere llega en 2010, con el depósito del legado familiar procedente del desaparecido Laboratorio Eléctrico Sánchez¹⁸ (Figura 8).

En paralelo con este formidable incremento de las colecciones de instrumental científico antiguo, también se amplía el número de fondos relacionados con las tecnologías de lo cotidiano —muy del gusto de los coleccionistas de las décadas de 1970 y 1980—. Es entonces cuando ingresan las principales colecciones de electrodomésticos, gramófonos, radios, fonógrafos, televisores, máquinas de

¹⁵ Las piezas más históricas del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, vinculadas a las Matemáticas y a la Astronomía, provienen de la Academia Real Matemática creada por Felipe II en Madrid en 1582; de su institución heredera, el Colegio Imperial (1609) instituido en su legado por la emperatriz María de Austria y que, a partir de 1625, se denominará Reales Estudios del Colegio Imperial (1625-1767); y de los Reales Estudios de San Isidro, creados por Carlos III en 1770.

¹⁶ Desde la fundación del MUNCYT hasta el año 2008, momento en el que se produce la crisis financiera mundial y se implantan medidas de austeridad a todos los niveles, los fondos que se adquieren a través de compras del Estado ascendieron a un total de 5.922 —aproximadamente el 37 % de la colección que ingresa hasta ese año—. Desde el año 2009 hasta 2021 tan solo se han producido siete adquisiciones con presupuestos destinados a ello —el 0,2 % de los fondos ingresados. La desaparición de los presupuestos de compras de fondos conlleva consecuencias negativas en la configuración de la colección en determinadas tipologías para las que no es posible seguir un plan de adquisiciones concreto.

¹⁷ Los fondos de la Facultad de Ciencias Físicas ingresan en depósito a través de un proyecto de investigación financiado por I+D bajo el título «Reordenación, estudio preliminar e inventario de la colección de instrumentos científicos de la Facultad de Ciencias Físicas (siglos XVIII-XX)».

¹⁸ En el año 2010 se formaliza el depósito de una parte importante del legado familiar de Mónico Sánchez Moreno (Piedrabuena, 1880-1961), quien fuera fundador de una gran industria de fabricación y venta de aparatos electromédicos y electrofísicos en su pueblo natal durante la segunda década del siglo XX: el Laboratorio Eléctrico Sánchez. Entre los más de 650 fondos se incluyen electrodos vacuos para fines terapéuticos, tubos de descarga para demostraciones científicas y de rayos X para aplicaciones radiológicas.



Figura 8. Tubo de descarga del Laboratorio Eléctrico Sánchez.
Fotografía: Yolanda Villaverde, Jesús González. Archivo MUNCYT.

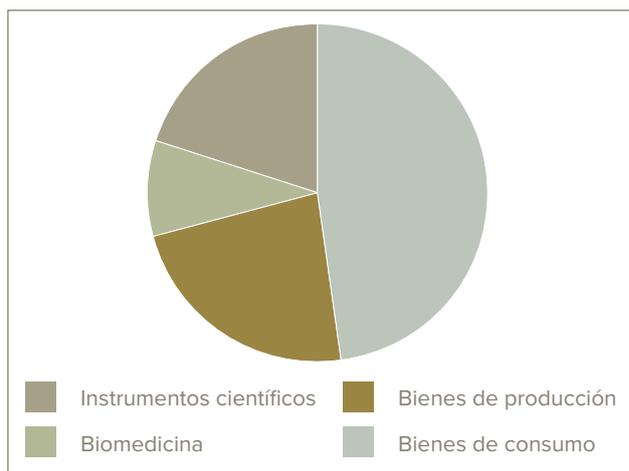


Tabla 2. Distribución de los fondos museográficos del MUNCYT. Fotografía: Archivo MUNCYT.

escribir, máquinas de calcular, etc. Esta tipología de objetos ha sido la más variada y la principal protagonista en el incremento de la colección del MUNCYT durante las siguientes décadas.

En la Tabla 2 se muestra un gráfico con la distribución porcentual del total de los fondos museográficos del MUNCYT agrupados en cada una de las cuatro tipologías principales, y que actualmente se encuentra en revisión dentro del sistema de clasificación establecido desde la implantación de la base de gestión de las colecciones, DOMUS.

El detalle de los grandes subgrupos para cada una de estas líneas de colección sería el siguiente:

– *Bienes de consumo*

Este grupo de colecciones aúna el 48 % de los fondos del museo y es la tipología general más numerosa y variada en cuanto a subtipos en segundo y tercer grado de clasificación. Comprende los fondos asociados a las tecnologías cotidianas y al sector de servicios: las artes decorativas, las artes gráficas, la informática, los medios de comunicación, los medios de transporte, la ofimática, las telecomunicaciones y los útiles domésticos y electrodomésticos, entre otros.

El subtipo más importante en este grupo clasificatorio corresponde a los medios de comunicación (cine, fotografía, radiodifusión, televisión, etc.), con el 71 % del total de los fondos.

– *Bienes de producción*

Es el segundo tipo más numeroso, con el 23 % de los fondos. Comprende las colecciones de aparatos de medida industrial, las herramientas, la maquinaria agrícola, la maquinaria e instalaciones fabriles, la maquinaria para la producción y uso de la energía y las máquinas-herramienta. El subtipo más destacado dentro de este grupo clasificatorio es el relacionado con las herramientas de los oficios tradicionales, que supone el 62 % de los fondos totales.

– *Instrumentos científicos*

Es el tercer grupo en cuanto a número de fondos con el 20 % de volumen total. Es una tipología que comprende una gran variedad de subtipos y grupos de clasificación en segundo y tercer grado. Entre los instrumentos científicos se encuentran los fondos más antiguos de la colección, entre ellos los asociados a la astronomía, la cartografía terrestre y celeste, la física, la geología, la gnomónica, las matemáticas, la microscopía, la navegación, las pesas y medidas, la química y la topografía y geodesia. El grupo más numeroso corresponde al de la física, con el 62 % de los fondos relacionados.

– *Biomedicina*

Este grupo clasificatorio es el cuarto eje de colección en cuanto a volumen se refiere. Con el 9 % de los fondos, su creación es producto de una decisión concreta al respecto de ingresar objetos relacionados con la bioquímica, la farmacia y la medicina para completar las colecciones del MUNCYT, que hasta el año 1999 no resultaba especialmente relevante en cuanto a este ámbito de conocimiento se refiere. Ese año se adquiere el 37 % de los fondos totales de esta línea de colección, gracias a una disposición presupuestaria del ministerio.

En la Tabla 3 se muestran a modo de resumen los principales hitos de la historia del MUNCYT en cuanto a ingresos de fondos principales, creación de sedes y otros.

1980
• Se crea el MUNCYT.
1982
• Ingresan los primeros fondos.
1984
• Ingresan la colección Montejano.
1985
• Ingresan la colección procedente del Instituto San Isidro de Madrid.
1986
• Ingresan la colección Arellano.
1995
• Ingresan la colección procedente de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM.
1997
• Se inaugura la exposición permanente del Museo en la sede de Delicias..
1999
• Se incrementa considerablemente la colección de Biomedicina.
2001
• Se continúa con la política de adquisiciones, tanto en España como en subastas internacionales.
2007
• Gran incremento de la colección de aparatos fotográficos.
2010
• Ingresan los fondos procedentes del Laboratorio Eléctrico Sánchez.
2012
• Se inaugura la sede de La Coruña.
2014
• Se cierra la sede expositiva de Delicias y se inaugura la sede de Alcobendas.
2015
• Se migra la base de datos del museo a DOMUS y se revisa la clasificación tipológica de las colecciones. • Se inician las visitas guiadas a los almacenes de Delicias.
2018
• Se reformula el programa de colecciones y, con ello, la política de adquisiciones.

Tabla 3. Breve cronología asociada al ingreso de las diferentes colecciones. Fuente: Archivo MUNCYT.

Revisando el programa de incremento de colecciones del MUNCYT

Con la llegada del siglo XXI, se hace necesaria una revisión del plan museológico y, con ello, de la política de colecciones del museo —muy orientada hacia las tecnologías del siglo XIX, aunque desarrolladas y fabricadas en el XX— y se propone la apertura hacia nuevos ámbitos de estudio.

Muchas de las colecciones, fundamentalmente las de carácter industrial y tecnológico de los siglos XVIII y XIX, se consideran «cerradas»¹⁹, bien por la imposibilidad de adquirir nuevas piezas —la crisis financiera del año 2008 eliminó prácticamente el presupuesto destinado a la compra de fondos para completar la colección—, bien por la consideración de que están suficientemente representadas. En este sentido, el siglo XX, especialmente en su segunda mitad, evidenciaba un notable vacío de colecciones significativas.

La primera medida adoptada a partir de esta consideración es focalizar el ingreso de fondos inexistentes hasta ese momento, como los ordenadores personales, los videojuegos y juegos de ordenador, los equipos de radiología, los medios de transporte, el instrumental de medicina, y un largo etcétera hasta completar la clasificación de las colecciones que rige en la actualidad y que se encuentra en constante revisión en sus niveles secundarios y terciarios.

Es en este momento cuando surge el problema de qué considerar bien de interés cultural y qué no lo es, cuando la tecnología de finales del siglo XX y principios del siglo XXI resulta tan cambiante y evolutiva. En este contexto de desarrollo acelerado, definir qué criterios se precisan para valorar acertadamente lo que se debe considerar o no patrimonio histórico es parte de la reflexión que actualmente se está realizando en el MUNCYT, y que determinará el futuro inmediato en materia de adquisiciones.

Esta decisión resulta especialmente difícil de tomar en el ámbito del patrimonio industrial, ya que las fábricas dejan de tener elementos o maquinaria diferenciada —en su concepto más tradicional y susceptible de ingreso en un museo—, pasando a constituir grandes conjuntos de elementos y máquinas sin identidad individualizada.

Conclusión

¿Hemos perdido una parte de las características del patrimonio industrial?

El verdadero reto al que se enfrentan los museos con patrimonio científico, tecnológico e industrial es el diseño y desarrollo de sus políticas de colecciones. Lo complicado es identificar acertadamente qué se debe considerar patrimonio en el ámbito de una sociedad cada vez más «virtualizada» en la que desaparecen soportes físicos tradicionales en favor de los soportes digitales, el almacenamiento en nube y la descentralización. En este sentido, la tecnología *blockchain* está revolucionando por completo el mundo del arte con la proliferación de criptoactivos como los NFT, acrónimo de Non Fungible Token, en un mercado en el que estas obras de arte adquieren valores económicos inimaginables hace apenas unos años.

Extrapolando a algunos sectores del ámbito industrial, especialmente los relacionados con el sector del ocio (audiovisual, editorial, videojuego, etc.), los soportes físicos tradicionales como el papel, la cinta magnética, el disco de vinilo, el cederrón, y un largo etcétera, están desapareciendo y con ello la maquinaria tradicionalmente asociada a su consumo y producción. Sucede lo mismo con la robotización y la implantación de la IA (Inteligencia Artificial) en otros sectores productivos de la sociedad,

¹⁹ Tienen consideración de colecciones «cerradas» los fondos relacionados con los bienes industriales, máquinas de vapor, imprenta, teléfonos (no *smartphones*), sonido grabado, etcétera.

que está transformando la fisionomía y la configuración de los centros empresariales en los que el concepto de máquina o maquinaria tradicional se desvanece por completo.

Todo esto hace que nos replanteemos con seriedad qué es actualmente el patrimonio industrial, y qué y cómo lo debemos conservar.

Referencias bibliográficas

- BELLO, L. M. (1989): Traslado antigua rotativa del diario "Información" de Alicante al Museo Nacional de la Ciencia y la Tecnología de Madrid. AGA, RGE 1134, nº orden 633, caja 62/11211, signatura 95200, expediente 15.
- BOLAÑOS, M. (2015): *Historia de los museos en España*. Madrid: Trea.
- CRUZ, L. (2016): *Plan Nacional de Patrimonio Industrial (folleto)*. P. 3. Disponible en: <https://www.cultura-ydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:cc68a12f-ea21-474d-b843-8b5f03e90426/folleto-leer-plan-industrial.pdf> [Consulta: 19 de enero de 2022].
- JIMÉNEZ ALBARRÁN, M. J. (1999): «Las colecciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid». *Arbor*, 164 (647-648), pp. 461-488.
- RUIZ-CASTELL, P. (2020): «Los orígenes del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) y la construcción del patrimonio científico-tecnológico en la España de la transición». *Dynamis: Acta hispanica ad medicinae scientiarumque historiam illustrandam*, 40 (2), pp. 479-803.
- S.N. (2014): «El Muncyt recibe una mención especial en el certamen de mejor museo». *La Opinión*. A Coruña, 18 de mayo. Disponible en: <https://www.laopinioncoruna.es/coruna/2014/05/18/muncyt-recibe-mencion-especial-certamen-24761396.html> [Consulta: 10 de enero de 2022].

El patrimonio industrial en las colecciones del Ejército de Tierra

Mónica Ruiz Bremón

Instituto de Historia y Cultura Militar

mruibre@et.mde.es

Resumen

El interés cualitativo y cuantitativo de las colecciones militares que hoy en día custodia el Ejército de Tierra, dentro del ámbito del Ministerio de Defensa, es abrumador. De todas ellas, y contrariamente a lo que se suele suponer, las tipologías más numerosas y ricas no son las armas, sino los equipos y los instrumentos, esto es, el patrimonio que se ha definido como industrial, además de metálico, complejo y móvil. Un breve repaso por algunos de estos bienes nos servirá para comprender su envergadura y su alcance histórico, técnico y científico. También, para entender los problemas derivados de su gestión y el reto que suponen, por su especificidad, sus tratamientos conservadores y restauradores. Por último, se presenta el caso concreto de intervención restauradora sobre un objeto netamente militar: un carro de combate de gran interés histórico.

Abstract

The qualitative and quantitative interest of the military collections that the Army currently guards, within the scope of the Ministry of Defence, is overwhelming. Of all of them and contrary to what is usually assumed, the most numerous and richest typologies are not weapons, but equipment and instruments, that is, the heritage that has been defined as industrial, as well as metallic, complex and mobile. A brief review of some of these assets will help us to understand their size and their historical, technical and scientific scope. In addition, to understand the problems derived from its management and the challenge that its conservative and restorative treatments pose, due to their specificity. Finally, the specific case of restorative intervention on a purely military object is presented: a battle tank of great historical interest.

Palabras clave: Patrimonio metálico, patrimonio móvil, gestión, tratamiento, carro de combate.

Key words: Metal heritage, mobile heritage, management, treatment, battle tank.



Además del Museo Nacional del Ejército, en cuya mejora y transformación en un gran museo moderno se ha hecho un gran esfuerzo en los últimos años por parte de las administraciones públicas, el Ejército de Tierra mantiene abiertos 11 museos periféricos de titularidad estatal y 19 colecciones museo-gráficas, todavía denominadas, en algún caso, salas históricas, de honor o de banderas. En torno al año 1995, a raíz de la puesta en marcha del Plan de Salvaguarda del Patrimonio Histórico Mueble del Ministerio de Defensa en Unidades del Ejército, surgieron muchos de los actuales museos periféricos, se potenciaron las colecciones docentes de las academias militares y otras colecciones militares específicas. Con ello se trataba de evitar, en lo posible, la pérdida de patrimonio que ocasionaría el

cierre y disolución de numerosos establecimientos militares. Hoy en día son 400 las UCO (Unidades, Centros y Organismos) del Ejército de Tierra incluidas en el sistema y, por tanto, responsables de fondos patrimoniales muebles.

Como resultado de ello, a día de hoy el Ejército de Tierra tiene a su cargo más del 63 % del total del patrimonio histórico mueble del Ministerio de Defensa, lo que no es sino la consecuencia de su amplia inserción en el territorio y su destacado papel en la historia de España. La cifra de fondos museísticos dados de alta en su sistema informático de inventario, denominado MILES, es, a fecha de 1 de diciembre de 2018, de 98 534, siendo el total de objetos inventariados en todo el Ministerio de Defensa en esta misma fecha de 155 286¹.

Dentro de este conjunto destacan especialmente las colecciones muebles de carácter científico, tecnológico e industrial que, para todo el Ministerio, se cifran hoy en torno a los 30 000 objetos inventariados. Pero el Ministerio de Defensa no es el único titular de este tipo de bienes. Ciertamente, también los podemos encontrar en instituciones civiles y en manos de particulares, a los que han llegado en épocas y por vicisitudes diferentes, aunque en general relacionados con las desamortizaciones históricas y las desafectaciones modernas de inmuebles militares. No es, pues, raro encontrar antiguas máquinas o instrumentos científicos vinculados al Ejército, y antaño pertenecientes a él, en universidades y otras instituciones públicas y privadas.

En tales casos, los bienes muebles suelen llegar hasta nosotros carentes de la información que sería necesaria para lograr su conocimiento íntegro, toda vez que han sido extraídos, sin documentar, de sus contextos originales. Afortunadamente, el caso del patrimonio inmueble militar de carácter industrial ha sido distinto. Cuando en 2010 se elaboró el llamado Catálogo Mínimo, con 49 bienes inmuebles para proteger dentro del Plan Nacional de Patrimonio Industrial, se incluyeron en él nueve elementos de carácter y origen militar, que fueron: en Andalucía, la Real Fábrica de Artillería de Sevilla; en Aragón, la Fábrica de Pólvoras de Villafeliche; en Asturias, las Fábricas de Armas de la Vega y Trubia; en Cantabria, La Cavada; en Castilla-La Mancha, la Fábrica de Armas de Toledo; en Galicia, el Arsenal de El Ferrol; en Murcia, el Arsenal de Cartagena, y en Navarra, la Real Fábrica de Munición de Orbaiceta².

En lo que se refiere al patrimonio mueble industrial, objeto principal de esta exposición, el Ministerio de Defensa ha establecido una compleja estructura basada en la gestión directa de sus bienes muebles históricos por parte de cada uno de los ejércitos que los generaron o emplearon en su momento: la Armada, el Ejército de Tierra y el Ejército del Aire. Si bien existe una Subdirección General de Patrimonio Cultural y Publicaciones concebida como estructura superior que debe fijar los criterios técnicos para su conservación y gestión, y garantizar unas líneas comunes de actuación en la materia.

El patrimonio documental y bibliográfico recibió, en 1998 y en 2008 respectivamente, la protección específica del Ministerio de Defensa³. En 2015⁴ se prestó la debida atención a la gestión de los bienes muebles contenidos en museos; y a los que se encuentran en las distintas unidades militares, repartidas, no lo olvidemos, por todo el territorio nacional (Pernia, 2006: 30-36). Será a estos últimos a los que dediquemos principalmente este trabajo por entender que, por su propia idiosincrasia de objetos industriales, son los menos comprendidos y, en consecuencia, también los más expuestos a un eventual abandono, cuando no a su destrucción. Por paradójico que resulte por su aparente fortaleza,

¹ Datos obtenidos de acuerdo con la Instrucción 151/00725/2009 de 9 de enero (BOD 13, de 21 de enero), por la que se establece la normativa sobre inventario y gestión del Patrimonio Histórico Mueble en el ámbito del Ministerio de Defensa y la implantación del Sistema Informático MILES.

² Ministerio de Cultura y Deporte (s.f): *Patrimonio Industrial. Documentos de referencia*. Disponible en: <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/planes-nacionales/patrimonio-industrial/documentos-referencia.html> [Consulta: 11 de abril de 2022].

³ Real Decreto 2598/1998 de 4 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Archivos Militares (BOE n.º 303, de 19 de diciembre de 1998) y Orden DEF/92/2008, de 23 de enero, por la que se aprueba el Reglamento de Bibliotecas de Defensa (BOE n.º 26, de 30 de enero de 2008).

⁴ Orden DEF/2532/2015 de 18 de noviembre (BOE n.º 286, de 30 de noviembre de 2015).



Figura 1. Modelo de martillo pilón. Colección museográfica de la Academia de Artillería, Segovia. Fotografía: Academia de Artillería.



Figura 2. Calibrador de precisión perteneciente al Real Colegio de Matemáticas de Barcelona. Pieza del siglo XVIII. Gobierno Militar, Barcelona. Fotografía: Ejército de Tierra.

los bienes industriales pueden ser justamente considerados como una de las tipologías más frágiles del patrimonio cultural.

La relación directa de los ejércitos con lo que acabaría siendo la actividad industrial en España, si bien hunde sus raíces en épocas anteriores preindustriales, comienza con Carlos III y algunas de sus fundaciones. Así, el Real Colegio de Artillería de Segovia (Díez, 2007: 27-47; AA VV, 2000; AA VV, 2014), la Real Academia de Cirugía de Cádiz y Barcelona o la de Matemáticas en esta última ciudad (Segovia, 2004) se convertirían en importantes centros divulgadores —cuando no creadores— de las nuevas teorías que circulaban por Europa en disciplinas como la Física, la Química, la Metalurgia, la Botánica, la Mineralogía o la Medicina (Figuras 1 y 2).

La principal misión de todas estas instituciones era la de servir a la Corona desarrollando unos conocimientos teóricos que, a su vez, propiciaran los adelantos técnicos necesarios para la provisión a gran escala de armas defensivas y ofensivas para el Ejército del Rey. En concreto, el Real Colegio de Artillería de Segovia, establecido en 1764, debía procurar la mejora de las aleaciones de metal para la fundición de la gran artillería y de las pólvoras asociadas con ella, así como un mejor conocimiento del cálculo de tiro. En otras palabras, debía atender tanto a problemas de índole matemática como de física y química (Colis, 2006). En la llamada Casa de la Química del Colegio, fundada y dirigida por Louis Proust en 1787, se desarrollaron una serie de ensayos que iban a tener su aplicación práctica en las Reales Fundiciones de Artillería. Con ello se pretendía mejorar una producción que hasta entonces se encontraba en manos de maestros fundidores que trabajaban de forma empírica y sin formación teórica alguna.

Así las cosas, los artilleros acabarían convirtiéndose, ya desde finales del siglo XVIII, en los verdaderos responsables, junto con los Oficiales de la Administración Militar, de las futuras industrias militares que, a lo largo del siglo XIX, e incluso en el XX, funcionaron en España. Ejercerían, en efecto, el mando superior, en «paz y en guerra», de las maestranzas y fábricas de armas y de municiones, de los parques y de otros establecimientos militares, según se recoge en su Reglamento de 1853 (Cabezón, 2006).

Desde los primeros años del siglo XIX, a raíz de la Guerra de la Independencia, en España proliferaron los establecimientos industriales dedicados expresamente a la fabricación de armamento. Entre otros hitos, destacaremos la creación de la Pirotecnia Militar en 1827; el restablecimiento de la Fábrica de Trubia en 1844 (fábrica que en 1794 funcionaba ya como Real Fábrica de Municiones Gruesas de Trubia); el paso a la dependencia del Arma de Artillería de todas las minas, molinos y otros establecimientos relacionados con la fabricación de pólvoras entre 1849 y hasta 1864; o la creación, en 1854, del Taller de Precisión y Centro Electrónico de Artillería, primer laboratorio de metrología que hubo en España (Muñoz, 2015)⁵.

De esta forma, según Suárez Menéndez (1993: 41), el panorama de las industrias netamente militares que funcionaban en España a mediados del siglo XIX era el siguiente: en Toledo se fabricaban toda suerte de armas blancas de punta y corte; armas de fuego portátiles en Oviedo, Placencia (Guipúzcoa) y Sevilla; cañones de hierro en Trubia (Oviedo) y de bronce en Sevilla; municiones de hierro colado en Orbaiceta (Pamplona), Trubia y Sevilla, y de plomo en casi todas las Maestranzas de Artillería. Pero también se fabricaba pólvora en Murcia, cápsulas en Sevilla, piedras de chispa en Casarabonela (Málaga) y Loja (Granada), y todo tipo de otro material para artillería de sitio, plaza y campaña en Barcelona, Cartagena, Sevilla, La Coruña, Segovia y Madrid.



Figura 3. Fábrica de Armas de Oviedo. Línea de montaje del fusil Mauser. Fotografía: Archivo General Militar.

Tomemos como ejemplo la evolución de la Fábrica de Trubia, por ser muy reveladora del proceso industrializador de los establecimientos militares. Aunque la Fábrica se había fundado en 1794, hasta 1844 no se convirtió en un establecimiento industrial moderno, bajo la dirección de Francisco de

⁵ En 2011, el Taller de Precisión fue disuelto y trasladado al Instituto Tecnológico «La Maraños» (ITM).

Elorza y Aguirre. Las mejoras que este realizó sobre la industria dieciochesca incluyeron la creación de una Escuela de Formación Profesional Obrera, además de repoblar el entorno con árboles, aumentar y modernizar la maquinaria, ampliar almacenes y construir nuevos edificios según se requerían para distintos usos. A raíz de estas reformas, salieron de Trubia cañones lisos para la artillería de plaza y costa y para la Armada, así como obuses, proyectiles y otras armas de fuego, artillería rayada, etc. El fin de siglo trajo un momento de crisis a la Fábrica, que se reactivó con la introducción de hornos Siemens para la fundición de cañones de acero, momento de auge que continuó durante la Primera Guerra Mundial. De Trubia salió en 1925 el primer carro de combate netamente español, basado en el francés Renault FT-17: el modelo conocido como Trubia 75 H.P. En 1932, la Fábrica de Cañones de Trubia pasó a formar parte de un gran Consorcio de Industrias Militares formado por la Fábrica Nacional de Toledo, la Fábrica de Artillería y Pirotecnia de Sevilla, las Fábricas de Pólvora y Explosivos de Granada y Murcia, y la Fábrica de Armas Portátiles de Oviedo (Figura 3). Tras la Guerra Civil se creó, en 1941, el Instituto Nacional de Industria y, años después, en 1959, la Empresa Nacional Santa Bárbara de Industrias Militares⁶.

Para comprender este desarrollo de las industrias militares en España merece la pena detenerse también en las llamadas Maestranzas, un sistema mixto de fabricación industrial o semiindustrial formado por operarios militares y civiles entre los que, muy a menudo, se empleaban mujeres. Fueron las maestranzas, también llamadas parques, unos establecimientos fabriles compuestos por varios talleres en los que se elaboraba o reparaba el armamento y todo tipo de útiles y material para la guerra, tanto en tierra como para la mar. Pero las maestranzas también cumplían otra misión importante: la de la formación profesional, por cuanto en ellas se podían formar los aprendices que más tarde alcanzarían el grado de oficiales, y finalmente de maestros armeros, fundidores, carpinteros o curtidores (Figura 4).



Figura 4. Taller de ajuste de la Maestranza de Artillería de Melilla, siglo XIX. Fotografía: Archivo General Militar.

⁶ Agradezco a Pilar Cabezón su autorización para citar un trabajo inédito de su autoría sobre los usos y costumbres del Rif a través de las fotografías del Archivo General Militar de Madrid.

Pero no todo el patrimonio mueble de carácter industrial del Ejército está compuesto por armas o municiones. Para el abastecimiento de los ejércitos se han requerido siempre, y aún se requieren, una serie de productos de carácter general, tales como el alimento, el combustible, la indumentaria o los equipos sanitarios, conviviendo con unos terceros conocidos como de doble uso: aquellos productos de alto nivel tecnológico susceptibles de convertirse en aplicaciones militares más allá de su uso civil originario. Desde el siglo XIX, el Ministerio de la Guerra, lejano antecesor del actual Ministerio de Defensa, contó con un Cuerpo de Administración Militar (creado en 1837 y fusionado con el Cuerpo de Cuenta y Razón de Artillería en 1857) y, a partir de 1902, con el Cuerpo de Intendencia, cuyas funciones se dirigían, respectivamente, a fiscalizar y llevar el control económico de una Hacienda militar propia y a proveer al Ejército en todas sus necesidades, relativas al transporte, la alimentación o el equipamiento de efectivos y unidades.

Son objetos de una enorme variedad (Figuras 5, 6, 7, 8, 9a, 9b, 10 y 11), por cuanto es esencial para los ejércitos alcanzar un grado de autosuficiencia que les permita entrar en eficacia en todo momento y circunstancia. Valga una mirada a la clasificación general de los bienes en el Inventario del Patrimonio Histórico Mueble del Ministerio de Defensa para dar cuenta de esa variedad. En 1993 fue conocido como Sistema Documental para el Inventario del Patrimonio Histórico Mueble y, en 2009, sustituido por la base de datos denominada MILES. Desde entonces, cabe destacar la incorporación en 1999 de la Guía OTAN de artículos de abastecimiento de EE. UU., si bien se siguen incorporando aún grupos, como el dedicado al patrimonio natural, material ferroviario, sanitario... De esta forma, el primer nivel en la clasificación genérica de MILES está hoy constituido por veinte grandes grupos, entre los que se encuentra uno dedicado, genéricamente, a la categoría de Equipos. En ese grupo principal se incluyen a su vez equipos contraincendios, dirección de tiro, equipos fotográficos, de excavación, de transmisiones, deportes, sanitario, de acuartelamiento, instrumentos (musicales, científicos...), material ferroviario, municiones, vehículos y patrimonio industrial propiamente dicho.

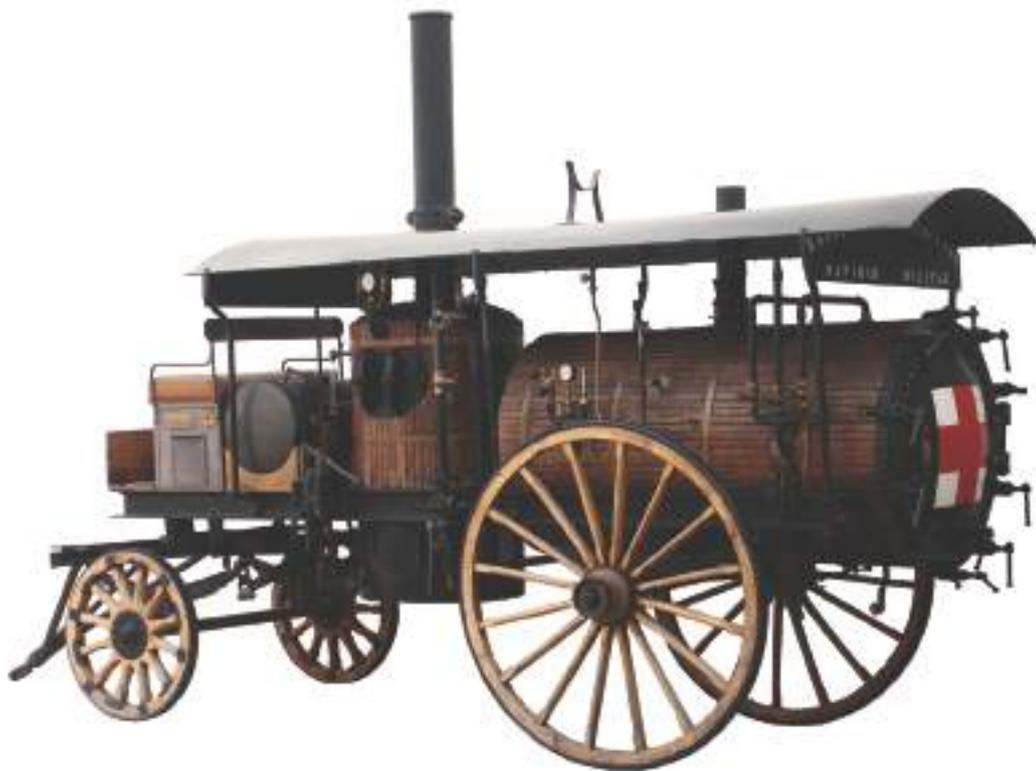


Figura 5. Carro-estufa de sanidad de tracción animal y caldera de vapor. 1922. Museo Histórico Militar de Valencia. Fotografía: Ejército de Tierra.



Figura 6. Modelo a escala de carro de aguada. Siglo XIX. Museo de Intendencia, Ávila. Fotografía: Ejército de Tierra.



Figura 7. Máquina contadora de hilos. Barcelona, siglo XIX. Museo de Intendencia, Ávila. Fotografía: Ejército de Tierra.



Figura 8. Bomba apaga incendios manual. Unidad Militar de Emergencias. Casa Noel, París. 1849. Hierro, cobre, latón y madera. Fotografía: Unidad Militar de Emergencias.



Figuras 9a y 9b. Máquina de cifrado «Enigma» (Modelo K-296) y otro material de transmisiones. Museo Militar de Burgos. Fotografía: Ejército de Tierra.

A su vez, dentro del patrimonio industrial, el sistema contempla la catalogación de estos bienes en diferentes subcategorías, tales como motores, turbinas, accesorios, equipos y maquinaria para madera, metales, cuero, industrias especiales, talleres de mantenimiento y reparación, herramientas manuales de medida, ferretería, equipos eléctricos y electrónicos, conductores eléctricos, equipos generadores y de distribución de energía eléctrica, alumbrados y lámparas, máquinas de oficina, equipos de archivo, etcétera.



Figura 10. Evolución de los sistemas de fijación para esquí alpino. Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales. Jaca, Huesca. Fotografía del autor.

Todos estos objetos tienen en común su finalidad práctica, con una función específicamente militar, docente o de «vida y funcionamiento», por lo que suelen presentar materiales alterados o mecanismos que antes les fueron esenciales totalmente deteriorados o perdidos. También es lógico que, según el criterio de cada momento, hayan sufrido unas intervenciones no siempre afortunadas a nuestros ojos, pero conducentes, con toda lógica, a alargar su vida útil: los repintes, las piezas sustituidas y adaptadas o las limpiezas con productos agresivos son algo habitual en ellos.

Como hemos apuntado en otras ocasiones (Ruiz Bremón y Pérez Asensio, 2015; Ruiz Bremón y Mesa, 2015), la propia combinación de los materiales incompatibles que conforman el objeto industrial y científico provoca en ellos alteraciones a menudo irreversibles, a lo que se suma su condición de piezas complejas en la que el movimiento forma parte de su esencia y, al mismo tiempo, es otra importante causa del deterioro. La plata sin proteger en los instrumentos de precisión; el hierro al aire; los bronce y los latones dorados y bruñidos; la madera junto al metal o la presencia de material orgánico en lugares inaccesibles del instrumento se suman a los engranajes sucios, a los pistones atascados o a las manivelas oxidadas, haciendo perder al conjunto su auténtico valor, el del mecanismo creado para funcionar y para moverse. Ante esta situación, el responsable de la conservación y gestión de este tipo de bienes debe preguntarse qué hacer con ese patrimonio industrial, metálico y, en la mayoría de los casos, «móvil»: ¿Debemos hacer posible ese movimiento aun a costa del desgaste definitivo? ¿O preservarlo —aun a costa de «envitrinarlo», en expresión feliz de Luis Grau (Grau, 2015: 2)— para evitar su deterioro? ¿Debemos sustituir piezas degradadas por otras nuevas de materiales similares, repintar para evitar oxidaciones, engrasar engranajes? Y si es así, ¿hasta cuándo y con qué límites? ¿Quiénes deben actuar sobre ellos y qué criterios deben primar en nuestra intervención conservadora: el científico o el puramente conservador?

Pero es que, más allá de estas cuestiones generales, que sin duda afectan a muchos otros bienes de carácter industrial, el patrimonio militar presenta unas peculiaridades concretas. La primera tiene que ver con la prioridad relativa que tienen los bienes culturales para el departamento ministerial que ostenta su titularidad, un factor plenamente legítimo y perfectamente comprensible, pero que se debe tener en cuenta porque conlleva una palmaria escasez de medios y de personal técnico. Por fortuna, el interés y el orgullo por su propia historia han caracterizado siempre la idiosincrasia militar y evitado,

en muchos casos, la pérdida de su patrimonio. También, la de su sometimiento a una doble concurrencia de competencias para su protección eficaz. Estas competencias, en lo referido al ámbito de la Defensa, no han sido transferidas a las administraciones autónomas, al contrario que las relacionadas con el patrimonio cultural, por lo que sus responsables a menudo se encuentran ante la dificultad de conciliar el ámbito de la legislación estatal y autonómica en esta materia.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta a la hora de gestionar el patrimonio militar industrial es que este goza de un mecanismo de autogeneración que se inicia en el momento en el que un equipo, instrumento, herramienta o arma contemplado en el sistema SIGLE (Sistema Integral Logístico del Ejército) —desde un camión a un arma, un goniómetro o una camilla— se declara obsoleto y es dado de baja administrativamente. El destino final de estos objetos será, a partir de ese momento, el pase a la situación de «achatarramiento» u «ornamentación/museo», categoría esta última que urge actualizar y desdoblar, pues afecta, entre otras cosas, a la obligatoriedad de inutilización de armas de fuego dadas de baja que se destinen a ornamentación en los cuarteles, pero no a las que se conviertan en parte del patrimonio histórico español, en museos o colecciones museográficas. El cambio de situación por baja en el sistema SIGLE supone, por otra parte, la pérdida de la dotación presupuestaria para mantenimiento asignado al equipo o arma durante su vida útil, lo que es ciertamente de lamentar, dadas las grandes dimensiones y dificultades que plantean muchos de estos bienes para la conservación preventiva: pensemos en baterías de costa, grandes carros de combate, material ferroviario y todo tipo de gran maquinaria.



Figura 11. Material de gran formato a la intemperie. Museo Histórico Militar de Canarias, Santa Cruz de Tenerife. Fotografía del autor.

En cuanto a las intervenciones restauradoras, en 2002 se elaboró una Norma Técnica sobre restauración de bienes culturales adscritos al Ejército de Tierra⁷ que seguía fielmente las pautas y principios de la Ley de Patrimonio en relación con esta materia, debiendo autorizar los proyectos el Instituto de Historia y Cultura Militar y llevándolos a cabo, en todo caso, profesionales cualificados para ello. Ahora bien, más recientemente, en 2016, se ha visto la conveniencia de que una Instrucción Técnica de funcionamiento y gestión de los museos históricos militares⁸ recoja, con carácter excepcional,

⁷ Norma Técnica 11/02 de restauración de bienes culturales adscritos al Ejército de Tierra.

⁸ Instrucción Técnica 08/16 de funcionamiento y gestión de los Museos Históricos Militares del Ejército de Tierra.



Figuras 12a y 12b. Carro de combate Renault FT17 antes de su restauración. Colección Museográfica de Medios Pesados, Colmenar Viejo (Madrid). Fotografía: Ejército de Tierra.



Figura 13. Proceso de desmontaje del carro Renault FT17 para su restauración en 2018. Fotografía: Ejército de Tierra.

la posibilidad de que determinados Grupos del Inventario de bienes muebles, los específicamente militares, puedan «ser restaurados en órganos Logísticos Centrales que dispongan de personal familiarizado con los sistemas de armas y equipos y cuenten con las instalaciones y herramientas precisas para llevar a cabo este tipo de trabajos» (Instrucción Técnica 08/16 de funcionamiento y gestión de los Museos Históricos Militares del Ejército de Tierra). Se trata, exclusivamente, de los Grupos 1 (armas), 6 (equipos), 14 (municiones, bombas y explosivos) y 20 (vehículos), cuyos complejos elementos son, obviamente, más comprensibles para los operarios y especialistas que, con anterioridad a la conversión de un bien en objeto patrimonial, los han utilizado como parte de su trabajo diario.

Bajo estas premisas y condiciones se han acometido ya algunas intervenciones sobre materiales industriales de carácter eminentemente militar. De entre ellas cabe destacar el proyecto de recuperación integral de uno de los primeros carros de combate de la Historia y el primero que tuvo el Ejército español: el Renault FT 17 (Figuras 12a y 12b). Fue llevado a cabo por personal especializado del Regimiento Acorazado «Alcázar de Toledo» 61 entre 2012 y 2018. Se necesitaron también los recursos y participación de otras unidades, como las propias instalaciones de la Brigada Guadarrama XII en El Goloso (Colmenar Viejo), en la que se inserta el Regimiento y la colección museográfica de Material Pesado, o el Parque Central de Mantenimiento de Sistemas Acorazados n.º1 (PCMASA), entre otras.

El proyecto comenzó con el obligado análisis documental previo a la intervención, con dos objetivos: documentar el proceso de fabricación del carro para poder entender mejor todos sus elementos, así como la historia de la pieza en cuestión y los avatares que pudo sufrir desde su llegada a España. A continuación se llevó a cabo un lento trabajo de desmontaje de todas y cada una de las partes del carro, comenzando por su estructura o chasis exterior y alcanzando los órganos y sistemas de mando, motor, cadenas, tren de rodaje, suspensión, depósito de combustible, radiador, torreta, cañón, tubo de escape, santa bárbara, etc. (Figura 13).

Estos trabajos se compaginaron con la limpieza y, en algunos casos, con la reintegración de partes perdidas o irrecuperables que eran sustituidas por réplicas fabricadas *ex novo* (a las que se añadía una inequívoca «R» en una zona visible pero discreta), o bien procedentes de otros ejemplares, que de esta forma eran «canibalizados» con la seguridad de que lo que se incorporaba al carro eran piezas auténticas e idénticas a las que tuvo en origen. Tal fue el caso, en concreto, del motor, extraído de otro ejemplar de FT 17 conservado en la Academia General Militar de Zaragoza (Figuras 14a y 14b).



Figuras 14a y 14b. Marcado de reintegraciones mediante una «R» de réplica en el carro Renault FT17. Fotografía: Ejército de Tierra.

El proceso de montaje supuso una serie de trabajos a la inversa, lo que explica la demora en la finalización del proyecto. Las primeras pruebas de funcionamiento del motor se llevaron a cabo en 2018 y, puesto que el resto de los componentes —con la excepción de algunos, como el visor de la ametralladora— se habían podido recuperar, se dio finalmente luz verde a la presentación pública de este proyecto⁹. Desde su primitiva ubicación al aire libre, pasando por los hangares en los que se realizaron los trabajos, el carro entró «por sus propios medios» en el Museo de Medios Acorazados, donde se conserva a cubierto desde entonces y accesible para la visita pública¹⁰.

⁹ Tuvo lugar en la Base de El Goloso el 3 de octubre de 2018, con gran repercusión en los medios de comunicación.

¹⁰ A la espera de la publicación de la correspondiente Memoria, agradezco al Sargento Primero D. Alberto Ranero toda su información y el material fotográfico que me ha facilitado para poder mostrar el proyecto de restauración del carro Renault FT-17.

Referencias bibliográficas

- AA VV (2011): *Guía de los Museos Militares*. Madrid: Ministerio de Defensa.
- (2000): *Instrumentos científicos para la enseñanza de la Física*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- (2014): «250 Aniversario del Real Colegio de Artillería». *Revista de Historia y Cultura Militar*, LVIII (Número Extraordinario, 1).
- BARROSO, S. (2006): «Evolución histórica de los instrumentos documentales en los museos militares». *Revista de Museología* (37), pp. 33-46.
- BRAVO, I. (1999): *El sistema de documentación de los Museos Militares del Ministerio de Defensa: El Museo del Ejército, modelo de actuación*. Madrid: Ministerio de Defensa.
- CABEZÓN, P. (2006): «La vida cotidiana en el Ejército 1855-1936. Fotografías del Archivo General Militar de Madrid». En: *Catálogo de la Exposición*. Madrid: Ministerio de Defensa, pp. 97-103.
- COLIS, C. (2006): «La contribución de los ejércitos a la Ciencia durante el siglo XVIII». *Revista de Museología* (37), pp. 82-5.
- DÍEZ, A. (2007): «Apuntes históricos sobre la colección de minerales, rocas y fósiles de la ACART». *Memorial de Artillería* (163), pp. 27-47.
- GRAU, L. (2015): «Deontología profesional: esa delgada línea roja». *Actas del X Encuentro de Museología, ICOM-España*. Madrid, 11 y 12 de junio de 2015. Museo Arqueológico Nacional, Madrid.
- MUÑOZ, A. (2015): *Ciencia y Defensa. Historia de los Centros Integrados en el Instituto Tecnológico de 'La Marañosa'*. Madrid: Unidad Editora del INTA, p.21.
- PERNIA, A. (2006): «Pasado, presente y futuro de los Museos Militares del Ejército de Tierra». *Revista de Museología* (37), pp. 30-32.
- RUIZ BREMÓN, M. y MESA, L. (2015): «Los metales en las colecciones del Ejército de Tierra». *Los Museos y la Gestión del Patrimonio Metálico, Revista Digital ICOM España*, 10, pp. 56-66. Disponible en: http://issuu.com/icom-ce_librovirtual/docs/icom-ce_digital_10 [Consulta: febrero de 2022].
- RUIZ BREMÓN, M. y PÉREZ ASENSIO, J. (2015): «Patrimonio metálico en la Academia de Artillería de Segovia: el arte de enseñar». *Metalespaña, II Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico*, Segovia, Real Casa de la Moneda, 1-3 de octubre de 2015, pp. 351 y ss.
- SEGOVIA, F. (2004): «Los fondos bibliográficos de la Academia de Matemáticas». En Muñoz Corbalán, J. M.: *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*. Madrid: Ministerio de Defensa, pp. 7-93.
- SUÁREZ MENÉNDEZ, R. (1993): *Fábrica de Trubia, 1794-1987. Historia y producción artística*. Carreño, Asturias: Centro de Esculturas de Candás, Museo Antón.

Recursos electrónicos

- EJÉRCITO DE TIERRA (*n.d.*): Sobre Museos y Colecciones museográficas del Ejército de Tierra. Disponible en: <http://www.ejercito.mde.es/unidades/Madrid/ihycm/Museos> [Consulta: febrero de 2022].
- PATRIMONIO CULTURAL DE DEFENSA (*n.d.*): Sobre Patrimonio cultural del Ministerio de Defensa. Disponible en: <https://patrimoniocultural.defensa.gob.es> [Consulta: febrero de 2022].

El patrimonio histórico tecnológico de Telefónica. Historia de una colección

Reyes Esparcia Polo

Fundación Telefónica

reyes.esparciapolo@telefonica.com

Resumen

Presentamos en esta conferencia el patrimonio histórico tecnológico de Telefónica. Una colección que gestiona Fundación Telefónica y que reúne equipos datados desde finales del siglo XIX hasta principios del siglo XXI y que resume la evolución de la comunicación a distancia centrada en la telefonía en España.

A través de sus piezas, la colección muestra no solo cómo ha cambiado el modo en que nos comunicamos, desde la telegrafía eléctrica hasta la telefonía móvil, pasando por la transmisión de datos o la fibra óptica. También nos permite relatar los cambios en la sociedad, en el modo de trabajar de los técnicos de la compañía, el acceso de la mujer al trabajo, el inicio de la comunicación global... Un patrimonio industrial que refleja los hallazgos tecnológicos que nos han traído hasta la sociedad de la revolución digital.

Presentamos una colección compleja, que reúne desde piezas por todos reconocibles, como los teléfonos, hasta los equipos más complejos de las centrales telefónicas: piezas de grandes dimensiones con unas necesidades específicas de conservación y mantenimiento.

Telefónica conserva además un rico archivo documental que se relaciona de manera inseparable con el patrimonio. Este archivo cuenta con documentación desde finales del siglo XIX y nos permite completar esa visión de la evolución social que podemos mostrar a través de los equipos del patrimonio histórico tecnológico.

Abstract

We present in this conference the Technological Historical Heritage of Telefónica. A collection managed by Fundación Telefónica and that brings together equipment dating from the end of the 19th century to the beginning of the 21st century and that summarizes the evolution of distance communication, focused on telephony in Spain.

Through its pieces, the collection shows not only how the way we communicate has changed, from electrical telegraphy to mobile telephony, through data transmission or fiber optics. It also allows us to relate the changes in society, in the way of working of the company's technicians, the access of women to work, the beginning of global communication ... An industrial heritage that shows the technological discoveries that have brought us to the society of the digital revolution.

We present a complex collection, which includes everything from widely recognizable pieces, such as telephones, to the most complex equipment in telephone exchanges: large pieces with specific needs for upkeep and maintenance.

Telefónica also maintains a rich documentary archive that is inseparably related to heritage. This archive has documentation from the end of the 19th century and allows us to complete that vision of social evolution that we can show through the Technological Historical Heritage teams.

Palabras clave: Fundación Telefónica, modos de trabajo, archivo, evolución social, innovación, patrimonio.

Key words: Fundación Telefónica, way of working, archive, social evolution, innovation, heritage.



Telefónica conserva un patrimonio único y tiene cedida a Fundación Telefónica su gestión, conservación y difusión. Lo que hoy conocemos como Telefónica fue fundada en 1924 con el nombre de Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE). Antes de su fundación, diferentes empresas privadas de mayor o menor tamaño, particulares, ayuntamientos, diputaciones..., ofrecían servicio telefónico en España. La *Revista Telefónica Española* (1930) recoge un artículo en su número de marzo de 1930, escrito por el corresponsal del *Dayly Chronicle* de Londres al volver a Madrid después de cinco años de ausencia del país: «El Gobierno había concedido monopolios particulares en varias partes del país, con la condición de que las concesiones revertirían a él después de cierto número de años. Y, naturalmente, los concesionarios no gastaban nada en mejoras [...]. No había unidad en los diversos sistemas; los que esperaban llamar a otras ciudades (no ya a otros países) eran considerados sencillamente

como personas dotadas de una falsa fe en la eficacia del teléfono» (s.n., 1930b). Un sistema desorganizado que hacía de España uno de los países menos desarrollados de Europa en el sector de la telecomunicación por voz a principios del siglo xx. Junto a zonas con una mayor inversión en instalaciones telefónicas, como el área de Cataluña, las provincias de Guipúzcoa y Vizcaya o grandes ciudades como Madrid y Barcelona, existían otras con una casi inexistente red de este tipo de tecnología. A esto se sumaba que los diferentes sistemas utilizados en muchas ocasiones impedían la interconexión entre ellas.

En agosto de 1924 el Estado firmó con la CTNE un contrato para «la organización, reforma y ampliación del servicio telefónico nacional» (Martínez Barrios, 1924). Con este paso se inició una historia que llega hasta nuestros días. Telefónica sigue dando servicio en el sector de las telecomunicaciones 98 años después de su fundación (Figura 1).

Uno de los primeros trabajos que llevó a cabo la compañía para modernizar el servicio telefónico fue retirar los equipos antiguos que se venían utilizando hasta ese momento. Ya en esta época los conserva, no los «achatarra», utilizando la terminología al uso para este tipo de desmontajes, sino que los envía a Nueva York, para formar parte de lo que se denomina

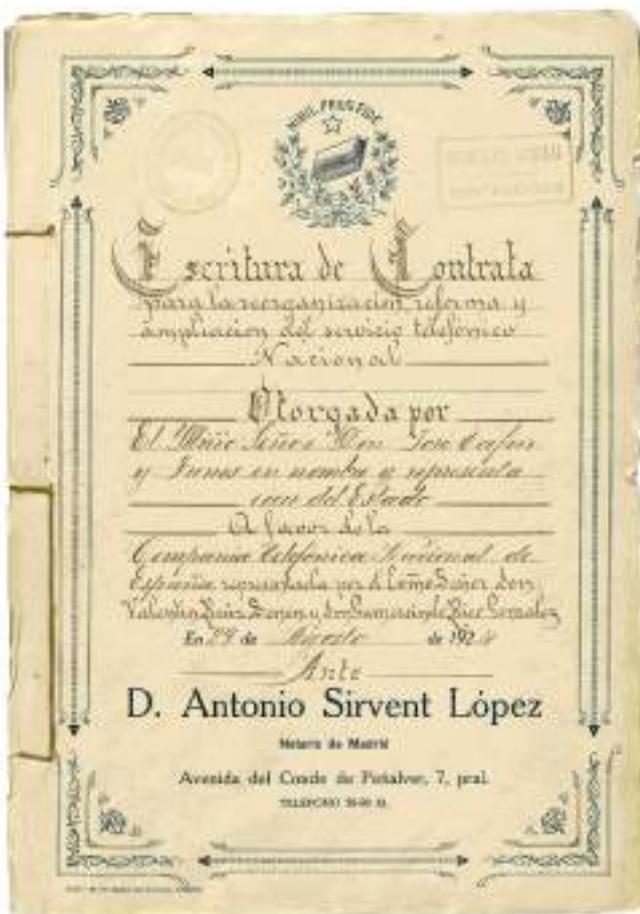


Figura 1. Escritura de contrato para la reorganización, reforma y ampliación del servicio telefónico nacional. Fondo Documental de Telefónica.

«Museo Telefónico». En el Archivo Histórico Fotográfico conservamos imágenes de algunas de las piezas que se enviaron a Estados Unidos y, en un artículo publicado sobre la visita de empleados de Telefónica a Nueva York, en el número de junio de 1930 de la Revista Telefónica Española (s.n., 1930a), se relata cómo «aquí tienen muy bien montado el Museo Telefónico, donde guardan diversos modelos de aparatos anticuados y ya históricos» (Figuras 2 y 3).

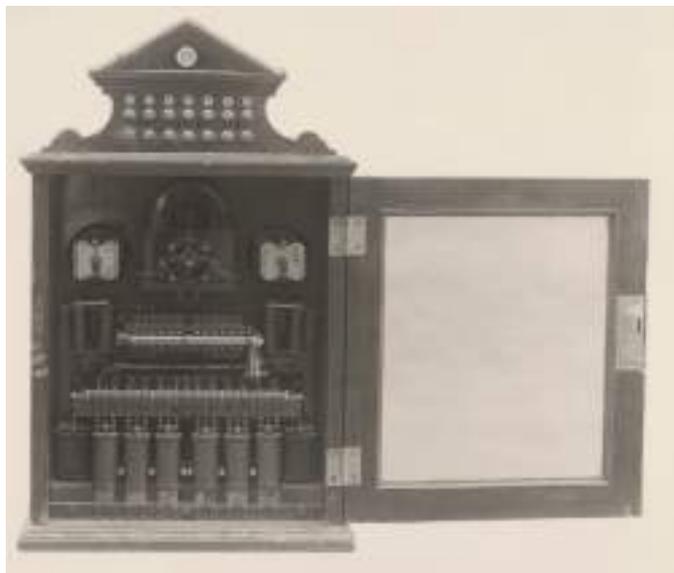


Figura 2. Central de conmutación automática (Ericsson). Figura en el archivo con la anotación «Esta central ha sido remitida a New York para el Museo Telefónico». Anónimo, s/d. Archivo Histórico Fotográfico de Telefónica.



Figura 3. Cuadro peninsular de 5 x 10. Figura en el archivo con la anotación «Este cuadro ha sido remitido a New York para el Museo Telefónico». Anónimo, s/d. Archivo Histórico Fotográfico de Telefónica.

Y esto ocurrirá de nuevo años más tarde, aunque en esta ocasión las piezas se conservarán en el seno de la compañía. Dentro de los actos conmemorativos del 50 aniversario de su fundación, Telefónica organiza en Madrid una exposición titulada *Telefonía. Historia y Futuro* con el objeto de «recoger el origen de la comunicación a distancia, siquiera fuese brevemente, y hacer que nos entrase por los ojos y, luego, explicarnos bien cuál ha sido la tarea del teléfono en España y cuál es su porvenir» (s.n., 1974). Esta exposición fue inaugurada por el entonces Príncipe de Asturias, D. Juan Carlos, y el presidente del Gobierno, y, si bien duró solo diez días, tuvo 20.000 visitantes. Para llevarla a cabo se recuperaron diferentes piezas que reflejaban no solo la evolución de la telefonía, sino que presentaba propuestas de comunicación que miraban ya a ese futuro que indicaba en su título, como un nuevo teléfono para usuarios con discapacidad auditiva y los nuevos sistemas informáticos de microfichas. Muchas de las piezas expuestas entonces forman hoy parte del patrimonio histórico tecnológico, y podemos pensar que fueron el germen de la colección (Figuras 4 y 5).



Figura 4. El príncipe, junto al presidente del Gobierno, visitando la exposición *Telefonía. Historia y Futuro*. 1974. Fondo documental de Telefónica.



Figura 5. El príncipe, junto al presidente del Gobierno, visitando la exposición *Telefonía. Historia y Futuro*. 1974. Fondo documental de Telefónica.

Este momento coincide además con el despliegue del nuevo sistema de conmutación automática de barras cruzadas, con el que Telefónica había comenzado a experimentar en 1960, y que sustituirá al que llevaba utilizando desde los años veinte, el sistema Rotary. Como es lógico, la empresa va evolucionando y modernizando sus instalaciones; estos nuevos equipos de barras cruzadas ofrecen mejoras en las comunicaciones, menos ruido y mayor rapidez y fiabilidad. Por lo que sabemos, la compañía empieza a plantearse entonces la idea de conservar alguno de los equipos Rotary antiguos.

En 1992, la inauguración del Museo de las Telecomunicaciones en la sede de Gran Vía, junto con las salas de exposición de la Colección de Arte de Telefónica, supuso otro punto de inflexión. Se llevó a cabo una importante remodelación del edificio, creándose el museo donde se expuso por primera vez de manera permanente el patrimonio histórico tecnológico de Telefónica. Para ello se planteó el crecimiento de la colección, recuperando equipos a lo largo de todo el país, para lo que se involucró a todos los territorios de la compañía, buscando aquellas piezas que pudieran ser de interés y que completaran lo conservado hasta ese momento. Este museo y las salas de exposición fueron clausurados, y en la actualidad la Fundación Telefónica cuenta con un espacio expositivo inaugurado en 2012, con 6.000 m², repartidos en 4 plantas con una amplia y variada oferta expositiva y de actividades culturales.

Como se ha comentado al comienzo, Fundación Telefónica cuenta en sus estatutos con el mandato de gestionar, conservar y difundir este patrimonio histórico tecnológico reunido por la compañía en diferentes etapas. ¿Pero en qué consiste este patrimonio tecnológico? Se trata de una colección que resume la historia de las telecomunicaciones en nuestro país. Las piezas más antiguas que datan de finales del siglo XIX son, sobre todo, teléfonos y también equipos de telegrafía y muestras de cables telegráficos submarinos. Los más modernos llegan hasta principios del siglo XXI: fundamentalmente piezas relacionadas con la telefonía móvil —bastidores y teléfonos— y la transmisión de datos.

La colección incluye desde teléfonos, que son los objetos que más o menos todos reconocemos, hasta los equipos instalados en las centrales: sistemas de conmutación, de radio, de transmisión, muestras de cables, centralitas manuales, mesas de prueba, mobiliario, repetidores de cables submarinos, equipos de transmisión de datos, herramientas e instrumentos de trabajo, equipos de medida, teletipos, equipos de seguridad e higiene y los utilizados en los laboratorios creados por Telefónica¹.

Todo este material se agrupa en diferentes áreas que hacen mención a su lugar dentro de la organización tradicional de la compañía: tráfico, redes, transmisión, conmutación, planta exterior, transmisión de datos... En casi todas ellas tenemos muestras de cómo han evolucionado, puesto que conservamos las diferentes mejoras tecnológicas que Telefónica ha ido desarrollando e implantando en el tiempo. Por ejemplo, dentro del área de conmutación, los diferentes sistemas Rotary, barras cruzadas, conmutación digital, etcétera.

Se trata, además, de una colección viva, puesto que se siguen añadiendo piezas que se consideren necesarias para completar la evolución de las telecomunicaciones que representa. Las últimas incorporaciones a la colección han sido varias cabinas de telefonía pública, de las que la colección prácticamente carecía y cuya recuperación se ha planteado como una de las prioridades en estos dos últimos años.

En su mayor parte, salvo algunas de las más antiguas que sí presentan detalles de manufactura, se trata de piezas fabricadas en serie, cuya diferencia en muchos casos es únicamente el diferente estado de conservación que puedan presentar.

¹ Desde 1925 funciona el Laboratorio General de Ensayos con el objetivo de comprobar la calidad de los elementos que Telefónica estaba instalando o que se estaba pensando utilizar. Se analizaban desde las suelas del calzado de los técnicos de una central hasta la resistencia a la torsión de un cable, o la durabilidad de una tapa de cámara de registro.



Figura 6. Actas de ensayo. *Micrografía de tapa de registro*. 1927. Fondo documental de Telefónica.

Es una colección muy diversa que nos plantea retos apasionantes. Comenzando por la problemática de su mantenimiento y almacenaje, puesto que conservamos equipos con unas dimensiones y pesos considerables —en ocasiones de más de dos metros de alto y de varios cientos de kilos—, lo que nos obliga a una logística de espacios muy concreta, como el acceso de materiales, la resistencia del suelo kg/m^2 , además de la altura de la zona de almacenaje y de poder anclar algunas de las piezas, problemática que se soluciona gracias a la colaboración de Telefónica. El movimiento de muchos de estos equipos requiere el uso de grúas dentro de los almacenes y, por supuesto, en la mayoría de los casos, de carretillas elevadoras.

Los materiales que conforman las piezas son otro reto que afrontamos para su conservación. Casi todos los objetos están fabricados con más de un material, que demandan criterios de conservación diferentes: latón, bronce, cobre, acero, papel, algodón, baquelita, diferentes tipos de plásticos y maderas, gutapercha, aluminio, polietileno, cristal, PVC, enea, etc, que se unen provocando en muchos casos verdaderos problemas de conservación.

Para el estudio de la colección y la catalogación de las piezas que la componen contamos con dos herramientas de un extraordinario valor: el Archivo Histórico Fotográfico y el Fondo Documental, que también conservamos y gestionamos en Fundación Telefónica. Gracias a ellos tenemos información desde los años veinte del siglo pasado.

El archivo fotográfico está actualmente dividido en dos grandes bloques, únicamente por criterios operativos. El primero está formado por más de 12.000 fotografías, entre positivos y negativos, pertenecientes en su gran mayoría a los años 20 del siglo pasado, y que documentan la implantación del servicio telefónico en esta etapa en todo el país. Cuenta, asimismo, con un número menor de fotografías datadas ya en las décadas de 1940 y 1950, relacionadas lógicamente también con diferentes trabajos llevados a cabo por Telefónica. No se ha encontrado otra colección empresarial parecida que muestre imágenes de la España de esos años, desde las grandes ciudades a lugares recónditos hasta donde llevaba el servicio telefónico, personal, inauguraciones, publicidad, etc. Lugares y gentes que llegan hasta nosotros gracias a la existencia de este archivo fotográfico. El otro gran cuerpo de fotografías pertenece al periodo posterior, desde los años 50 hasta la década de 1990, en más de 22.000 fotografías.

Por su parte, el fondo documental está formado por planos, publicaciones periódicas de la propia compañía, material interno de gestión, formación y comunicación, estudios y ensayos de los laboratorios de Telefónica (Figura 6), o manuales de instrucción. Todo ello nos permite documentar la colección, nos da la oportunidad de conocer y catalogar no solo las piezas que forman el patrimonio histórico tecnológico de Telefónica, sino también la historia de la compañía que las ha conservado, y nos ofrece la posibilidad de ver cómo ha llevado a cabo la formación de sus empleados o la incorporación de nuevas tecnologías y sistemas, o cómo ha evolucionado en el modo de publicar sus servicios y productos.

Gracias a las campañas de digitalización del material conservado que Fundación Telefónica está llevando a cabo en los últimos años, se ha hecho posible relacionar el patrimonio tecnológico con el archivo fotográfico y el fondo documental. Esta relación nos permite documentar las piezas, ponerlas en contexto e investigar desde características físicas que nos orientan en su conservación y restauración, hasta sus diseños previos, e incluso detalles de estudios llevados a cabo sobre algunos de sus componentes.

Por último, además de la conservación y gestión de la colección, Fundación Telefónica tiene encomendada la difusión del patrimonio. El archivo fotográfico de los años veinte se encuentra colgado íntegramente en la web de Fundación y también se ha difundido desde 2005 mediante la exposición *Transformaciones. La España de los años veinte en los Archivos Fotográficos de Telefónica*. Esta muestra sigue itinerando y se ha expuesto no solo en España, sino también en diferentes sedes en Sudamérica.

El patrimonio histórico tecnológico cuenta también con su lugar en la web de Fundación y con una exposición permanente en el Espacio Fundación Telefónica. En él también contamos con una zona donde, mediante un programa de exposiciones temporales de pequeño formato, se da a conocer parte de este patrimonio tecnológico que por distintas circunstancias no se expone en la muestra permanente. Asimismo, contamos con exposiciones itinerantes que permiten mostrarlo fuera de la sede de Fundación Telefónica.

Por último, dentro de esta labor de conservación y difusión, consideramos fundamental contar con los testimonios de antiguos trabajadores de la compañía. Se han llevado a cabo diferentes entrevistas a operarios de centrales, técnicos de transmisión, celadores y telefonistas. Estas grabaciones permiten conocer de primera mano —al ser relatados por quienes los desempeñaban— unos trabajos que ya han desaparecido.

Conclusión

Telefónica mantiene a través de su Fundación un patrimonio que ninguna otra empresa posee. Pero conservarlo no es guardar piezas sin más. Nuestra colección no es solo una muestra de la evolución de las telecomunicaciones, sus piezas nos dan la medida de quienes han trabajado estos años en el desarrollo de la compañía, de la entrega y el trabajo de todos los que se han visto involucrados en esta aventura de la comunicación. Evidencia la evolución de una sociedad, no solo en la manera de comunicarse, sino de desarrollar nuevas tecnologías, de relacionarse, de trabajar.

Esta colección nos muestra una empresa viva que lleva desde 1924 instalando, desarrollando y buscando permanentemente la innovación en los sistemas de comunicación. Preocupada por conservar un patrimonio que la define y que se convierte en memoria histórica (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), recordándonos de dónde procedemos y cómo hemos crecido y evolucionado.

Referencias bibliográficas

MARTÍNEZ BARRIOS, D. (1924): «Expediente sobre el proyecto de Ley declarando ilegal la adjudicación de la reorganización, reforma y ampliación del servicio telefónico nacional de 25 de agosto de 1924». *Legislatura General de Cortes Constituyentes de 1931-1932*, A, Archivo del Congreso de los Diputados, Legajo 484/28.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE. SG DEL IPCE (2015): *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. Madrid: Subdirección General de Documentación y Publicaciones, p. 5

- S.N. (1930a): «Del viaje de nuestros funcionarios a América». *Revista Telefónica Española*, 6 (6).
— (1930b): «El servicio telefónico español juzgado por los ingleses». *Revista Telefónica Española*, 6 (3), pp.36-38.
— (1974): «El Museo del Prado telefónico». *Revista QP*, (86).

El futuro Centro Vasco de la Cultura del Trabajo y el Patrimonio de la Industria

Javier Puertas Juez

Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública – Industri Ondare eta Herri Laneko Euskal Elkarte (AVPIOP-IOHLEE)
avpiop@avpiop.com

Resumen

La iniciativa de promover y apoyar desde la sociedad civil la creación de un Museo Nacional de la Técnica de Euskadi fue la razón de ser de la Asociación de Amigos del Museo, nacida en 1982, y embrión de la actual Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública. El museo llegó a tener una existencia legal y real durante algunos años, pero, lamentablemente, mientras el Museo Nacional de la Técnica de Catalunya se convertía en una realidad, el proyecto vasco quedó truncado en el último momento debido a la decisión política de impulsar y priorizar el establecimiento en Bilbao del Museo Guggenheim. Se cumplen 25 años de aquella decisión.

Desde ese momento hasta hoy, la Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública no ha dejado de reivindicar la puesta en marcha de una institución que recupere, conserve, exponga y difunda el rico patrimonio mueble relacionado con la ya pronto bicentennial historia industrial del País Vasco. Orkonera-Lutxana podría ser el germen del anhelado Museo Vasco de la Industria.

Abstract

The initiative to promote and support from civil society the creation of a Technique National Museum of Euskadi was the *raison d'être* of the Association of Friends of the Museum, born in 1982, and the embryo of the current Basque Association of Industrial Heritage and Public Works. The museum came to have a legal and real existence for some years but, unfortunately, while the Technique National Museum of Catalonia became a reality, the Basque project was truncated at the last moment due to the political decision to promote and prioritize the establishment in Bilbao of the Guggenheim Museum. It is 25 years of that decision.

From that moment until today, the Basque Association of Industrial Heritage and Public Works has not stopped vindicating the implementation of an institution that recovers, preserves, exhibits and disseminates the rich heritage related to the already bicentennial industrial history of the Basque Country. Orkonera-Lutxana could be the germ of the coveted Basque Museum of Industry.

Palabras clave: Museo Vasco de la Industria, Orkonera-Lutxana, Zorrozaurre, Bilbao, Patrimonio Industrial.

Key words: Basque Museum of Industry, Orkonera-Lutxana, Zorrozaurre, Bilbao, Industrial Heritage.



Primer intento

Al finalizar la década de los años cincuenta del siglo XIX, Bilbao contaba con aproximadamente 18.000 habitantes. Las aduanas se habían trasladado a la costa en 1841, la fábrica de Santa Ana de Bolueta ya tenía en funcionamiento los primeros hornos altos que se instalan en Bizkaia y los cotos mineros de Triano y Galdames estaban a pleno rendimiento. Bizkaia y, por extensión, el País Vasco, se convierten, de esta manera, en escenario privilegiado del desarrollo industrial y tecnológico del Estado, y también clave en las transformaciones sociales, políticas, económicas y territoriales que dicho proceso implicaría. La producción tradicional de hierro de las ferrerías da paso a una industria siderometalúrgica que hace de la ría del Nervión-Ibaizabal su espina dorsal. Y como compañeros de viaje necesarios, la banca, la construcción naval y los ferrocarriles, sectores que sientan las bases de una nueva era en Bizkaia.



Figura 1. Ferrería de El Pobal (Muskiz). Fotografía: AVPIOP-IOHLEE, 2021.

Es en este contexto de cambio en el que nace y crece personal y profesionalmente el industrial vizcaíno Julio Manuel de Lazúrtegui, quien en 1882 publica, con la colaboración de Vicente de Larrea, un manual escrito en inglés en el que describe, a modo de guía, las peculiaridades del creciente puerto de Bilbao; no solo desde un punto de vista estrictamente mercantil y comercial, sino innovando en un campo nada desarrollado, como era la promoción del turismo en la Villa (Ureta Vaquero, 2000). Es significativo que el manual estuviese redactado en inglés, hecho que deja a las claras su sentimiento de pertenencia y el espíritu de proyección hacia el exterior que pretendía dar a su Bilbao.

Las raíces de Lazúrtegui, tanto paternas como maternas, procedían de tierras mexicanas, por lo que los acontecimientos de 1898 le inquietaron de manera importante. Su simpatía y afecto por América hicieron que centrara muchos esfuerzos en buscar mecanismos de cooperación entre ambos lados del

Atlántico. Así, entre algunos de los proyectos que decide impulsar, estuvo la celebración de una *Exposición Iberoamericana* en Bilbao, planeada para 1903. En aquella época, las grandes exposiciones eran el escaparate perfecto para publicitar y dar a conocer las capacidades tecnológicas de los países industriales, y Lazúrtegui consideraba que este certamen podía ser un evento perfecto para impulsar la imagen industrial y comercial de Bilbao. Dicho proyecto se vio finalmente descartado por cuestiones relacionadas con las crisis económicas. Finalmente, se conseguía realizar una exposición iberoamericana en 1929 en Sevilla.

Otro de los proyectos relevantes que Lazúrtegui plantea para reforzar la imagen industrial y comercial de Bilbao fue lo que, a día de hoy, podríamos considerar la primera propuesta para albergar en Euskadi un Museo de la Técnica y la Industria: el Museo Industrial y Mercantil Comparativo de Bilbao. Se trata de una propuesta que Lazúrtegui plantea oficialmente por primera vez a finales de 1906, junto con otros ilustres bilbaínos como Cosme de Palacio y Antonio Tournan. Consiste en la construcción de un museo, a modo de exposición permanente, con una orientación claramente comercial. Este proyecto contó con el apoyo de la Cámara de Comercio de Bilbao e, incluso, llegó a disponer de terrenos para su ubicación, gracias a la participación de José Rufino de Olaso, cónsul de la República de Argentina.

Tal y como escribe Iván Ureta Vaquero (2000) en su artículo «El Bilbao imaginado por Julio de Lazúrtegui. 1859-1943», muchos de los proyectos que han proyectado al mundo la nueva imagen del Bilbao del siglo XXI (Museo Guggenheim, Museo de Bellas Artes, Palacio de Congresos y de la Música de Euskalduna, proyecto Abandoibarra, etc.) muestran las acertadas previsiones realizadas a principios del siglo XX por Lazúrtegui en su propuesta de Plan de Desarrollo Metropolitano. De todos ellos, lamentablemente, el Museo Industrial y Mercantil quedó postergado, pese a los intentos fallidos que se sucedieron hasta la década de 1930.

Segundo intento

Durante los años ochenta del siglo XX, llegó el cierre de algunas de las empresas industriales emblemáticas de la historia social y económica de Euskadi, y los testimonios materiales de esas industrias se revelaban como un patrimonio cultural formidablemente rico y heterogéneo, en el que anclar las señas de identidad básicas del pasado más reciente del País Vasco.

Es en este contexto en el que se genera, desde la sociedad civil vinculada a algunos colegios profesionales y desde el recién creado Gobierno Vasco, la necesidad de crear un Museo Nacional de la Técnica de Euskadi. Esta reivindicación fue, de hecho, la razón de ser de la Asociación de Amigos del Museo, nacida en 1982, y embrión de la actual Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública, en adelante AVPIOP-IOHLEE (Figura 2).

La idea de disponer en Euskadi de un museo de estas características se planteó gracias a los primeros consejeros de Cultura / Educación del Gobierno Vasco: Ramón Labayen (premiado por la AVPIOP-IOHLEE en 1999) y Pedro Miguel Etxenike. Este proyecto llegó a tener, incluso, una existencia legal y real durante algunos años. De hecho, desde 1984 contó con un director y personal de apoyo, y tuvo su sede en las instalaciones de la antigua compañía minera Orconera Iron Ore en Lurtxana (Barakaldo), adquiridas en diciembre de 1982 por el Ayuntamiento de Barakaldo a la empresa Altos Hornos de Vizcaya, con la finalidad principal de ubicar en ellas el museo, previa cesión de una parte de los terrenos e instalaciones adquiridas al Gobierno Vasco.

Entonces se acometió un plan de adquisición de fondos de maquinaria y patrimonio mueble, así como el inventariado y catalogación de la colección cuyos bienes fueron clasificados en diversos sectores industriales: energía, siderometalurgia, textil, máquina-herramienta, artes gráficas, minería, etc.



Figura 2. Constitución de la Asociación de Amigos y la Junta del Patronato del Museo de la Técnica de Euskadi (La Gaceta del Norte, 17 de junio de 1982). Fotografía: AVPIOP-IOHLEE.



Figura 3. Artículo publicado en El Correo Español - El Pueblo Vasco el 4 de diciembre de 1982. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE.

El proyecto, junto con la idea de Museo de la Ciencia y de la Técnica desarrollada en Cataluña, fue pionero en el Estado. En ambas regiones la industrialización había alcanzado un gran desarrollo, y las nuevas administraciones autonómicas consideraban un deber salvaguardar la herencia de su pasado industrial.

En las dos naves de la compañía minera Orconera del barrio de Lutxana, en Barakaldo, se almacenaron durante años los elementos del patrimonio mueble, que eran donados por empresarios vascos interesados en la idea de mantener la memoria de las creaciones de la industria vasca y de sus instalaciones productivas y, también en algunas ocasiones, desde 1984, los adquiridos por el propio museo, dependiente del Departamento de Cultura del Gobierno Vasco. La gestión de recogida de materiales se realizaba desde las oficinas provisionales habilitadas en Lutxana. Simultáneamente, en 1984, el Gobierno encargó a los profesores Manuel Tuñón de Lara y Manuel González Portilla, de la Universidad del País Vasco, la elaboración de un proyecto de contenidos del futuro museo (Figura 3).



Figura 4. Antigua nave del ferrocarril de la compañía minera Orconera Iron Ore en Lutzana (Barakaldo), rehabilitada para su nuevo uso como sede del Museo Nacional de la Técnica de Euskadi. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE, 2017.

El entonces consejero de Cultura, Joseba Arregui, fue quien tomó la decisión de proceder a su apertura. En octubre de 1987, el Ayuntamiento de Barakaldo aprobó la cesión de uso al Gobierno Vasco de los terrenos y pabellones de Lutzana, y la Consejería de Cultura realizó la rehabilitación de uno de ellos (Figura 4), el cual debería albergar la exposición inicial del museo a partir de 1991. Algunos expertos trabajaron en esos años en la definición del centro y hasta se llegó a convocar un concurso de ideas sobre el Museo de la Técnica de Euskadi. El jurado, presidido por el historiador del arte Javier González de Durana Isusi, emitió su fallo, que fue publicado en el BOPV del 14 de diciembre de 1990, otorgando el primer premio, dotado con 2.000.000 de pesetas, al proyecto presentado bajo el lema *ESKARA* por Beatriz Matos y Alberto Martínez.

En ese momento, la colección de patrimonio mueble que se iba recopilando constaba de 726 piezas. Sin embargo, van pasando los años y no hay una apertura efectiva del museo. Así, ya en 1997, el Gobierno Vasco informa de que el proyecto de Museo Guggenheim de Bilbao absorbe toda la inversión prevista en el Plan Nacional de Museos del Gobierno Vasco, hecho que supone también la amortización de la plaza del director del museo y la del administrativo. Todo ello supone la paralización definitiva del proyecto de Museo de la Técnica de Lutzana.

Una vez abortada la iniciativa del museo, quedaron durante años en Lutzana-Barakaldo,

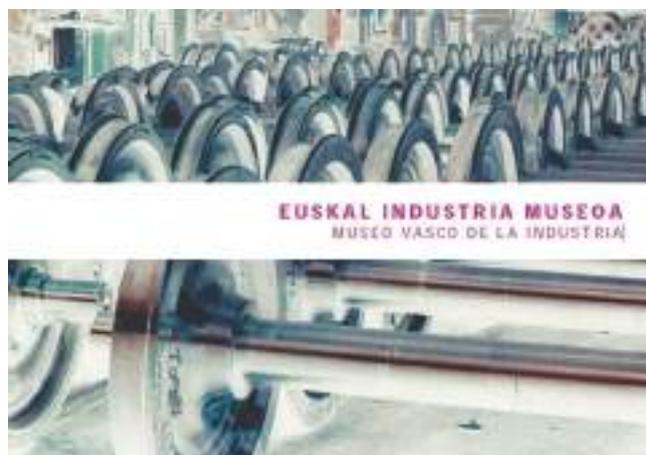


Figura 5. Portada del anteproyecto «Euskal Industria Museoa / Museo Vasco de la Industria». Fotografía: AVPIOP-IOHLEE, 2005.

en espera de mejores tiempos, la nave rehabilitada que a punto estuvo de abrirse al público como museo, la nave almacén, las oficinas y la colección de maquinaria, documentación y objetos. A partir de 1996, la Consejería de Cultura del Gobierno Vasco, dirigida por M.^a Carmen Garmendia, decidió la desaparición de la institución y, en 1998, se produjo la amortización de la plaza de director del museo y el traslado del personal. Años después, el Ayuntamiento de Barakaldo reclamó la reversión de los locales para otros usos, y la mayoría del patrimonio mueble almacenado pasó, a principios de los años 2000, a unas nuevas dependencias en la nave de la antigua empresa Consonni en Zorrotzaurre (Bilbao), a excepción de algunas de las piezas custodiadas que se fueron donando a otras entidades y museos sectoriales.

Tercer intento

Durante los años 2005 y 2006, la AVPIOP-IOHLEE, que nunca ha dejado de mantener como uno de sus objetivos prioritarios la apertura del museo, redefinió sus posibles objetivos en un anteproyecto cofinanciado por el Departamento de Cultura del Gobierno Vasco y la Diputación Foral de Bizkaia, denominado «Euskal Industria Museoa / Museo Vasco de la Industria». Este anteproyecto tomó como referencia para la posible ubicación del futuro museo una de las más representativas arquitecturas de la ría de Bilbao-Ibaizabal: el edificio Grandes Molinos Vascos (Figuras 5 y 6).



Figura 6. Vista general actual del Edificio de Grandes Molinos Vascos (Zorrotza – Bilbao). Fotografía: AVPIOP-IOHLEE.

La nueva propuesta de museo coincidió con la revisión y ampliación del Inventario del Patrimonio Industrial del País Vasco elaborado en 1996. Un momento de expansión económica en el que el patrimonio industrial se vio sometido a fuertes presiones urbanísticas y especulativas. No en vano, durante aquella década de expansión económica, estaba vigente el Plan de Demolición de Ruinas Industriales, impulsado por el Departamento de Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, y cuyo

objetivo era liberar los espacios de la antigua industrialización para «acabar con un paisaje industrial que ya no respondía a las exigencias de los valores imperantes en la nueva época post industrial». Sin embargo, afortunadamente, al mismo tiempo algunos espacios de la antigua industrialización vasca habían sido musealizados e interpretados y, en ese momento, ya existían en Euskadi cerca de una veintena de museos industriales de muy distinto carácter y con sistemas de gestión mixtos (público/privado). Efectivamente, era un contexto y una realidad que distaba mucho de la que existía cuando se pergeñó el primer proyecto de museo en Lutzana-Barakaldo en los años 1980. Se trataba, la mayoría de ellas, de iniciativas que interpretaban el pasado industrial de Euskadi, pero de una forma desarticulada.

Por otro lado, transcurridos más de veinte años desde las primeras ideas de Museo de la Técnica, el tejido industrial, el tejido urbano y social vasco habían cambiado por completo. En ese momento, el País Vasco afrontaba con éxito los retos del siglo XXI. Era, por tanto, un momento perfecto para trabajar de nuevo en la idea de un museo que representara y simbolizara tanto el pasado industrial como la actualidad productiva de una Euskadi que era, y sigue siendo, industrial.

El anteproyecto exponía las ideas básicas para la creación del Museo Vasco de la Industria-Euskal Industria Museoa. Los diferentes capítulos del documento se organizan mediante un bloque central de argumentos y explicaciones en las que se basa el discurso museográfico, ofreciendo recursos (básicamente mediante direcciones URL que remiten a consultas en la red) para conocer ideas semejantes a las que se proponen.

Respecto a la propuesta de ubicar el museo en el edificio de Grandes Molinos Vascos, declarado Bien Cultural con la categoría de monumento según Decreto 54/2009, de 3 de marzo, se trataba de una apuesta importante, ya que la versatilidad y amplitud de los espacios del edificio y el buen estado de la estructura en aquel momento permitían proponer una inmejorable propuesta museográfica. El edificio había sobrevivido a la crisis industrial y destacaba con gran fuerza visual y paisajística en la fachada de la ría de Bilbao, núcleo de la industria vasca. Además, el área de Zorrotza en el que se ubica es uno de los nuevos espacios de revitalización urbana y económica en los que se halla inmersa Bilbao, la metrópoli vasca que la industria fomentó en su despegue y apogeo.

Otro de los planteamientos novedosos de este anteproyecto fue la asunción del concepto de «museo en red» para un territorio. Así, a imagen y semejanza del modelo catalán, se planteaba la necesidad de aprovechar la existencia de museos con temática industrial existentes y dispersos por la geografía vasca para que, de una forma complementaria, mostraran el hecho y los procesos industriales desde una visión sectorial. En definitiva, se planteaba la necesidad de crear un modelo de gestión único (investigación, conservación, gestión, etc.) para todos ellos, así como una marca común que ayudara a la promoción, creando itinerarios, paquetes de visitas, etcétera.

En aquel momento, en pleno *boom* inmobiliario y especulativo, la compra de este inmueble (de propiedad privada) por parte de la Administración se convirtió en el principal obstáculo y el proyecto fue rechazado. A partir de entonces, ya en plena crisis económica, las limitaciones presupuestarias y el progresivo deterioro del edificio han sido algunas de las principales razones por las que el Gobierno Vasco desechó ese proyecto.

Cuarto intento

Durante los más de veinte años transcurridos desde que se da carpetazo al proyecto de museo en Lutzana-Barakaldo, el tejido industrial vasco cambia por completo y, en consecuencia, también el tejido urbano y sociológico. Esta circunstancia nos permite constatar la importantísima desaparición de fábricas, arquitecturas y elementos muebles industriales, que confirman lo obvio: la situación industrial en Euskadi es radicalmente diferente a la de hacía dos décadas. También lo era la del «patrimonio



Figura 7. Vista general del almacén Konsoni Lanategia (Zorrotzaurre – Bilbao). Fotografía: AVPIOP-IOHLEE.



Figura 8. Vista interior del almacén Konsoni Lanategia (Zorrotzaurre – Bilbao). Fotografía AVPIOP-IOHLEE. 2018.

industrial» como concepto, ya que, mientras que en los años 1980 era un término novedoso y de escasa implantación en los ámbitos de la gestión cultural, a principios de los 2000 ya es un lugar común en el programa de los gestores culturales en toda Europa.

Por otra parte, con la extinción o la sustitución por nuevas tecnologías del aparato productivo de la industria vasca perteneciente a la Segunda Revolución Industrial, la colección de maquinaria y patrimonio mueble recogida desde los años ochenta había ido adquiriendo cada vez más valor, al tiempo que se hacía necesaria la modernización y puesta al día de su primitiva catalogación.

Como ya se ha comentado, desde principios de los años 2000, el Departamento de Cultura del Gobierno Vasco almacenaba en la antigua fábrica de Consonni (Figuras 7 y 8), en Zorrotzaurre (Bilbao), la mayor parte de los objetos trasladados desde las naves de la Orconera Iron Ore en Lutxana (Barakaldo); el patrimonio industrial mueble, maquinaria y otros objetos, reunido desde 1982 para conformar la colección del Museo Nacional de la Técnica de Euskadi. Sin embargo, inicialmente las instalaciones de Consonni no eran propiedad del Departamento de Cultura, hasta que en 2012 se produjo el traspaso para que este pudiera disponer de los locales con objeto de poner en marcha el museo.

Así, el Departamento de Cultura, bajo la dirección de Blanca Urgell, retomó el interés por el museo y en 2012 la nave de Consonni fue cedida por la Sociedad de Capital Desarrollo de Euskadi SOCADE, S. A., al Departamento de Cultura del Gobierno Vasco por acuerdo del Consejo de Gobierno de 25 de septiembre de 2012, para el desarrollo de un museo del patrimonio industrial vasco, adoptando la denominación de KONSONI LANTEGIA. Industria-lanaren kulturaren ondare zentroa / Centro patrimonial de la cultura del trabajo industrial (Gobierno Vasco, 2012).

Este traspaso significaba que, por primera vez, el museo contaba con un edificio propiedad del propio Departamento de Cultura, una noticia de gran relevancia para la preservación del patrimonio industrial mueble de Euskadi, dado que, además, este edificio es uno de los que la arquitecta Zaha Hadid, autora del Máster Plan de Zorrotzaurre, consideró idóneo para albergar nuevos usos y, por tanto, permanecer en la nueva trama urbana de Zorrotzaurre.

En 2012, la Consejería de Cultura del Gobierno Vasco decidió, con la colaboración de la AVPIOP-IOHLEE (2012), dar comienzo a una serie de labores de revisión y actualización de los fondos depositados en Konsoni Lantegia hacía una década. Estos trabajos, que se sucedieron hasta 2016 con la revisión y actualización del catálogo de elementos del fallido Museo de la Técnica de Euskadi, la catalogación de los nuevos objetos y documentos que habían sido depositados en Konsoni Lantegia, así como la colección gráfica, documentación y colección bibliográfica allí custodiada, dio paso en 2017 y 2018 a un nuevo enfoque: la restauración de aquellos elementos de la colección que conformaban el *relato* de Konsoni Lantegia y, por otro, precisamente, la apertura progresiva del almacén, primero, a grupos restringidos y, hasta la pandemia, a la ciudadanía en general.

Trabajos realizados en Konsoni

La primera labor que se llevó a cabo en Konsoni Lantegia fue la revisión y actualización del catálogo de elementos del fallido Museo de la Técnica de Euskadi y que se encontraban, en su mayoría, depositados en Zorrotzaurre, Bilbao (Figuras 9 y 10). El objetivo de este trabajo fue, fundamentalmente, disponer de la información actualizada y fiable sobre los fondos allí albergados, de cara a su correcta salvaguarda y gestión por parte de la Dirección de Patrimonio Cultural - Departamento de Cultura y Euskara del Gobierno Vasco.

Los materiales que se fueron acopiando para el museo de Lutxana ya estaban recogidos en un catálogo —base de datos— realizado por sus gestores, y que concluyó a principios de la década de 1990 cuando el proyecto de museo quedó desechado. Dicho catálogo contaba



Figura 9. Labores de catalogación de los fondos almacenados en Konsoni Lantegia. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE. 2013.



Figura 10. Labores de catalogación de los fondos almacenados en Konsoni Lantegia. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE. 2016.

con 1.582 fichas en soporte papel. De estas, las 1.286 primeras, además de la información recogida en la ficha, incluso se acompañan de una fotografía del elemento catalogado.

Por lo tanto, el primer trabajo que se desarrolló fue la creación de una nueva base de datos (Figura 11), compatible con el sistema INTEGRA utilizado por el Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco, de manera que la información en papel del antiguo catálogo pudiera ser volcada a las bases de datos informáticas del Centro de Patrimonio.

CÓDIGO ORIGINAL	COMARCA	GRAN BELSUA	LOCALIZACIÓN	Museo Vasco del Ferrocarril, Azpeitia, Cochera Vía 2	PERIODO GENERAL	Edad Contemporánea, Segunda Revolución	DESCRIPCIÓN	Potencia: Presión: Kg. Superficie:
COLECCIÓN	Patrimonio mueble industrial	MUNICIPIO	SESTAO	TIPO GEN	Transportes y comunicaciones	SEALD	XXX	VALORACI
DENOMINACIÓN	Locomotora de vapor N.º 60 de	ENTIDAD		TIPO ESP	Transporte ferroviario	FECHA DE EJECUCI		OBSERV
OTRA DENOMINACIÓN		BARRIO		TIPO SUB		AUTOR	Alas Hornas de Vizcaya	Trazado al Vasco del Fer de 2001. Dado el 09-
RP FECHA	5001	PRECISO		PRECISIONES A LA TIPOLOGÍA		PRECISIONES AL AUTOR	con patente Borsg	PROPIEDAD
DENOMINACIÓN DEL INTERIE	Alas Hornas de Vizcaya	CALLE						Euskal Jaurlaritzaren V.
RP FECHA DEL INMUEB	3							
TERRITORIO								

Figura 11. Detalle de la base de datos utilizada para la catalogación de los fondos almacenados en Konsoni Lantegia. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE. 2013.

Concluida la sistematización de la base de datos, se procedió al análisis de los objetos y artefactos depositados en Konsoni Lantegia. El objetivo de esta fase fue la de contar con información actualizada sobre las piezas que estaban realmente depositadas en Konsoni tras su traslado desde el primitivo emplazamiento del museo en Lutzana-Barakaldo. Así, los objetos depositados en Konsoni Lantegia, que no formaban parte del catálogo del Museo de Lutzana, fueron numerados y signados con un código numérico correlativo a la base originaria existente.

Posteriormente, y una vez sistematizada la ubicación de los objetos dentro del propio almacén Konsoni, se constató que, de los 1.587 elementos inventariados en la base de datos original del Museo de la Técnica de Lutzana-Barakaldo, 296 no se encontraban físicamente en las dependencias de Konsoni Lantegia y la mayoría de estos fueron cedidos o depositados en otras instituciones como el Ayuntamiento de Barakaldo, el Museo de la Minería del País Vasco, el Museo Vasco del Ferrocarril, el Museo Instituto de la Máquina-Herramienta, el Museo Marítimo Ría de Bilbao y el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, entre otros.

Posteriormente, una vez que ya se conocía detalladamente la magnitud de la colección, se llevó a cabo una valoración patrimonial de los objetos de la colección depositados en Konsoni Lantegia. Para ello, establecieron cuatro niveles, en función del interés que poseían las piezas con vistas a su futura exposición:

- a) Nivel A: Tener destacados valores patrimoniales para ser considerado un hito fundamental en el discurso del museo, en el ámbito de la industrialización.
- b) Nivel B: Poseer suficientes valores patrimoniales para conocer los procedimientos que hicieron posible la Revolución Industrial, y que formaron parte de esta.
- c) Nivel C: Tener ciertos valores patrimoniales que permiten que este objeto forme parte del proyecto expositivo.
- d) Nivel D: No tener valores patrimoniales suficientes para ser contenido en las anteriores categorías, pero posee valores de imagen industrial vinculados a la repetición y seriación.

Una vez establecidos los criterios de valoración, se estudiaron 1.261 objetos de la colección y se propusieron 80 objetos para la categoría A, 165 para la categoría B, 778 para la C y 268 para la categoría D.

Asimismo, a partir de la valoración patrimonial de las piezas, y teniendo también en cuenta criterios de oportunidad y operatividad, se seleccionaron 30 objetos de la colección para iniciar con ellos el catálogo monográfico del Museo de la Técnica de Euskadi. Cada uno de estos 30 elementos fue documentado con sus antecedentes, noticias, bibliografía, trabajos, estudios y observaciones a que han dado lugar.

Para la selección de objetos que se iban a documentar, se intentó recoger elementos importantes de distintas cronologías y tipologías y que fueran representativos de los sectores industriales clave en el proceso de industrialización de Euskadi. En ese sentido, la selección incluye elementos de máquina-herramienta, siderometalurgia, minería, naval, energía, agroalimentación, papel o textil. Igualmente, se atendió a la importancia de las piezas fabricadas por empresas vascas y que hubieran sido hitos significativos por su tecnología y diseño.

Esta colección de 30 elementos fue la base para el desarrollo de las visitas guiadas en Konsoni. Es decir, el hilo conductor, el relato de las visitas guiadas, explicaba el proceso de industrialización del País Vasco apoyándose en la historia particular de estas 30 piezas.

Durante el año 2013, el fondo documental de Altos Hornos de Vizcaya, quizás la empresa emblemática de la industrialización vasca, depositado en Konsoni Lantegia y no incorporado en la base de datos del Museo de la Técnica de Euskadi, fue ordenado y sus documentos numerados y signados, adjudicándoles un código numérico correlativo a la base existente (AVPIOP-IOHLEE, 2013). Para su identificación, se consignaron en una tabla cuyos campos coinciden con los de la ficha de patrimonio mueble, compatible con el sistema INTEGRA.

En cuanto a los objetos del Laboratorio de Altos Hornos de Vizcaya, se identificó y mejoró la catalogación de una veintena de piezas cuyas fichas constaban únicamente de ubicación y una identificación genérica.

Una vez identificados, fotografiados, clasificados y catalogados los documentos, se procedió al análisis y valoración del fondo documental. Esta fase del trabajo fue una de las principales aportaciones del equipo AVPIOP-IOHLEE, lo que permitió no solo un conocimiento más completo de la documentación depositada en Konsoni Lantegia, sino también de su relación con otras secciones de la colección de la empresa Altos Hornos de Vizcaya, custodiadas en otras instituciones.

Durante 2014 los esfuerzos se centraron en la colección de material gráfico depositado en Konsoni (AVPIOP-IOHLEE, 2014). Dicho fondo estaba conformado por 24 carpetas y tres cajas de fotografías, dos carpetas de diapositivas y una carpeta con negativos de celulosa. Todo ello computaba un volumen de 2.967 imágenes, cuya temática era muy variada; desde fotografías de época de empresas, hasta fotografías de maquinaria y otros elementos de patrimonio industrial inmueble, pasando por retratos de empresarios o imágenes de trabajadores.

Una vez consensuada la ficha, el equipo de la AVPIOP-IOHLEE trabajó fundamentalmente en la identificación y registro de estas fotografías, incluyéndolas en una base de datos formato Access compatible con el sistema Integra del Centro de Patrimonio Cultural.

La identificación y clasificación de las imágenes fue el principal valor añadido de la labor realizada por el equipo de trabajo de la AVPIOP-IOHLEE, más allá de la simple consignación de las imágenes en la base de datos. Así, se ha realizado una labor de documentación e identificación de las imágenes históricas en función de su contenido.

Durante 2015, la AVPIOP-IOHLEE (2015) elaboró una base de datos que permitió al Centro de Patrimonio Cultural de Gobierno Vasco tener el suficiente control sobre los fondos documentales y, lo que es más importante, conocer el contenido de la colección y su valor patrimonial. La documentación se compone de materiales diversos; desde correspondencia con empresas y particulares, como catálogos industriales, fotografías y clichés de patrimonio mueble industrial, documentación técnica sobre piezas de la colección del museo, hasta directorios de empresas.

Tras los trabajos relativos a la colección documental, desarrollados durante 2015, en 2016 se abordó la colección bibliográfica depositada en Konsoni Lantegia (AVPIOP-IOHLEE, 2016). Esta está compuesta por 551 elementos, de los cuales 497 corresponden a fondos bibliográficos y 57 a fondos documentales.

La catalogación e inclusión en las bases de datos del Centro de Patrimonio Cultural Vasco de los fondos bibliográficos, que se disponían en estanterías y cajas, supuso, además, la incorporación de un material de gran interés para el conocimiento y documentación del patrimonio industrial vasco.

Fueron necesarias algunas labores de limpieza y consolidación para mejorar las condiciones de la colección. En ningún caso se pretendió realizar tareas de restauración, pues quedaban fuera del ámbito de esa actuación. Asimismo, mediante un expurgo prudente y marcadamente conservacionista se logró una colección relevante, accesible y útil para los investigadores que consulten sus fondos.



Figura 12. Maqueta del convertidor Bessemer durante el proceso de restauración. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE. 2018.

Por otro lado, se llevó a cabo la identificación y clasificación de los diferentes tipos de fondos depositados en Konsoni Lantegia, atendiendo a su contenido, pero también a su tipología (libros, revistas, catálogos, folletos, documentos o estadísticas), procedencia, materia, etc. Toda la documentación fue signada de manera visible con el fin de garantizar su identificación y facilitar su correcta catalogación en las bases de datos del Centro de Patrimonio. Igualmente, se diseñó una ficha apropiada para la adecuada identificación y clasificación del material bibliográfico y documental, cuyos campos fueron consensuados con los técnicos del Centro de Patrimonio.

Durante los años 2017 y 2018, una vez que el fondo de patrimonio mueble estaba perfectamente catalogado y documentado, y que el resto de fondos fotográficos, documentales y bibliográficos también estaban totalmente identificados y recogidos en las bases de datos del Centro de Patrimonio de Gobierno Vasco, desde la AVPIOP-IOHLEE se planteó la necesidad de abordar de manera progresiva la restauración de algunas de las piezas más representativas de la colección. En 2017 se abordó la restauración de la maqueta del convertidor Bessemer (Figura 12), utilizada en la escuela de aprendices de Altos Hornos de Vizcaya (AVPIOP-IOHLEE, 2017). Igualmente, durante 2018 se procedió a la limpieza y restauración de la cableadora (AVPIOP-IOHLEE, 2018) que, entre otros objetos, se empleó para la construcción de los tirantes del puente transbordador de Vizcaya (Unesco).

Y, finalmente, la labor de difusión del almacén a través de visitas guiadas, en un inicio con un carácter más restringido desde 2015 pero que, desde septiembre de 2018, con el visto bueno del Gobierno Vasco pasaron a ser semanales y abiertas al público en general. En total, más de 50 visitas guiadas realizadas, con más de 1.000 personas asistentes hasta que llegó la pandemia en marzo de 2020.

Retos/aspiraciones

Posteriormente, en el año 2005-2006, la AVPIOP elaboró un anteproyecto para ubicar el Museo Vasco de la Industria–Euskal Industria Museoa en el edificio de Grandes Molinos Vascos de Zorroza (Bilbao). Un edificio catalogado como Bien Cultural, con la categoría de Monumento, cuya ubicación, valores históricos, arquitectónicos, iconográficos y paisajísticos lo convertía en el emplazamiento perfecto para albergar una colección de estas características.



Figura 13. Vista exterior de la ría del Nervión-Ibaizabal desde Konsoni Lantegia. Fotografía: AVPIOP-IOHLEE. 2016.

En aquel momento de *boom* inmobiliario, la compra de este inmueble por parte de la Administración se convirtió en el principal obstáculo y el proyecto fue rechazado. A partir de entonces, en plena crisis económica, las limitaciones presupuestarias y el progresivo deterioro del edificio han sido algunas de las principales razones por las que el Gobierno Vasco ha rechazado ese proyecto.

Durante estos 40 años, la Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública, AVPIOP-IOHLEE, no ha dejado de reivindicar la puesta en marcha de una institución que recupere, salvaguarde, conserve, exponga y difunda el rico patrimonio mueble relacionado con la ya pronto bicentenario historia industrial de Euskadi. Una institución que ponga a disposición de toda la ciudadanía, bajo la denominación y modelo que se estime más eficiente, esta valiosa memoria histórica y que pueda también convertirse en una fuente de riqueza aprovechando la atracción que los museos y sitios relacionados con la industrialización tienen hoy entre los viajeros y las viajeras. Todo ello sin olvidar que la historia industrial vasca continúa haciéndose día a día y que nuestras industrias siguen innovando.

Desde principios del año 2000, el Departamento de Cultura del Gobierno Vasco almacena en la antigua fábrica de Consonni, en Zorrotzaurre (Bilbao), la mayor parte del patrimonio industrial mueble, maquinaria y otros objetos, reunido desde 1982 para conformar la colección del Museo Nacional de la Técnica de Euskadi de Lutzana, Barakaldo. Este «almacén», propiedad del Departamento de Cultura del Gobierno Vasco, es uno de los inmuebles que la arquitecta Zaha Hadid, autora del Master Plan de Zorrotzaurre, consideró idóneo para albergar nuevos usos y, por tanto, permanecer en la nueva trama urbana de isla de Zorrotzaurre (Figura 13).

Tras diferentes intentos fallidos durante las cuatro últimas décadas, en este momento el proyecto ha dado un giro, ya que el Departamento de Cultura ha suscrito un convenio con el Ayuntamiento de Barakaldo por el que la colección sale de Bilbao y se muda a sus orígenes: las antiguas naves de la compañía Orconera, en el barrio de Lutzana. En el marco del Programa Berpiztu, para la regeneración socioeconómica de comarcas desfavorecidas de Euskadi, dentro del proyecto estratégico EM6

Valorización del Patrimonio Industrial y de la Ría, el Departamento va a invertir 3,9 millones de euros en la puesta en valor de la colección de patrimonio industrial mueble y el acondicionamiento de las antiguas naves para su establecimiento definitivo. En ese sentido, el 26 de enero de 2022 el Boletín Oficial del País Vasco publicaba la Orden de 5 de enero de 2022, del Consejero de Cultura y Política Lingüística, por la que se crea la «Colección Orkonera-Lutxana» de Patrimonio Industrial Mueble de Euskadi, según la cual se conforma debidamente una colección para la conservación, recuperación, gestión, exposición, interpretación, visibilidad y puesta en valor de los elementos productivos del patrimonio industrial mueble del País Vasco.

Referencias bibliográficas

- AVPIOP-IOHLEE (2012): *Revisión del catálogo de los fondos del Museo de la Técnica* de Euskadi. Memoria de trabajos realizados. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- (2013): *Konsoni Lantegia. Catalogación de nuevas incorporaciones y archivo de Altos Hornos de Vizcaya. Memoria*. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- (2014): *Konsoni Lantegia. Identificación y registro de la colección de material gráfico del Museo de la Técnica de Euskadi. Memoria*. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- (2015): *Revisión y catalogación de la colección documental del Museo de la Técnica de Euskadi. Memoria*. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- (2016): *Revisión y catalogación de la colección bibliográfica del Museo de la Técnica de Euskadi. Memoria*. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- (2017): *Memoria de Actividades Konsoni Lantegia*. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- (2018): *Memoria de Actividades Konsoni Lantegia*. No publicado, disponible en los archivos de la asociación.
- BOLETÍN OFICIAL DEL PAÍS VASCO (2022): Orden de 5 de enero de 2022, del Consejero de Cultura y Política Lingüística, por la que se crea la «Colección Orkonera-Lutxana» de Patrimonio Industrial Mueble de Euskadi. Disponible en: <https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2022/01/2200416a.pdf> [Consulta: febrero de 2022].
- GOBIERNO VASCO (2012): Acuerdo del Consejo de Gobierno del 25-09-2012. Nota de Prensa. Disponible en: <http://www.irekia.eus/es/news/12350-industria-cede-departamento-cultura-los-terrenos-zorrozaurre-para-construir-museo-tecnica-acuerdo-del-consejo-gobierno-del-2012?track=1> [Consulta: febrero de 2022].
- URETA VAQUERO, I. (2000): «El Bilbao imaginado por Julio de Lazúrtegui. 1859-1943». *Revista Bidebarrieta (UPV-EHU), Los Bilbao soñados. Bilbo Amestuak* (8). Disponible en: <http://www.ehu.es/ojs/index.php/Bidebarrieta/article/viewFile/18400/16138> [Consulta: febrero de 2022].
- VV AA (2012): *Patrimonio Industrial en el País Vasco*. Vitoria, Gasteiz: Centro de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Patrimonio metálico de la era industrial.

Procesos de conservación

Soledad Díaz Martínez

Instituto del Patrimonio Cultural de España
soledad.diaz@cultura.gob.es

Resumen

Las primeras revoluciones industriales marcaron un cambio radical en la humanidad. La transformación de los métodos de fabricación del metal resulta trascendental para entender el mundo tal y como lo concebimos en la actualidad. Los nuevos procesos de obtención y producción del hierro generaron el crecimiento de otros sectores, los caminos de hierro modificaron drásticamente la minería, la ingeniería, la industria, la arquitectura, el transporte, el perfil y aspecto urbano.

De esta época heredamos la visión historicista del patrimonio con conceptos centroeuropeos del post-colonialismo y el nacionalsocialismo, que actualmente evoluciona hacia el acceso universal a la cultura, la transculturalidad y las identidades mixtas, influyendo directamente en posiciones de diversidad cultural e inclusión.

Las peculiares características del patrimonio industrial metálico (su cercanía histórica, uso, cantidad, volumen, características técnicas, alteraciones específicas, recursos necesarios) lo hacen especialmente vulnerable; por eso, las intervenciones para su conservación suelen convertirse en un gran reto.

Abstract

The first industrial revolutions marked a radical change in humanity. The transformation in the methods of metal manufacture is transcendental to understand the world as we currently conceive it. The new processes of obtaining and producing iron generated the growth of other sectors; the iron roads drastically modified the mining, engineering, industry, architecture, transport, profile and urban aspect.

From this epoch, we inherited the historicist vision of heritage with central European concepts of post-colonialism and National Socialism, which is currently evolving towards universal access to culture, transculturality and mixed identities, directly influencing positions of cultural diversity and inclusion

The peculiar characteristics of the metallic industrial heritage (its historical proximity, use, quantity, volume, technical, specific alterations, and necessary resources) make it particularly vulnerable, this is why conservation interventions are often a major challenge.

Palabras clave: Patrimonio industrial metálico, conservación y restauración, criterios de intervención.

Key words: Metallic Industrial Heritage, conservation and restoration, intervention criteria.



Introducción

El patrimonio cultural forma un sistema de interrelación local y global, en el que sus usos sociales convergen en un nexo de cohesión social, como apuntan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. La democratización cultural implica el acceso al patrimonio. Desde la firma de la Convención de Faro, la conservación del patrimonio se muestra como un proceso dinámico que enfatiza la participación pública en la toma de decisiones. Esta responsabilidad social vincula las narrativas de las obras con las comunidades locales atendiendo a factores de desarrollo, diversidad cultural e inclusión.

Los bienes culturales dentro de la red social son relevantes mientras conserven su significado. La ética de su conservación varía a lo largo del tiempo, pero está basada en los dos aspectos de la concepción del objeto: su dimensión inmaterial, como vínculo identitario del proceso de construcción social, y la materialidad estructural. El patrimonio industrial adquiere la función de un nexo entre la perdurabilidad en el tiempo del pasado reciente y el sentimiento de continuidad.

A mediados del pasado siglo surge el término «arqueología industrial» a raíz de un artículo publicado por Michael Rix de la Universidad de Birmingham, que va parejo al de patrimonio industrial. La aplicación del término «arqueología» es porque en realidad se trataba de conservar un patrimonio muy cercano en el tiempo, algo que muchos concebían como «viejo» y no como «antiguo», que derivó en catalogar así los elementos de la primera Revolución Industrial.

El objetivo prioritario de la aplicación de los tratamientos de conservación y restauración es mantener la pervivencia, la estabilidad física y la transmisión de valores inmateriales de estos bienes culturales. La realización de la práctica en este ámbito supone el conocimiento previo de la composición y estructura de los bienes, la interrelación de estos con el medio, la elección de las metodologías y los materiales que se van a emplear.

Destaca la necesidad de una toma de decisiones adecuada para cada objeto, a veces incluso para cada una de sus partes, a fin de definir, acotar y ejecutar el nivel de intervención y otras prácticas de conservación-restauración, acordes con la deontología profesional, los criterios de conservación del patrimonio y de sostenibilidad con el entorno.

Gestores, investigadores, analistas, ingenieros, arquitectos, conservadores-restauradores, difusores, educadores y técnicos de otras disciplinas deberían formar parte de la ejecución de las acciones en función de cada proyecto. Si bien la aplicación de técnicas de innovación y sostenibilidad en la conservación del patrimonio industrial, requiere la organización del trabajo dentro de una dinámica interdisciplinar, coordinada de manera transversal. En el proceso, corresponde a los conservadores-restauradores la toma de decisiones sobre la ejecución de las fases secuenciales de los proyectos de conservación-restauración.

Procesos de conservación

La mayoría de los bienes muebles de esta época industrial son objetos seriados. De hecho, las grandes ferreterías y fundidoras artísticas de bronce comercializaban sus producciones a través de catálogos ilustrados.

Casi todas las elaboraciones metálicas fundidas aparecían en los catálogos: piezas de ingeniería, mobiliario urbano, esculturas y fuentes, embarrotados de verjas y balconadas, maquinaria industrial y doméstica, etc.; los objetos eran habituales en la mayoría de los espacios civiles y domésticos en muchas sociedades de finales del siglo XIX.

En época del romanticismo debido a la saturación de enterramientos en las iglesias se crearon nuevos cementerios. También en el ámbito funerario se comercializan elementos mortuorios por medio de catálogos, cerrajería de ataúd, féretros metálicos, e incluso coronas que imitaban a las vegetales, con hojas y flores fábricas con alambres y láminas metálicas doradas o esmaltadas, con cuentas de cerámica y vidrio.

Desde la segunda mitad del siglo XIX, la arquitectura de la industrialización cuenta no solo con los elementos constructivos (como vigas, cables, etc.), sino con un sinfín de elementos decorativos que pueden alternarse creando fórmulas estéticas diferenciadas.

Verjas de cerramiento como las del palacio, de bibliotecas y museos de Madrid fueron diseñadas por el arquitecto Francisco Jareño de Alarcón en función de los elementos del embotado y los remates decorativos que ofertan los catálogos. A partir de la elección de tipos de remates prefabricados se diseña la disposición del cerramiento.

Los ingenieros y arquitectos de la época, una vez montada la estructura, elegían el acabado a base de recubrimientos decorativos como dorados y pintura al óleo.

El patrimonio industrial y el cromatismo original

En la mayoría de las actuaciones, las intervenciones de conservación se limitan al repintado de las superficies. Las obras, de hecho, suelen presentar varias capas superpuestas de pintura que indican una tarea periódica de mantenimiento, y que en ocasiones ocultan detalles relevantes del original.

Uno de los aspectos cambiantes a la hora de musealizar un recinto industrial es el acabado estético. Ni la legislación ni los criterios permiten que sea cuestionable que un material arqueológico, artístico o histórico pueda modificar intencionadamente su aspecto cromático tras una intervención de conservación.

A modo de ejemplo, imagínese lo que supondría que durante el proceso de conservación-restauración de *Las meninas* de Velázquez se modificase el color de los ropajes. Una actuación *a priori* inconcebible para el patrimonio arqueológico o pictórico, aunque en algunas actuaciones de patrimonio industrial no se contemplan las implicaciones de la simbología del color.

Existen casos paradigmáticos como el de la restauración del puente colgante de Bizkaia, incluido en el catálogo de Bienes Culturales Calificados de acuerdo con la Ley de Patrimonio Cultural de 1990, declarado monumento por el Gobierno Vasco en 2003 y patrimonio de la humanidad desde 2006.

El puente colgante fue restaurado entre 1996 y 1999 y la actuación recibió el Premio Archival España a su rehabilitación. Lo más llamativo de la intervención fue la colocación de una barquilla móvil de nuevo diseño y mayor capacidad, los dos ascensores panorámicos, la sustitución de algunos elementos estructurales y lo que nos ocupa, el tono del cromatismo final.

Obviando los criterios y metodología de intervención, se anularon en la fase de estudios previos los análisis de las películas pictóricas, paso fundamental para poder devolver la película protectora y el aspecto similar al original tras la estabilización del metal. El tono que tenía el puente en origen, el que eligieron sus autores, forma parte de la historia del elemento cuando se cerró el ciclo de creación.

En la última restauración el acabado cromático del puente se decidió en función de un estudio elaborado por técnicos de la Diputación de Bizkaia, que optaron por tres muestras de color que se pusieron a votación en un diario local.

En una de las comunidades autónomas más pobladas del país (más de un millón de habitantes), el mayor número de apoyos lo recibió el tono «Vena Roja Somorrostro» con 5.131 votos (un 40,7 % de los 13.000 que votaron), color que desde entonces exhibe el elemento patrimonial.

Técnicos de la Diputación lo preseleccionaron por tener una tonalidad similar a la del Palacio Euskalduna de Bilbao y al de los minerales de la corrosión de las esculturas de Richard Serra o de Eduardo Chillida, obras realizadas en la segunda mitad del siglo xx (el tono es parecido al de la corrosión inducida del acero corten).

Pero, asimismo, la concesionaria del puente colgante transformó los 160 metros de longitud de raíles originales extraídos durante la restauración en «elegantes objetos decorativos a modo de un distinguido pisapapeles de oficina al precio de 10,00 euros. La pieza de 10 centímetros ha recibido un tratamiento similar a los cuatro elementos de la maquinaria original expuestos. Además, el material de acero ha sido restaurado de cara al público hasta quedar reluciente sin las oxidaciones y restos de aceite producidas por el intensivo uso del transporte de la barquilla» (Artola, 2012); «Poder tener en tu poder una pieza de un monumento que ha sido declarado patrimonio de la humanidad y es un emblemático símbolo de Portugalete, sin contar con el valor sentimental que adquieren» (Soriano, 2012) (SIC).

También iban a reproducir los remaches o roblones para su venta, especificando que las reproducciones se realizarían: «conservando el color negro característico del puente durante la mayor parte de su existencia. Dejando los (remaches) originales para regalos protocolarios» (Artola, 2012).

Al parecer, el negro característico del puente no era válido para el original, pero sí para las reproducciones puestas a la venta.

Los elementos de ingeniería industrial se transportaban y armaban *in situ*, y una vez concluido el montaje, la obra recibía la pintura final, que, además de decorativa, actuaba como capa anticorrosiva extra.

Para evitar la oxidación de las partes estructurales y los remaches, estos se transportaban desde las ferrerías cubiertos con una película de tetra óxido de plomo ($Pb^{2+}_2 Pb^{4+}O_4^1$) y un aceite secativo de linaza, la mezcla antioxidante conocida como *minio*. Al terminar el montaje la estructura se protegía con una nueva capa de minio y, sobre esta, la pintura final al óleo. Muchas en negro, pero de un negro característico mezclado con azul con el fin de crear un efecto de «pavonado» que diese más empaque a los metales de ese periodo ecléctico.

En el inicio de la época industrial hubo un cierto rechazo a los hierros de fundición utilizados en el mobiliario urbano (ahora nos disgusta el abusivo uso de los plásticos). Muchos elementos de barrera con los entornos naturales se pintaban de verde esmeralda para que se mimetizasen con la naturaleza, con el tono verde que han tenido durante décadas las persianas de madera, las vallas de muchos jardines, las fuentes, los bancos de los parques, quioscos y otros elementos urbanos. El desarrollo a finales de 1800 de las patentes de los pigmentos sintéticos fue el detonante para poner de moda uno de los verdes más célebres por su intensidad, el mortal verde París, esmeralda o Scheele, un pigmento mezclado con arsénico utilizado por Renoir, Monet, Cézanne y Van Gogh, entre otros, que, además de comercializarse como pigmento al óleo, se utilizó como tinte para textiles y papel de paredes, originando una elevada mortalidad, tanta, que su uso fue prohibido.

El puente Golden Gate, en la bahía de San Francisco, está pintado de color naranja bermellón porque, durante su construcción, el repintado con minio era constante para evitar la oxidación. Murió tanta gente durante su construcción que este tono se considera como «naranja internacional» y desde entonces se asocia al peligro (conos de las carreteras, chalecos reflectantes...). Al finalizar la obra se pintó de bermellón, porque en el imaginario colectivo era el tono que había tenido desde su construcción, además de resultar muy visible para los barcos por el contraste con el azul del cielo y del agua (la armada quería que se pintase a rayas negras y amarillas para que resultase aún más visible).

Sirvan estos ejemplos para explicar que el cromatismo original de las piezas transmite parte de su historia. Debemos ser respetuosos con la obra durante el proceso de conservación, puesto que a través de testimonios e imágenes se refuerza la memoria del pasado, estableciendo el sentimiento de pertenencia a un entorno social compartido. Si modificamos la información original, perdemos parte del significado en la transferencia, y si no se transmite la información íntegra, difícilmente se asegura la continuidad del original.

La intervención del Museo Nacional de la Energía de Ponferrada

Uno de los requerimientos fundamentales a la hora de acometer el proyecto de musealización de un recinto patrimonial es comprender el contexto en el que se opera y el conocimiento de los materiales que intervienen, su resistencia estructural y a la corrosión de los metales.

La conservación de las estructuras arquitectónicas con su maquinaria plantea la adecuación de espacios de musealización, crear zonas de paso para mejorar la accesibilidad, entornos expositivos y combinar el historicismo de lo auténtico con las nuevas propuestas más estéticas y funcionales.

Las adecuaciones museográficas pueden repercutir en la conservación; por ejemplo, uno de los museos referentes en el ámbito es el Museo Nacional de la Energía en Ponferrada (León). La antigua Central Térmica Compostilla I acoge el museo. La instalación tiene como fin conservar el patrimonio minero y energético de la zona, así como la promoción de actividades de investigación, formación y ocio. Se compone de tres áreas bien diferenciadas: el Muelle de Carbones, la Nave de Calderas y la Nave de Turbinas.

Ubicado en una antigua central abandonada, que estuvo en funcionamiento entre 1920 y 1971, los espacios originales se transformaron ligeramente. La rehabilitación fue galardonada con el Premio Europa Nostra 2012 que concede la Unión Europea.

En origen, durante el periodo de funcionamiento, la temperatura que alcanzaba la combustión del carbón en los hornos era bastante alta y, por tanto, la humedad relativa del interior baja; estas condiciones protegían los elementos de hierro. Pero, tras el abandono, su ubicación cercana a un arroyo, unida a los drásticos cambios meteorológicos estacionales de la zona, aceleró los procesos de alteración de todo el complejo, especialmente se incrementó el deterioro del hierro al aumentar la velocidad de corrosión.

La musealización del recinto se realiza potenciando el aspecto industrial con una visión un tanto romántica de lo que fue la época de las revoluciones industriales, un poco alejada del estado real que presentaba entonces. El cerramiento del espacio modifica una vez más las condiciones ambientales del interior y se introducen nuevos materiales metálicos con sistemas de fabricación y aleaciones con contenidos de carbono diferentes a los originales, que reaccionan acelerando los procesos corrosivos.

Los diferentes contenidos de carbono en contacto con los hierros fundidos, los elementos forjados y los remaches pueden crear pilas. Además, muchos de estos elementos de hierro están unidos a maderas o cemento; si bien las partes insertadas u ocultas en estos materiales suelen pasivarse, en las partes expuestas al medio se aceleran los procesos de corrosión. Hay que tener en cuenta que, en función del grado y la profundidad de la corrosión, se reducen las características físicas y mecánicas de los elementos, lo que, con el tiempo, puede originar daños estructurales graves.

El contacto de metales diferentes entre los elementos fundidos y forjados produce pares galvánicos y desarrolla procesos de corrosión virulentos. Los elementos que están funcionando como ánodos son los que están más corroídos, y en ocasiones habrá que sustituirlos o tratarlos teniendo muy

en cuenta su composición, haciendo hincapié en las películas protectoras. No obstante, el éxito de toda intervención es el mantenimiento. Si no hay planes de conservación a corto, medio y largo plazo, el metal reiniciará los procesos degenerativos.

Una empresa, como una central térmica o unos altos hornos, durante su época de funcionamiento alcanzaba unas temperaturas que mantenían la humedad relativa tan baja que apenas alteraban los metales, pero el paro de la actividad y el abandono vuelven a exponerlos a fluctuaciones ambientales que son las responsables de la corrosión.

Por otra parte, durante la intervención se aplican baños de «paro» a los hierros fundidos, un tratamiento específico para que corten los aceros ya oxidados. Estos baños están contraindicados en otro tipo de hierros, porque provocan el aumento de la velocidad de corrosión. La aplicación de un tratamiento de conservación erróneo supone, en este caso, otra causa de deterioro.

En la intervención, también se procedió a la reutilización de materiales originales para otras funciones. En el pasillo de la zona de la entrada se ha construido una pasarela con hormigón, utilizando transversalmente para su sujeción y refuerzo antiguos rieles de ferrocarril (Figura 1) (los rieles que en esta época se utilizaban para zonas mineras y se denominan rieles ligeros).



Figura 1. Detalle de la utilización estructural de los rieles de las vagonetas. Fotografía: Soledad Díaz.



Figura 2. Detalle de rotura por corrosión de uno de los rieles. Fotografía: Soledad Díaz.

Al margen de su dureza, al cambiar el objetivo con el que se concibe el elemento original (de riel de ferrocarril a estructura sustentante del hormigón), modifica las fuerzas de tracción, flexión y compresión a los que estaban sometidos originalmente. Su uso como riel que soportaba la carga de las vagonetas propició que la estructura cristalina del elemento metálico se aplastase y comprimiese, formando microfisuras. Al colocarlo como elemento sustentante de la pasarela, la alteración de las cargas y la elevada humedad del recinto (además de las sales transmitidas por el hormigón) aceleraron los procesos corrosivos, que, al penetrar en las fisuras, hacen que partes de estos elementos se desplaquen (Figura 2).

Se trata de un desprendimiento estructural, la corrosión avanza desde el exterior hacia el interior de las vigas de forma laminar descohesionada, afinando el grosor de las vigas. Se desprenden fragmentos, que dejan nuevas superficies expuestas al aire húmedo y, por tanto, a la continuidad del proceso corrosivo horadante.

Hay que tener en cuenta que, en función de la profundidad de la corrosión, se reducen las características físicas y mecánicas de las vigas, pudiendo originar con el tiempo daños graves por su colapso. Habría que estudiar si pueden reforzarse con otros elementos metálicos que, a su vez, ejerzan de elementos estructurales.

La zona de las calderas Walther (Figura 3) está fabricada con ladrillos, que presentan concentración de eflorescencias salinas en áreas localizadas del exterior de los hornos y en la zona superior. Para darle mayor «realismo» las calderas no se han limpiado y conservan ceniza en su interior (Figura 4).

La acumulación de ceniza en el interior del horno y la humedad son las causantes del aporte y movimiento de las sales, que se manifiestan en forma de eflorescencias que degradan las superficies de los ladrillos y debilitan los morteros de rejuntado.

La ceniza es un gran absorbente de humedad y altamente reactiva, muy alcalina, y la causante de las eflorescencias salinas (cloruros) en los ladrillos.

Estas sales aceleran la corrosión de los metales, y algunos elementos metálicos presentan grietas y pérdidas.



Figura 3. Vista general del frontal de los hornos, con las escalinatas nuevas para el acceso de visitantes. Fotografía: Soledad Díaz.



Figura 4. Vista de la puerta de uno de los hornos con ceniza en su interior. Fotografía: Soledad Díaz.



Figura 5. Elemento corroído debido a la escorrentía que se produce por condensación en un panel sin capa protectora (recubrimiento de pintura). Fotografía: Soledad Díaz.



Figura 6. Ampliación del detalle de la corrosión por escorrentía con pérdida de material perdida. Fotografía: Soledad Díaz.



Figura 7. Escaleras metálicas de nueva factura para facilitar la accesibilidad. Fotografía: Soledad Díaz.



Figura 8. Vista general del interior del recinto. Fotografía: Soledad Díaz.

La mayoría de elementos en origen estaban pintados, pero con la musealización se han mantenido sin protección; la humedad ambiental y la formación de escorrentías de condensación están acelerando dramáticamente su estado de alteración (Figuras 5 y 6). Muchas fábricas, además de mostrar pintadas las superficies de los hierros como medida anticorrosiva, tenían pautas de mantenimiento y los repintaban cuando se requería.

Se han añadido elementos constructivos metálicos nuevos en contacto con los antiguos, sin verificar el tipo de hierro que es, si se trata de hierro fundido (blanco, gris...) o un acero, sin añadir una capa intermedia inerte entre ambos que evite la formación de pares galvánicos (Figura 7).

Canibalismo mecánico

Una de las prácticas más agresivas en este tipo de patrimonio industrial es la reparación de una máquina con piezas de otra que se encuentre en mal estado, bajo el criterio del canibalismo mecánico. Se trata de un procedimiento económico comúnmente utilizado en el ramo industrial y en el militar, en el que, según la necesidad de cada negocio o establecimiento, se reaprovecha un lote de maquinaria que no tenga partes de recambio disponibles en el mercado —provenientes de otra que se considera irreparable— para reparar máquinas iguales que tengan un daño menor.

Este no es un criterio que esté recogido ni en las normativas de protección del patrimonio ni en los criterios que forman los códigos deontológicos, y su aplicación en la conservación del patrimonio debiera estar restringida.

Patrimonio y uso

Otro de los graves problemas con los que nos encontramos en este ámbito es el patrimonio industrial y su uso. Los elementos más estáticos como verjas de cerramiento, aldabas, etc., sufren el desgaste producido por la interacción del metal con el medio, desgaste por abrasión eólica, fluctuación de la temperatura y humedad relativa, rozamiento, etcétera (Figura 8).

En otros elementos, como las máquinas, hay una tendencia a su utilización a pesar de suponer el desgaste de sus piezas y el alto riesgo de ruptura de elementos insustituibles.

Muchos afirman que, si no se usan, se fosilizan, ya que, al no poder demostrar cómo funcionaban, pierden su contenido difusivo. Pero esto no es del todo cierto. Con las tecnologías actuales de realidad inmersiva y otras, puede replicarse el movimiento, uso e, incluso, el sonido de las piezas en funcionamiento. Es decir, no hay elementos que justifiquen su utilización por los riesgos que conlleva. ¿O acaso utilizamos las cráteras griegas de un museo para sentir cómo era beber vino o hidromiel en ellas?

Otra de las justificaciones recurrentes es que necesitan funcionar para que sus elementos se conserven; por ejemplo, si no se pone aceite en algunos engranajes, estos comenzarán a oxidarse, pero para prevenirlo se deben aplicar criterios de conservación preventiva y metodologías de conservación-restauración. El uso de estos elementos patrimoniales provoca riesgos y alteraciones difícilmente justificables.

Conclusiones

La conservación y restauración del patrimonio es una actividad sociocultural, no simplemente una práctica técnica. Los contextos de un proyecto de conservación del patrimonio —social, cultural,

económico, geográfico, administrativo— deben considerarse de manera global y evaluando las implicaciones de cada actuación, el impacto, uso, mantenimiento, etcétera.

Los valores del patrimonio industrial son por naturaleza variados y, a menudo, entran en conflicto. El modo tradicional de evaluar el «significado» se basa en gran medida en nociones artísticas e históricas; actualmente, el concepto del patrimonio es inclusivo, y debe permitirse participar a la sociedad en su conservación.

La integración de los valores económicos con los valores culturales presenta un reto particular (binomio patrimonio-turismo).

Cualquier evaluación integral de los valores del patrimonio industrial la debe realizar un equipo interdisciplinar. La planificación y gestión en la conservación y restauración de este tipo de patrimonio tendrá que llevarse a cabo aplicando parámetros y métodos sostenibles y con equipos técnicos cualificados capaces de proporcionar tratamientos de conservación-restauración apropiados.

Las nuevas tecnologías facilitan el acceso al patrimonio industrial proporcionando nuevas perspectivas y experiencias personalizadas. Los desafíos de su conservación, musealización o difusión deben apoyarse en las tecnologías digitales y medios interactivos, sin olvidar el compromiso de interacción social.

El patrimonio cultural se encuentra amenazado por el incremento de los riesgos y emergencias derivados del cambio climático, la contaminación y el abandono de muchas zonas, lo que facilita su expolio. La resiliencia exigida por las medidas de normalización tras la pandemia de covid-19 demuestra que en materia de conservación patrimonial tenemos que apoyarnos en los modelos de colaboración y en las prácticas más sostenibles.

Los ejemplos y los hechos expuestos en este trabajo no están asociados al concepto de error de atribución fundamental, ni pretenden tener un sesgo punitivo (que no corresponde a la autora del texto). En todo caso, la solicitud de responsabilidad por mala praxis, si se considera que la ha habido, concierne a las administraciones encargadas de velar por el cumplimiento de la legislación y los criterios en materia de conservación del patrimonio.

ANEXO

Alguno de los catálogos de piezas constructivas y ornamentales para la comercialización de objetos de fundición desde principios del siglo XIX:

Franceses:

ANDRE, J.P.V. DUCEL, J.J., et FILS (2000): *Val d'Osne, Society of Foundries and Metalwork*, Sessay Ed. North Yorkshire: Facsimile reprint, 2 Vol. Paris.

DURENNE, A. (2012): *Ornamental Ironwork: Over 670 Illustrations*, Ed. Dover Publications.

Ingleses:

DARBY, A. (1709): «Coalbrookdale Company». *Industrial Archaeology Review*, XII (1), págs. 127–144.

MACFARLANE W. and COMPAN (1880-1883): *Illustrated Catalogue of Macfarlane's Castings*. Scotland. Glasgow. (2 volúmenes).

RAISTRICK, A. (1989): *Dynasty of iron founders: the Darbys and Coalbrookdale*, 2nd rev. ed., Coalbrookdale: Sessions Book Trust/Ironbridge Gorge Museum Trust.

THOMAS, E. (1999): *Coalbrookdale and the Darby family: the story of the world's first industrial dynasty*, York: Sessions/Ironbridge Gorge Museum Trust.

Estadounidenses:

BADGER, D. (1865): *Architectural Iron Works of the City of New York*. Baker & Godwin, printers.

Referencias bibliográficas

ARROYO SERRANO, S.; GIMÉNEZ PRADES, D., y SÁNCHEZ MUSTIELES, D. (2018): *Conservación y restauración de patrimonio industrial*. Madrid: ed. Síntesis.

ARTOLA, D. (2012): «El Puente Colgante emula al muro de Berlín y vende sus piezas reemplazadas por 10 euros». *Diario Deia*, 16 de febrero. Disponible en: <https://www.deia.eus/bizkaia/2012/02/16/puente-colgante-emula-muro-berlin/198382.html> [Consulta: 17 de noviembre de 2021].

CASANELLES I RAHOLA, E. (2002): «El patrimonio industrial en el contexto internacional». En: *Gestión del patrimonio industrial en la Europa del siglo XXI*. Bilbao: AVPIOP-IOHLEE, pp. 308-315.

MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE (2001): *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*, Ed. 2015. Madrid: Secretaría General Técnica, Ministerio de Cultura y Deporte.

MINISTERIO DE CULTURA (2007): «El Plan de Patrimonio Industrial». *Revista Bienes Culturales*, 7. Madrid: Ed. Secretaría General Técnica.

MORCILLO, M.; FUENTE, D. DE LA; DÍAZ, I., y CANO, H. (2011). «Atmospheric corrosion of mild Steel». *Revista Metal*, 47 (5), pp. 426-444.

REYNAUD, A. (2010). «Corrosion of Cast Irons». En *Shreir's Corrosion*. Oxford (RU): Elsevier, pp.1737-1788.

SORIANO, P. (2012). «Las piezas originales del Puente Colgante se han transformado en souvenirs». AbsolutBilbao, 7 de marzo. Disponible en <https://www.absolutbilbao.com/las-piezas-originales-del-puente-colgante-se-han-transformado-en-souvenirs/> [Consulta 17 de noviembre de 2021]

TRANSBORDADOR DE VIZCAYA, S.L. (2021): *Puente Bizkaia*. Disponible en: <https://puente-colgante.com/tienda/pisapapeles-carril-puente/> [Consulta: 24 de marzo de 2022].

VV AA (2001): *100 elementos del patrimonio industrial en España*, TICCIH España (Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial). Madrid: Ed. CICEES.

Análisis de materiales y conservación del patrimonio industrial: desafíos del plástico como material en museos

Elena Gómez Sánchez y Simon Kunz

Departamento de Investigación de Ciencia de Materiales, Deutsches Bergbau-Museum Bochum (DBM, Museo Alemán de Minería en Bochum)

Elena.GomezSanchez@bergbaumuseum.deBochum

Simon.Kunz@bergbaumuseum.de

Resumen

El patrimonio industrial ha de ser preservado para futuras generaciones. En las últimas décadas, un tipo relativamente nuevo de materiales en el contexto museístico ha comenzado a ocupar un lugar de relevancia tanto en las salas de museo como en sus estrategias de conservación: el plástico, un material de importancia primordial para la sociedad.

Los agresivos procesos de degradación de estos materiales son imparables y afectan a la percepción e interpretación por parte del visitante de los objetos que los contienen, limitando seriamente su futuro en el museo. Debido a la enorme variedad de estructuras químicas, la resistencia de diversos plásticos frente a diferentes condiciones es radicalmente distinta, lo que hace imprescindible su identificación en una colección. Particularmente importante es la identificación de los “plásticos agresivos”.

Frente a estos problemas, la investigación de la degradación de materiales poliméricos en museos, especialmente en museos con patrimonio industrial, ofrece preciosas ventajas en el estudio de la estabilidad y la historia de estos materiales cultural y socialmente significativos.

Abstract

Industrial heritage must be preserved for future generations. In recent decades, a relatively new type of material in the museum context has begun to occupy an important place both in museum rooms and in their conservation strategies: plastic, a material of primary importance to society.

The aggressive processes of degradation of these materials are unstoppable and affect the visitor's perception and interpretation of the objects that contain them, seriously limiting their future in the museum. Due to the enormous variety of chemical structures, the resistance of various plastics to different conditions is radically different, which makes their identification in a collection essential. Particularly important is the identification of the so-called “malignant plastics”.

In the face of these problems, research into the degradation of polymeric materials in museums, especially industrial museums, offers precious advantages in the study of the stability and history of these culturally and socially significant materials.

Palabras clave: Plásticos, polímeros, patrimonio industrial, conservación preventiva, patrimonio industrial, ciencia de la conservación.

Key words: Plastics, polymers, preventive conservation, industrial heritage, heritage science.



Introducción

El patrimonio industrial recogido en instituciones como el Deutsches Bergbau-Museum Bochum (Museo Alemán de la Minería en Bochum, Alemania, DBM) es parte del legado histórico y cultural que ha de ser preservado para futuras generaciones. En las últimas décadas, un tipo relativamente nuevo de material, al menos en el contexto museístico, ha comenzado a ocupar un lugar de relevancia tanto en las salas de museo de patrimonio industrial como en sus estrategias de conservación. Se trata de un material de importancia primordial para la sociedad, tanto económica como culturalmente: el plástico. Desde el siglo XIX, el plástico influye en nuestras vidas y en nuestra historia, y, como para cualquier rama de la industria, se ha vuelto indispensable para la minería.

La sensibilidad de estos nuevos materiales de museo a factores como humedad, temperatura y condiciones lumínicas durante su exposición y almacenamiento limita seriamente su estabilidad y, por lo tanto, su futuro en el centro. Debido a la enorme variedad de estructuras químicas, la resistencia de diversos plásticos a distintas condiciones ambientales es radicalmente diferente. Localizar e identificar de manera correcta los distintos tipos de plástico en una colección resulta, pues, imprescindible.

Aunque los mecanismos químicos básicos del envejecimiento de los polímeros (componentes mayoritarios de los plásticos) son, en general, conocidos, la estabilidad a largo plazo de muchos de estos materiales permanece en su mayoría inexplorada, especialmente con respecto a su conservación en bienes culturales.

De hecho, cuando se habla de la estabilidad de los plásticos, es necesario definir la escala temporal. El tiempo de vida de un objeto de museo contrasta con la vida útil habitual de los productos plásticos, de unos pocos años en general. ¿Qué supone la conservación de objetos de plástico durante décadas o siglos, un periodo normal en museos? ¿Cómo se deterioran las propiedades ópticas y mecánicas de los plásticos con el tiempo, dos requisitos previos para poder presentar objetos al público? Desde la aparición de exudados en la superficie hasta la formación de grietas y pérdida de cohesión, y, en los casos más graves, una completa licuación del material original, los agresivos procesos de degradación de estos materiales son imparables y afectan a la percepción e interpretación del visitante de los objetos afectados.

Frente a estos problemas, con escasas soluciones prácticas a día de hoy, la investigación de la degradación de materiales poliméricos en museos, especialmente en museos industriales, ofrece inestimables ventajas para el estudio químico de la estabilidad y la historia de estos materiales cultural y socialmente significativos.

Plásticos en museos: un material social e históricamente relevante

Los museos tienen la misión de preservar sus fondos para las generaciones futuras. Especialmente en museos con patrimonio industrial y tecnológico, como el DBM, esto se traduce en la preservación y el estudio de objetos representativos tanto de épocas pasadas como de tecnología de vanguardia. Como resultado, el personal de dichos museos se enfrenta constantemente a materiales nuevos, entre ellos los plásticos.

Los materiales poliméricos son omnipresentes en los museos industriales, ya sea en medios de documentación audiovisuales, en objetos tridimensionales, como un «simple» componente con una función particular en objetos de gran tamaño, o como barniz protector. A menudo, sin embargo, se subestima su presencia en tales colecciones.

Los primeros plásticos comerciales se popularizaron hace 150 años y están extendidos, bien como objeto de museo (Keneghan, 1996), bien como un material incorporado *a posteriori*, con frecuencia en el marco de medidas de conservación tales como consolidantes, adhesivos, recubrimientos protectores, etc. En sus diversos campos de aplicación, estos materiales poliméricos son dignos de ser conservados si se han de asegurar posibles referencias a su función, y, por lo tanto, a su inteligibilidad o a su apariencia visual.

La vida media de un objeto de museo contrasta con la vida útil habitual de los productos, que, por lo general, solo abarca algunos años o décadas. Sin embargo, su inestabilidad inherente limita seriamente su conservación más allá de su vida útil. Los procesos de degradación afectan a la integridad de los plásticos en objetos de los museos, llevando en no pocos casos hasta su desintegración y pérdida completas. Como resultado, cada año se pierden numerosos objetos del museo. La pérdida es doble. Por un lado, al público se le niega la posibilidad de experimentar el legado de una época, de la cual el objeto es testigo material. Por otro, al investigador se le priva del estudio e interpretación de ese objeto y material concretos en su contexto histórico. La adopción oportuna de medidas de conservación y restauración es esencial para prevenir esta pérdida.

Los polímeros son unidades monoméricas repetitivas que forman cadenas de gran longitud. Dependiendo del tipo y disposición de los monómeros, la química de los enlaces que los constituyen y del grado de polimerización, la variedad de estructuras posibles es inmensa. Por ejemplo, mientras que el polietileno consiste en monómeros de etileno unidos por enlaces carbono-carbono, el policarbonato puede alternar en su estructura grupos carbonato con monómeros de bisfenol A.

Asimismo, la arquitectura de la cadena molecular es importante. Los polímeros pueden existir como cadenas largas no unidas entre sí químicamente, como en el caso de los termoplásticos. Si estas cadenas están unidas entre sí por enlaces químicos, los productos obtenidos serán, en función del grado de entrelazamiento, bien elastómeros (bajo grado de reticulación), bien polímeros termoes- tables (alto grado de reticulación). El grado de entrecruzamiento influye así en las características termomecánicas de los polímeros respectivos y forma la base para su clasificación. Hay una enorme variedad de estructuras posibles que, a su vez, permiten alcanzar un amplio espectro de propiedades. La mezcla de polímeros con otros materiales, aditivos tales como plastificantes o pigmentos, da lugar a los plásticos. Una amplia diversidad de aditivos mejora la procesabilidad y las propiedades de los polímeros.

Los plásticos se han vuelto imprescindibles en nuestra sociedad actual. La mayoría de ellos están basados en productos derivados del petróleo, lo que supone el uso del 4 % del petróleo extraído, aproximadamente. A partir de éste se originan anualmente más de 250 millones de toneladas de polímeros (Kaiser, 2011). Su creciente producción (en la década de 1950 se produjeron por ejemplo 1,5 millones de toneladas) refleja la demanda de la sociedad de consumo. Esta, necesariamente, se hace notar en la influencia de los plásticos en todas las áreas. La razón de su calado es que aúnan en un mismo material numerosas ventajas, pudiendo presentar una amplia gama de propiedades como flexibilidad, transparencia, aislamiento eléctrico y térmico, y resistencia química. Gracias a ello son imprescindibles en aplicaciones en las que no pueden ser sustituidos por ningún otro material. Además de cerrar una brecha en el espectro de materiales existentes, su bajo peso los hace ideales para reemplazar materiales tradicionales. Entre otros ejemplos se pueden nombrar las botellas de tereftalato de polietileno (PET) en sustitución del vidrio, los mangos de poliuretano (PU) en lugar de madera, o plásticos reforzados con fibra de carbono reemplazando al metal en la construcción de automóviles o aviones.

Otras ventajas de los plásticos son el reducido consumo de energía durante su producción y sus bajas temperaturas de procesamiento. Uno de los primeros plásticos relevantes para aplicaciones técnicas es el caucho vulcanizado (Waentig, 2008: 174), que se ha utilizado desde la década de los años treinta del siglo XIX bajo el nombre de ebonita o vulcanita (hoy en día, simplemente, caucho). Desde entonces han aparecido muchos otros plásticos. Algunos, como el polietileno, el polipropileno, el poliestireno y el PET, se utilizan como 'generalistas' en aplicaciones diferentes. Muchos otros se adaptan como plásticos especializados para una aplicación en particular, como el politetrafluoroetileno (teflón), la polieteretercetona (PEEK) o la poliimida (Kaiser, 2011: 30). Los poliuretanos ocupan un lugar especial en este último grupo y pueden tener un comportamiento termoplástico (TPU), elastomérico o termoestable, según los monómeros de partida usados, tanto diferentes polioles (poliéster o poliéter) como diferentes isocianatos. Esto se manifiesta no solo en diferentes propiedades, sino también en su durabilidad.

Inicialmente concebidos como sustitutos, en especial durante la Segunda Guerra Mundial, en la década de 1950 los plásticos fueron símbolo del milagro económico. Gracias a su rentable producción, llevaron prosperidad y una mejor calidad de vida a muchas personas (Braun, 2010: 68-73). Una vez descubiertos por artistas y diseñadores, cobraron adicionalmente relevancia cultural. En la industria minera, la introducción de materiales plásticos supuso particularmente una revolución en cuanto a la seguridad en el trabajo: desde mangos de ciertos elastómeros (Vulkolan) capaces de amortiguar la vibración de martillos neumáticos, hasta aparatos respiratorios mejorados. Los plásticos permiten la confección de piezas y objetos que, debido en gran medida a su geometría y a sus necesidades funcionales, eran hasta entonces impensables con materiales clásicos.

Riesgos del material plástico en museos. La inestabilidad de los plásticos

El empeño de los museos en preservar objetos «si no para siempre, al menos para una eternidad», presenta muchos desafíos. Los plásticos son especialmente vulnerables y, según los materiales presentes, pueden comenzar a presentar signos de degradación en unos pocos años. Un factor importante que hay que considerar es la escala temporal. Reacciones químicas lentas que no desempeñan ningún papel durante la primera etapa de vida de los objetos (su vida «útil») pueden ser decisivas a largo plazo. Algunos de estos procesos de degradación comienzan, de hecho, durante su producción, pero no se manifiestan visualmente o en las propiedades mecánicas de los objetos hasta pasado cierto tiempo.

El conjunto de las influencias externas es crucial para el estado de conservación de un objeto, por lo que es importante llevar un seguimiento y control de la humedad relativa y de la temperatura. Otros factores relevantes son las condiciones lumínicas de exposición, los contaminantes e, incluso, la exposición al oxígeno de la atmósfera (particularmente crítico, por ejemplo, para el caucho).

Sin embargo, ciertos polímeros presentan algunos problemas intrínsecos de estabilidad, independientes de factores externos, que deben ser tenidos en cuenta.

Tanto los problemas de estabilidad intrínseca como la resistencia de los distintos plásticos a los factores externos varían según su estructura química. Así, algunos plásticos son muy sensibles a la humedad, como el poliésteruretano o el acetato de celulosa, mientras que otros sufren bajo influencia de la luz de ciertas longitudes de onda, como el poliéteruretano o el poliestireno. Paradójicamente, otros polímeros como el PET o el polietileno se están convirtiendo en un problema ambiental cada vez mayor. El PET es un claro ejemplo de cómo las expectativas de los museos en cuanto a los materiales plásticos son radicalmente diferentes a las impuestas por la sociedad. Mientras que un objeto de museo ha de perder lo menos posible de la materia que lo constituye, un objeto del mismo material en el medio ambiente, idealmente, se habría de desintegrar en un corto plazo de tiempo sin dejar ningún resto nocivo para éste. De esta manera, mientras que hasta restos microscópicos de plásticos conllevan problemas medioambientales, como en el caso de los tristemente

famosos microplásticos (Bertling, Bertling y Hiebel, 2015), cambios mínimos en objetos de museo son motivo de preocupación e indican la necesidad de tomar medidas de conservación. Hay, por tanto, un abismo entre ambos puntos de vista.

Pero también los polímeros de mayor estabilidad sufren modificaciones con el tiempo. En estos casos, el polímero puede no ser el causante del problema, sino uno de los aditivos (plastificantes, pigmentos, cargas...) que forman parte del plástico. Por ejemplo, debido a problemas de compatibilidad que solo se manifiestan durante largos periodos de tiempo y que pueden ocasionar la pérdida de forma o color, conllevando por lo tanto un cambio en cómo el visitante experimenta el objeto, y, en consecuencia, una pérdida del patrimonio cultural.

Los procesos de degradación de un material polimérico comienzan en la etapa de producción y no pueden detenerse ni revertirse. Teniendo en cuenta esta situación, hay dos tipos de actuaciones posibles: preventivas, que ralentizan estos procesos para evitar que el daño se haga patente o se propague, o curativas (restauradoras), para garantizar la estabilidad del objeto o hacerlo comprensible para el público. Según Arrhenius, una reducción de la temperatura ambiente disminuye la velocidad de estas reacciones. Sin embargo, este no es un método aceptable para todos los plásticos, ya que las bajas temperaturas pueden generar problemas de compatibilidad entre los diferentes componentes, y pueden llevar, por ejemplo, a la segregación del plastificante en forma de restos viscosos en la superficie del objeto.

Algunos de estos procesos de degradación son autocatalíticos. Es decir, una vez que comienza la reacción, ésta es catalizada por uno de los productos que aparecen en la misma, prosiguiendo a una velocidad cada vez más elevada. A menudo, los productos de degradación son volátiles y, por ello, capaces de atacar a otros materiales.



Figura 1. Degradación en una suela de poliuretano de calzado de seguridad utilizado en la minería (*Consolidation*, Gelsenkirchen) de la colección DBM. Fotografía: Simon Kunz, DBM.



Figura 2. Lámpara de minero de nitrato de celulosa de la colección DBM. Fotografía: Cristian Mazzon, DBM.

Las Figuras 1 y 2 muestran ejemplos de objetos de plástico de la colección de DBM con un grado de descomposición avanzado que llevó a la pérdida de los objetos para el público. En la Figura 1, la suela de poliésteruretano de calzado de seguridad presenta los típicos signos de degradación de este material, es decir, grietas e inclusiones que varían de coloración (grises a blancas). Estos fenómenos pueden atribuirse al proceso de hidrólisis en presencia de humedad de los grupos éster del poliésterpoliol (que conforma uno de los dos segmentos del poliésteruretano) con formación de ácido, en este caso ácido adípico. Dado que la hidrólisis es a su vez catalizada por ácidos, la reacción es autocatalítica.

También es autocatalítica la degradación de otro plástico común en museos: el nitrato de celulosa. La Figura 2 muestra una lámpara de minero con signos de degradación típicos, como cuarteo en profundidad y agrietamiento. En el caso de los objetos de nitrato de celulosa, es desaconsejable

alojarlos junto con otras piezas, ya que el subproducto de la degradación, el ácido nítrico, es altamente corrosivo. Los nitratos celulósicos son unos de los llamados «plásticos agresivos» (*malignant plastics* en la bibliografía anglosajona) a los que se dedica el siguiente capítulo.

Necesidad de identificar materiales en colecciones de museos: «Plásticos agresivos»

El primer paso para definir las medidas necesarias de conservación preventiva para un objeto plástico concreto es la identificación del material presente.

Ciertos tipos de plástico tienen un papel destacado en las colecciones y sus estrategias de conservación preventiva. Estos plásticos no solo están en peligro por su inestabilidad, sino que en su degradación también liberan productos corrosivos que atacan los objetos cercanos, como otros plásticos o metales. Por esta razón, estos plásticos históricos suelen denominarse «plásticos agresivos» (Williams, 2002: 1-11). Son los derivados de la celulosa, el caucho vulcanizado y el cloruro de polivinilo (PVC en las siglas en inglés), que también se encuentran entre los primeros plásticos en ser producidos. Estos materiales son intrínsecamente inestables y producen, de manera respectiva, ácido nítrico o acético (según el derivado de celulosa), ácido sulfúrico (caucho vulcanizado) o ácido clorhídrico (PVC). Estas sustancias no solo son un problema para otros objetos, sino también un riesgo de seguridad para las personas que los tratan sin la adecuada protección (por ejemplo, el uso de guantes durante su manipulación). Entre los plásticos agresivos se incluyen a menudo, asimismo, los poliésteruretanos, aunque el ácido que se genera no es tan volátil ni tan reactivo como los ya citados.

Entre los derivados de la celulosa se encuentran el nitrato de celulosa (NC) y el acetato de celulosa (AC). El nitrato de celulosa se comenzó a utilizar en el siglo XIX para la producción de material fílmico, así como en objetos tridimensionales como sustituto de materiales nobles como marfil o carey. Más adelante se desarrollaron recubrimientos protectores de NC para madera, vidrio y superficies metálicas, un uso que continuó hasta la década de 1970. El AC surgió como sustituto del NC, que había caído en descrédito debido a su alta inflamabilidad, especialmente en la industria del cine, donde incluso se llegaron a perder vidas. En cuanto a los procesos químicos implicados, el mecanismo primario de degradación del NC es por escisión térmica, fotoquímica o por hidrólisis de los grupos nitrato.

Objetos hechos de NC y AC se vuelven frágiles, amarillean y agrietan, produciendo ácido nítrico, en el caso de NC, y ácido acético, en el de AC. Estos ácidos aceleran el proceso hidrolítico y causan degradación en objetos adyacentes. El ácido acético y el ácido nítrico son volátiles y pueden distribuirse en la vitrina o en el lugar de almacenamiento si la ventilación no es buena. Se estima que la pérdida de películas de cine mudo a causa de la inestabilidad del NC es del 80 % (Tenenbaum, 2017).

El proceso de vulcanización del caucho fue esencial para su difusión como material técnico. En este proceso se hacen reaccionar diferentes cantidades de azufre con el polímero de partida, según el grado de entrecruzamiento y las propiedades deseadas. Con el tiempo, la exposición al oxígeno y la humedad del aire transforman el azufre en ácido sulfúrico, que puede comenzar o acelerar la degradación de otros materiales adyacentes.

En el caso del cloruro de polivinilo (PVC), el peligro que puede suponer para otros objetos, o partes de ellos, es doble. Por un lado, puede desencadenar generación de ácido, en este caso clorhídrico, y, por otro, puede producir exudación de plastificantes (Shashoua, Schnell, y Young, 2002: 69-79), que pueden penetrar por migración desde un componente de PVC a otro que esté en contacto con él, modificando sus propiedades ópticas o mecánicas. Este peligro ha de ser tenido en cuenta particularmente en objetos compuestos por diferentes materiales, como ocurre con frecuencia en el caso del patrimonio industrial.

También ciertos poliuretanos, los poliésteruretanos, pueden generar productos ácidos durante su degradación, pero, sin embargo, no suelen ser ni tan corrosivos ni tan volátiles como los ya

mencionados. En casos extremos, y dependiendo de la formulación, la degradación puede llevar a la licuación del material, que se transforma en una masa viscosa que puede impregnar otras partes del objeto cercanas o material de embalaje.

Identificación de plásticos

Para poder asegurar la conservación de una colección es necesario segregarse estos «plásticos agresivos» de otros objetos y proporcionarles una ventilación adecuada. Para ello, es esencial la localización temprana de estos plásticos en la colección.

Como medida de seguridad general para la manipulación de plásticos históricos, es imprescindible el uso de guantes de nitrilo desechables, que habrá que cambiar con regularidad. Esta medida tiene como objetivo la protección del personal, ya que en la superficie de los objetos se pueden encontrar los productos corrosivos para la piel detallados con anterioridad. Por otro lado, asimismo, se protegen los objetos. El cambio regular de los guantes, sobre todo cuando se manipulan objetos diferentes, evita la diseminación de estos productos de degradación. Es imprescindible lavarse las manos antes y después de cada sesión (Tsang, 2010: 16-22).

Existen diferentes posibilidades para la identificación de plásticos en una colección según el tipo de información disponible:

a) Rasgos característicos de los plásticos

Una herramienta sencilla es la descripción formal de los plásticos: transparencia, si se trata de una espuma, de una pieza maciza... Todas estas atribuciones son fáciles de hacer y ayudan en la identificación. Una fuente de referencia en este aspecto es el libro *El reconocimiento de los plásticos* de Dietrich Braun (Braun, 2012: 79-88), que incluye, además, una descripción de los plásticos históricos. A menudo, en el reverso de los objetos, se pueden encontrar marcas que facilitan la identificación del proceso por el que se ha producido, ayudando a acotar el número posible de materiales. Con suerte, puede aparecer incluso un nombre de marca comercial para cotejar con fuentes históricas (National Park Service, 2010: 1-6; García Fernández Villa, 2010).

También pueden ser útiles los signos de degradación que presenta la pieza, como grietas, desgaste, fragilidad, decoloración (amarilleamiento) o eflorescencias. Algunas señales de degradación de materiales como el NC o el poliésteruretano son muy específicos y fácilmente reconocibles con la debida experiencia, y tras consulta de la bibliografía pertinente (véase la bibliografía citada).

De forma paralela a la descripción del aspecto y de las características observables del objeto, hay un tercer método, también sencillo, que ayuda a identificar los plásticos agresivos. Se trata del papel indicador de pH¹, que es capaz de detectar la presencia de restos ácidos en la superficie del objeto o que emanan de éste. Este método, y su aplicación en la conservación preventiva en colecciones, se describirá más adelante en profundidad.

La Tabla 1, que no pretende ser exhaustiva, reúne información sobre los «plásticos agresivos» y las pistas que pueden ayudar a reconocerlos visualmente en colecciones (Waentig, 2008; National Park Service, 2010: 1-6). La tabla incluye una columna para las características típicas y, asimismo, una descripción de los daños más comunes.

¹ Los indicadores de pH típicos están optimizados para la medida de medios acuosos. Para gases alrededor de los objetos se pueden usar los *A-D Strips* del Image Permanence Institute (IPI, en: www.imagepermanenceinstitute.org/imaging/ad-strips, revisado el 23 de julio de 2018) y Dancheck (en: www.cwaller.de/deutsch.htm?dancheck.htm information, revisado el 23 de julio de 2018). Ambos productos fueron desarrollados para la detección de ácido en las proximidades de objetos de AC, pero reaccionan a ácidos en general.

Tabla 1
Características visuales y termomecánicas, y daños típicos de los llamados «plásticos agresivos»

Plástico	Punto culminante de la producción	Descripción del material (ejemplo)	Descripción de los daños típicos
Nitrato de celulosa (NC)	1870-aprox. 1930 (descartar en objetos producidos antes de 1862)	Termoplástico, duro, transparente u opaco, de diferentes colores, según el grado de nitración inflamable, en objetos de uso diario como sustituto de materiales caros de origen natural, imitación de marfil, carey (material filmico, gafas de seguridad)	Friabilidad, microgrietas, desprendimiento de material, corrosión de partes metálicas en su entorno, depósitos líquidos en la superficie, en ocasiones olor a alcanfor
Acetato de celulosa (AC)	1905-aprox. 1920 (descartar en objetos producidos antes de 1869)	Termoplástico, duro, transparente u opaco, de diferentes colores (material filmico, sustituto del NC)	Friabilidad, desprendimiento de material, en estado avanzado de degradación, olor a vinagre, deformación por arqueamiento (Figura 3)
Poliuretano (PU)	Desde 1950 hasta la actualidad (descartar en objetos producidos antes de 1937)	Espumas de celda cerrada o abierta, elásticas o duras, según la composición pueden presentar propiedades elásticas o termoestables ² (espumas, suelas de zapato, empuñaduras)	Según la composición, licuación, fragilidad, grietas, desprendimiento de material, cuarteamiento, eflorescencias blancas, endurecimiento de espumas, superficies pegajosas, amarilleamiento, protrusiones blancas (ver Figura 1)
Caucho	Vulcanizado a partir de 1839	Opacos, elastómeros. Según el grado de vulcanización, presenta propiedades más elásticas o mayor dureza. Rango de color: color miel hasta marrón oscuro o negro (neumáticos)	Endurecimiento, grietas, fragilidad
Cloruro de polivinilo (PVC)	Desde 1930 hasta la actualidad (descartar en objetos producidos antes de 1926)	Termoplástico. El rango de dureza varía entre blando y duro según la proporción de plastificante (botas de goma, recubrimiento de cables, imitación de cuero, textiles)	Superficies pegajosas, exudaciones transparentes o blanquecinas (plastificante), endurecimiento, fragilidad, deformaciones, amarilleamiento en las zonas expuestas a la luz



Figura 3. Degradación en una cinta de acetato de celulosa (deformación, fragilidad, corrosión en la proximidad de partes metálicas almacenadas, ataque biológico debido a una inadecuada humedad relativa durante el almacenaje). Fotografía: Simon Kunz, DBM.

² BASF Polyurethanes: Elastolit® D/K/R – Rigid Integral- and RIM- Systems. En: www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/en_GB/content/productbrand/elastolit, revisado el 23 de julio de 2018.

b) Pruebas químicas sencillas

También es posible identificar diferentes plásticos a través de pruebas químicas sencillas. Por ejemplo, se puede detectar la presencia de ácidos con papel indicador de pH. Por otro lado, sometiendo una pequeña muestra a una temperatura determinada, se puede averiguar si un material es termoplástico o se trata de un polímero con entrecruzamiento (como elastómeros y termoestables).

Al tomar una muestra, se ha de tener en cuenta que se trata de un procedimiento invasivo, que debe evitarse mientras existan otras alternativas viables. La toma de la muestra no ha de realizarse sin conocimientos de restauración y conservación, y preferentemente ha de ser llevada a cabo por un conservador/a o científico/a con experiencia en análisis de patrimonio histórico o artístico, o tras una consulta con alguno de ellos. Si es inevitable la toma de una muestra, entonces se recomienda obtener la cantidad de material justo e imprescindible para los análisis. Una buena zona para ello es la parte trasera o inferior de los objetos, o cualquier zona oculta, de manera que no sea perceptible a simple vista ni el aspecto del objeto sea modificado de manera alguna. El canto de una placa de vidrio portaobjetos se ha usado con éxito como herramienta para la toma de muestras del menor tamaño posible (submilimétrico) con este fin (Fenn y Williams, 2018). En la toma de la muestra se ha de evitar su contaminación con otros materiales que pudieran falsificar los resultados.

c) Análisis microquímico

Los análisis microquímicos [«Spot Tests» en la literatura anglosajona (Fenn y Williams, 2018)] consisten en hacer reaccionar una muestra de plástico con un producto químico determinado, causando, por ejemplo, un cambio de color en la disolución resultante, que evidencia la presencia de un polímero concreto en la muestra. Existen diferentes tipos de reactivos para la identificación de distintos polímeros.

Sin la adecuada experiencia, estas pruebas pueden ser complejas de interpretar y no siempre inequívocas. Además, son invasivas (ver apartado anterior) y requieren la manipulación de reactivos químicos. Este proceso exige experiencia y el establecimiento de medidas de seguridad adecuadas. La Tabla 2 presenta alguno de estos análisis microquímicos según las recomendaciones del Instituto de Conservación Canadiense (Canadian Conservation Institute) y la bibliografía citada por éste.

Polímero	Análisis microquímico	Resultado positivo
Nitrato de celulosa	0,5 % difenilamina, 90 % ácido sulfúrico	Coloración azul
Acetato de celulosa	Determinación de acetatos con hidroxilamina y cloruro de hierro (III)	Coloración rojo oscuro
Cloruro de polivinilo	Prueba de Beilstein para la determinación de halógenos	Llama verde

d) Enfoque instrumental

Como se ha dicho, la identificación y subsiguiente aislamiento de «plásticos agresivos» es uno de los primeros pasos para hacer posible la supervivencia de una colección. Para este propósito, una técnica particularmente útil es el análisis por espectroscopía infrarroja (FTIR, acrónimo inglés de Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Esta técnica permite de manera sencilla y por lo general inequívoca

identificar el tipo de plástico presente. En instrumentos capaces de analizar en modo de reflectancia total atenuada (ATR-FTIR en sus siglas en inglés: Attenuated Total Reflection), además, se pueden llevar a cabo exámenes no invasivos en poco tiempo, apenas un par de minutos, si el tamaño y la geometría del objeto lo permite. El resultado es un espectro de infrarrojo que se puede comparar con aquellos de materiales conocidos. De esta forma, se puede identificar la composición de un plástico desconocido determinado o, al menos, el tipo de polímero presente. Igualmente, en algunos casos, los datos recopilados pueden proporcionar información adicional sobre los aditivos, como cargas o plastificantes, y el estado de degradación.

Este enfoque requiere un equipo de infrarrojo, del que hay diferentes versiones, y experiencia en la interpretación de los datos espectroscópicos obtenidos. La versión avanzada de estos equipos suele encontrarse en laboratorios de cualquier universidad con una facultad o departamento de química. Hay también aparatos más sencillos en la versión transportable. El coste de analizar varios cientos de objetos, como pueden ser precisos en el curso de un inventario de una colección histórico-cultural de tamaño mediano, puede resultar considerable. En una situación ideal, estos análisis se realizarían *in situ* con la ayuda de un instrumento de infrarrojo portátil para evitar el transporte de los objetos.

Es posible obtener más información sobre la composición del material, en concreto sobre la estructura del polímero y los aditivos presentes, por medio de cromatografía de gases acoplada a espectroscopía de masas (GCMS en sus siglas en inglés, Gas Chromatography – Mass Spectrometry), precedida de pirólisis (py-GCMS). Esta técnica requiere una muestra de solo unos cuantos microgramos. Estos análisis son más costosos y no son necesarios para obtener una primera clasificación de los materiales en riesgo.

La interpretación de los resultados de todos los test descritos se complica por los procesos de descomposición de los plásticos. La pérdida de las características termomecánicas originales dificulta, por ejemplo, la asignación del plástico, ya que este puede haber perdido las propiedades elásticas originales y haberse vuelto duro y frágil. Por otro lado, las bases de datos de FTIR contienen, raramente, espectros de referencia de plásticos envejecidos. Sin embargo, el proceso de envejecimiento puede causar transformaciones químicas profundas, que se manifiestan en el espectro de infrarrojo del plástico, lo que dificulta su identificación por FTIR. La experiencia de los laboratorios de los museos con este tipo de materiales es capaz de contrarrestar esta desventaja.

La Tabla 3 resume las posibilidades ya mencionadas para la identificación de plásticos y ofrece una comparación de las ventajas y desventajas de cada enfoque.

Tabla 3
Resumen de las ventajas y desventajas de los diferentes enfoques para la identificación de plásticos en museos

Método	Ventajas	Inconvenientes
a) Características ópticas	Bajo coste, sin toma de muestra	Requiere tiempo, resultados no unívocos, requiere experiencia
b) Pruebas químicas sencillas	Bajo coste	Se requiere toma de muestra, la identificación de plásticos concretos no siempre es posible, posibles interferencias
c) Análisis microquímico	Posibilidad de identificar diferentes polímeros	Toma de muestra necesaria, manipulación de reactivos peligrosos, resultados en ocasiones subjetivos, requieren experiencia para ser interpretados con seguridad
d) Enfoque instrumental	Resultados unívocos, identificación de diferentes polímeros, con ATR-FTIR sin toma de muestra (según tamaño y geometría del objeto)	Alto coste, requiere base de datos propia o comercial

Posibles soluciones y su practicabilidad: conservación preventiva

La mayoría de los museos no tienen las capacidades analíticas, los recursos y el conocimiento para llevar a cabo alguno de los procedimientos expuestos. Pero aun sin la capacidad de identificar de manera inequívoca los plásticos en la colección, se pueden poner en práctica algunas medidas preventivas sencillas que tienen un efecto positivo en el estado de conservación de la colección. Estas actuaciones permiten un uso económico y eficaz de los recursos existentes y, a la vez, prolongar la vida de una colección.

En primer lugar, se recomienda efectuar un muestreo representativo para evaluar la situación actual de los objetos. Hay que incluir la mayor variedad posible de objetos, y de materiales, si se dispone de la información. A continuación, hay que examinar una sección transversal de objetos representativos, evaluar la condición de las piezas plásticas y, por último, identificar el material si es posible. Sobre la base de esta información, se puede desarrollar un plan de conservación adecuado para los materiales identificados que tenga en cuenta los recursos disponibles.

Cuando sea necesario actuar con urgencia, por ejemplo, por observarse signos de degradación, falten recursos o tiempo para efectuar un muestreo representativo de la colección, puede ser ventajoso seguir los siguientes pasos:

a) Separar los «plásticos agresivos» del resto de la colección.

1. Localizar las ubicaciones en las salas de almacenamiento que alberguen un número conspicuo de materiales degradados. La búsqueda debe incluir objetos de la colección y otros componentes, como elementos de embalaje. Corrosión, decoloración o depósitos en la superficie pueden indicar la presencia de un agente corrosivo en la cercanía.
2. En estas áreas, se tienen que buscar objetos y componentes de plástico que huelan de forma característica, a vinagre o a ácido sulfúrico. Una sustancia pegajosa en la superficie puede señalar el origen de los daños. Los objetos con estos rasgos pueden ser los responsables del estado de los objetos mencionados en el punto anterior.
3. Los objetos identificados en el punto anterior deben almacenarse al margen de la colección, en un lugar fresco y bien ventilado, permitiendo suficiente intercambio de aire alrededor de cada objeto.

b) Identificación de materiales potencialmente peligrosos.

Una vez se han separado los objetos sospechosos de causar estragos visibles en otros materiales, hay que identificar materiales potencialmente dañinos y guardarlos por separado, aunque el proceso de degradación a su alrededor aún no sea visible.

Una manera práctica de llevar a cabo este punto es mediante el uso de los indicadores de pH ya mencionados. Su aplicación se describe en detalle en publicaciones del Image Permanence Institute. Este paso debe repetirse con regularidad, de seis a doce meses.

Una vez llevados a cabo estos dos primeros pasos, se han de revisar las condiciones de almacenamiento actuales para mejorar el alojamiento de los diferentes materiales plásticos mediante soluciones prácticas. Este paso se detalla en el siguiente apartado.

Condiciones de almacenamiento y exposición

Tras la identificación de los materiales más peligrosos de la colección, hay que tomar una serie de medidas para prevenir procesos de degradación en los materiales plásticos. En general, unas condiciones climáticas estables, incluso si no son óptimas, son preferibles a cambios frecuentes. Se deben evitar a toda costa valores altos de humedad relativa y de temperatura. El control y la regulación de ambos parámetros no son triviales.



Figura 4. Situación actual de almacenamiento del calzado de seguridad como el mostrado en la Figura 1, del inventario del DBM. El soporte está diseñado para proteger la suela de poliuretano del estrés mecánico. Diseño: Susanne Brunner. Fotografía: Simon Kunz, DBM.

de someter el material a estrés mecánico, razón por la cual se han de evitar variaciones en humedad relativa y temperatura diarias; los cambios estacionales, típicamente más lentos, son menos críticos. Es importante que el material tenga tiempo suficiente para adaptarse a las fluctuaciones y que pueda expandirse o contraerse de forma más uniforme. Esto es posible mediante el uso de materiales que actúen como *buffer*, amortiguando los cambios ambientales. En el caso de los plásticos que se degradan por procesos hidrolíticos, se recomienda mantener un nivel bajo de humedad relativa. No obstante, conviene tener en cuenta también que los plásticos almacenados de esta manera son más frágiles y deben ser manipulados con mayor precaución. Asimismo, hay que considerar la incompatibilidad entre las necesidades de diferentes materiales en los denominados objetos compuestos. El cuero, por ejemplo, no se debe almacenar por debajo del 40 % de humedad relativa. Su coexistencia en objetos donde aparece junto a poliuretanos puede ser problemática; por ejemplo, en calzado de seguridad con poliuretanos sensibles a la hidrólisis.

Igualmente, hay que controlar la exposición a la luz (DIN CEN/TS 16163, 2014). En principio, es preferible la oscuridad, una medida fácil de poner en marcha en depósitos, pero, lógicamente, nada práctica en salas de exposición. Se ha de evitar la luz solar directa y emplear preferiblemente iluminación LED (Piccablotto, 2015: 1347-1352). Se puede encontrar una descripción general de fuentes de luz adecuadas en internet (Rathgen-Forschungslabor, 2019).

Es frecuente el uso de adsorbentes como medida preventiva para el secuestro y eliminación de contaminantes; por ejemplo, en el caso de las sustancias corrosivas emitidas por los «plásticos agresivos». De acuerdo con hallazgos recientes (Shashoua, Schilling y Mazurek, 2014), sin embargo, estos adsorbentes provocan a su vez la pérdida por adsorción de los plastificantes, componentes necesarios en los plásticos, lo que puede conducir a aumentar su fragilidad. Por tanto, estos adsorbentes también pueden facilitar la degradación de los materiales por otros mecanismos. Aunque resulte apropiado en muchos casos, un uso indiscriminado de estos adsorbentes, como ocurre actualmente, puede ocasionar daños asociados dependiendo de la situación concreta. Por eso, las ventajas y desventajas de su empleo deberán ser consideradas en cada circunstancia. La utilización racional de adsorbentes debe estar basada en la localización previa de plásticos agresivos tanto para evitar daños como costes innecesarios.

Para la temperatura se puede afirmar en general que, cuanto menor sea, mejor. Al reducirla se disminuye la velocidad de reacción de los procesos químicos de envejecimiento, según la ecuación de Arrhenius. Sin embargo, el efecto de muy bajas temperaturas aún no ha sido investigado en profundidad y solo debe realizarse bajo inspección periódica y documentando posibles cambios. Sobre todo, hay que evitar las altas temperaturas y buscar lugares alejados de fuentes de calor, como sol en verano y radiadores en invierno.

La regulación de la humedad relativa también es de gran importancia, pero su puesta en práctica resulta más complicada. Hay que procurar una buena ventilación entre los objetos y evitar la existencia de superficies frías donde pueda condensar la humedad del aire; por ejemplo, gracias a un sistema de aislamiento de paredes y ventanas exteriores. Para prevenir el crecimiento de moho, se deben evitar niveles superiores al 60 % de humedad relativa.

Al igual que otros materiales, los plásticos también tienen la capacidad de incorporar y liberar la humedad en mayor o menor medida y según su estructura química. Debido a ello, un cambio en las condiciones ambientales puede

Por último, hay que evitar la aparición de estrés mecánico en zonas vulnerables del objeto, tal y como se muestra en la Figura 4 en el ejemplo de las suelas de zapato de poliuretano.

Perspectivas y necesidad de investigación en ciencia de la conservación

El deseo de preservar los objetos del museo perpetuamente es contrario a los requisitos habituales que, por lo general, se aplican a los plásticos después de su vida «útil» primaria. Los plásticos no deben contaminar el medio ambiente e, idealmente, deben reciclarse para que vuelvan como materia prima al ciclo productivo. En los museos hay ciertas preguntas recurrentes sobre estos materiales: ¿Cuánto tiempo podremos exponer un determinado objeto de plástico en las condiciones actuales? ¿Cómo se debe limpiar? ¿Y exponer? ¿Cómo hay que almacenar el poliuretano? La ciencia aporta pocas respuestas todavía (Keneghan, 2013: 1-4). Para la mayoría de ellas se buscan aún medidas de prevención y restauración realistas, probadas y seguras.

En la actualidad, en el mundo de la investigación se hacen numerosos esfuerzos para comprender los procesos que tienen lugar en los materiales plásticos durante su envejecimiento, así como para estabilizarlos para el futuro. También en el Departamento de Investigación de Ciencia de Materiales del DBM se investiga sobre estos temas. Nuestro objetivo es entender mejor el comportamiento de los plásticos en condiciones museísticas (típicamente suaves) durante largos periodos de tiempo. Nuestro trabajo aspira a describir y caracterizar los fenómenos de envejecimiento y el efecto de ciertos aditivos, en particular en aquellos materiales sometidos a mayor riesgo en nuestro museo, como el poliésteruretano, los derivados de celulosa (NC, AC) y el caucho.

En este contexto, el estudio del material alojado en museos también consigue ofrecer información adicional de interés que ayude a comprender los procesos de producción históricos. Este estudio puede esclarecer el uso de diferentes materiales y aditivos y sus cambios a lo largo del tiempo por razones históricas, sociales o relacionadas con la producción, enriqueciendo así la historia de la tecnología.

Los plásticos son inestables. No fueron creados para ser eternos. Algunos pueden ser capaces de desencadenar o acelerar procesos de degradación de otros objetos. Con ellos, se pierde no solo el objeto del que forman parte, sino también un fragmento de la historia de la tecnología y del avance científico. En el caso de los «plásticos agresivos», incluso se arriesga la preservación de otros objetos. La localización de estos materiales en depósitos, su segregación y una ventilación adecuada son medidas preventivas iniciales, que, en ausencia de recursos financieros, pueden ser muy eficaces y económicamente más viables que un control estricto de temperatura y humedad relativa en todos los depósitos. Estas medidas sí pueden requerir, sin embargo, una cierta reorganización de una parte de los fondos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Elena García Rivas y Francisco Pérez del Valle su inestimable ayuda en la redacción de este documento.

Referencias bibliográficas

BERTLING, R.; BERTLING, J., y HIEBEL, M. (2015): «Microplastics – UMSICHT takes position». En: Fraunhofer Institute for Environmental, Safety, and Energy Technology: *UMSICHT position papers*. Disponible en: www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/en/documents/publications/position-paper/2017/position-paper-microplastic.pdf [Consulta: 23 de julio de 2018].

- BRAUN, D. (2010): «Ein Wort wird zum Begriff». *Kunststoffe*, 5, pp. 68-73.
— (2012): *Erkennen von Kunststoffen – Qualitative Kunststoffanalyse mit einfachen Mitteln*. Múnich: Hanser, pp. 79-88.
- DIN CEN/TS 16163 (2014): *Erhaltung des kulturellen Erbes – Leitlinien und Verfahren für die Auswahl geeigneter Beleuchtung für Innenausstellungen*.
- FENN, J. y WILLIAMS, R. S. (2018): «Caring for plastics and rubbers». Disponible en: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/caring-plastics-rubbers.html> [Consulta: 23 de junio de 2018].
- GARCÍA FERNÁNDEZ-VILLA, S. (2010): *Los plásticos en el arte y el diseño hasta 1945: Historia, tecnología, conservación e identificación*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/11670/> [Consulta: 23 de junio de 2018].
- KAISER, W. (2011): *Kunststoffchemie für Ingenieure – Von der Synthese bis zur Anwendung*. Múnich: Hanser.
- KENEGHAN, B. (1996): «Plastics? Not in My Collection». *Conservation Journal*, 21. Disponible en: www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-21/plastics-not-in-my-collection/ [Consulta: 23 de julio de 2018].
— (2013): «Developing a Strategy for Dealing with Plastics in the Collections of the V&A». *Conservation Journal*, 61, pp. 1-4.
- NATIONAL PARK SERVICE (2010): «Care and Identification of Objects Made from Plastic». *Conserve O Gram*, 8 (4), pp. 1-6. Disponible en: www.nps.gov/museum/publications/conservoogram/08-04.pdf [Consulta: 23 de julio de 2018].
- PICCABLOTTO, G. (2015): «Study on conservation aspects using LED technology for museum lighting». *Energy Procedia*, 78, pp. 1347-1352.
- RATHGEN-FORSCHUNGLABOR (2019): «Zur Bewertung von Lichtquellen nach musealen und konservierungswissenschaftlichen Aspekten». Disponible en: https://www.smb.museum/fileadmin/website/Bildung_Vermittlung/pdf/Liste_Leuchtmittel-2019_08_19__2_.pdf [Consulta: 2 de abril de 2020].
- SHASHOUA, Y.; SCHNELL, U., y YOUNG, L. (2002): «Deterioration of Plasticized PVC Components in Apollo Spacesuits». *Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut*, 15, pp. 69-79.
- SHASHOUA, Y.; SCHILLING, M., y MAZUREK, J. (2014): «The effectiveness of conservation adsorbents at inhibiting degradation of cellulose acetate». *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints 15-19*. Septiembre de 2014. Bridgland, J. (ed.), Melbourne (Australia).
- TENENBAUM, D. (2017): «Fire in a crowded theatre? Nitrate film is crumbling as experts strive to salvage the past». Disponible en: <https://news.wisc.edu/fire-in-a-crowded-theater-nitrate-film-is-crumbling-as-experts-strive-to-salvage-the-past/> [Consulta: 21 de marzo de 2018].
- TSANG, J. (2010): «Safe Handling of Plastics in a Museum Environment». *WAAC Newsletter*, 32 (2), pp. 16-22.
- WAENTIG, F. (2008): *Plastics in Art. A study from the conservation point of view*. Petersberg: Imhof, p. 174.
- WILLIAMS, R. S. (2002): «Care of Plastics: Malignant plastics». *Waac Newsletter*, 24 (1). Disponible en: <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn24/wn24-1/wn24-102.html> [Consulta: 12 de julio de 2018].

El Museo de Aeronáutica y Astronáutica. Problemas de documentación y conservación del patrimonio industrial aeronáutico

Carmen Peña Calleja y Carmen Rodríguez de Tembleque Chaguaceda

Museo de Aeronáutica y Astronáutica

carmen.pena@cultura.gob.es

carmen.rodriiguezdetembleque@bne.es

Resumen

El Museo de Aeronáutica y Astronáutica es una institución que alberga una amplia y variada colección de aeronaves, vehículos auxiliares, armamentos, instrumentos científicos y objetos diversos relacionados con la historia aeronáutica en nuestro país. La cantidad y diversidad de sus colecciones se refleja en la gran variedad de materiales, tamaños y características técnicas de sus piezas. Todo ello lo convierte en un buen ejemplo de la dificultad de mantener unas adecuadas acciones de documentación, catalogación y conservación del patrimonio industrial. Trataremos de dar una breve visión de la institución y sus colecciones, su problemática actual y las actuaciones previstas dentro del plan de conservación del museo¹.

Abstract

The Museo de Aeronáutica y Astronáutica is a public institution that contains a wide range of aircraft, vehicles, armament, scientific instruments and varied objects collection related to with the history of aeronautic in our country. The quantity and diversity of its collections is reflected in the great variety of materials, sizes and technical characteristics of its pieces. All this makes it a good example of the difficulty of establishing appropriate actions of documentation, cataloguing and conservation of the industrial heritage. We will try to give a brief vision of the institution and its collections, its current problems and the actions planned within the conservation policy of the museum².

Palabras clave: Patrimonio aeronáutico, patrimonio industrial, conservación, documentación, museo.

Key words: Aeronautic heritage, industrial heritage, conservation, documentation, museum.

¹ Artículo escrito para las Jornadas celebradas en la Escuela de Patrimonio Histórico de Nájera (La Rioja), entre el 3 y el 5 de octubre de 2018. Por ello, todos los datos e información de este artículo hacen referencia a la realidad del museo en esas fechas. .

² Article written for the Meeting held at the Historic Heritage School of Nájera (La Rioja), from October 3rd to 5th, 2018. Therefore, all this article information refers to the museum circumstances in those dates.



El Museo de Aeronáutica y Astronáutica

Dentro del patrimonio industrial, las colecciones aeronáuticas conforman, sin duda, uno de los capítulos más importantes en los que la ciencia y la industria suponen una transformación imparable hacia un progreso tecnológico de enorme impacto social.

Con el objetivo de narrar el origen, historia y desarrollo de la aeronáutica y astronáutica en nuestro país, se crea en 1966 el Museo de Aeronáutica y Astronáutica (en adelante MAA), según Decreto 1437/1966. Actualmente, y tras su cambio de ubicación en 1981, se encuentra emplazado en la autovía A5 (km 10,700), en la Base Aérea de Cuatro Vientos.



Figura 1. Plano del Museo. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

La aeronáutica ha sido siempre una empresa muy costosa y ha requerido un gran desarrollo científico y tecnológico. Esto explica su estrecha vinculación con el Estado y, más concretamente, con el mundo militar, al considerarse, ya desde sus inicios, un elemento estratégico fundamental. En sus

orígenes, la aerostación permite a la artillería adentrarse en las líneas enemigas y observar su posición desde el aire, siendo «el régimen surgido de la Revolución francesa el que decidió emplear por primera vez los globos en la guerra» (Ministerio de Defensa, 2018: 119). En España, se inicia su uso militar durante la Guerra del Norte de África, donde, tras experimentar las ventajas de la aerostación, la aeronáutica pasará a ser, con las primeras aeronaves, un elemento de ataque primordial en las contiendas. Todo ello explica la estrecha vinculación del desarrollo de esta tecnología con el Ministerio de Defensa y su papel como actual gestor del MAA.

El Museo es una institución dependiente del Servicio de Historia y Cultura Militar (SHYCEA) que cuenta con una dirección militar y un órgano técnico civil, el cual depende funcionalmente de la Subdirección General de Publicaciones y Patrimonio Cultural del Ministerio de Defensa. El personal del museo se conforma, por tanto, de un cuerpo militar de oficiales, suboficiales y tropa, así como de personal civil, compuesto de funcionarios y personal laboral.

En septiembre de 2017 nos incorporamos al MAA dos Técnicos Superiores de Museos y dos Técnicos de Museos que componen, actualmente, el Órgano Técnico. Cada uno de nosotros desarrolla una de las funciones básicas del museo: documentación, exposiciones, conservación preventiva y difusión, y cada una de ellas tiene relación con otras secciones ya establecidas anteriormente en el MAA.

Dentro del entorno de los profesionales de museos, el MAA es bastante desconocido, debido, posiblemente, al tipo de fondos que custodia y la pertenencia de buena parte de ellos al ámbito del patrimonio industrial, situación que resultará familiar a otras instituciones con colecciones afines.

Incluso para el público general supone acercarse a un patrimonio muy específico, en muchas ocasiones con materiales muy técnicos, en los que no se trata solo de disfrutar con su contemplación, sino también de comprender su composición y su funcionamiento. Aun así, cuenta con un público fiel y curioso interesado por el mundo de la aviación, ávido de conocer nuevas propuestas museísticas. Más de 70.000 visitantes al año recorren sus espacios, a pesar de su mala ubicación, fuera de los circuitos turísticos y con no muy buena comunicación con transporte público.

Respecto a sus colecciones, el MAA es un Museo Nacional, por lo que todos sus fondos tienen el nivel máximo de protección como Bienes de Interés Cultural. Aunque solo conste de alrededor de 5.500 piezas inventariadas hasta el momento, sus características hacen que el espacio que las alberga deba ser de grandes dimensiones. Sus fondos expuestos se distribuyen en siete hangares y una zona exterior con ocho plataformas (Figura 1):

- Hangar 1: Comienza con la historia de la aerostación, para continuar con los pioneros de la aviación y un apartado que reúne a los laureados de la aviación y la colección de vexilia. Otra sala muestra la campaña aérea en el norte de África; continúa por el periodo de entreguerras, para concluir con una sala dedicada a los grandes *raids* de la aviación española.
- Hangar 2: Reúne una colección de uniformes militares de aviación, el desarrollo de los simuladores de vuelo para entrenamiento, una colección de motores que narran su evolución, armamento y una breve exposición de astronáutica.
- Hangar 3: Aeronaves desde la Primera Guerra Mundial hasta nuestra época, con un apartado relacionado con la Casa Real y su vinculación con la aeronáutica. Planeadores, motores y hélices.
- Hangar 4: Dedicado al ala rotativa, con la presentación de alguno de los autogiros diseñados por Juan de la Cierva; una gran colección de instrumentos de vuelo expuestos y un apartado asignado a la sanidad militar de la aviación.
- Hangar 5: Con un contenido variado, nos muestra la aeronáutica desde la Guerra Civil, con aviones de acrobacia, de caza y ataque, y un apartado dedicado al paracaidismo. En sus vitrinas se exponen los instrumentos de comunicación utilizados por el Ejército del Aire.

- Hangar 6: Actualmente no está abierto al público. En él se custodian aviones en proceso de restauración.
- Hangar 7: En este momento, se encuentra cerrado al público por problemas de falta de personal de vigilancia. Alberga una gran selección de maquetas que muestran la historia de la aviación, así como material histórico de aeromodelismo.
- Zona exterior: Dividida en ocho plataformas, se presentan distintos modelos de aeronaves y una selección de vehículos auxiliares.

En un foro relacionado con el estudio del patrimonio industrial debemos destacar que, en el MAA, no solo parte de sus colecciones pertenecen a este patrimonio, también el propio continente, que consta de los descritos siete hangares, debe ser incluido, y entre ellos destaca, sin duda, el Hangar 1: pertenece a la primera Escuela de Ingenieros Aeronáuticos y fue construido entre 1928 y 1929 bajo patente alemana (Muñoz García, 2012: 18-22). En 1979 se realizan obras de adecuación para, por fin, abrir sus puertas al público como Museo de Aeronáutica y Astronáutica, el 24 de mayo de 1981 (Figura 2).



Figura 2. Hangar 1. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

Las colecciones del MAA. Su documentación y catalogación

El patrimonio industrial presenta *per se* la «dificultad de catalogar elementos de producción seriada con herramientas desarrolladas para colecciones de piezas únicas...»³. Partiendo del enunciado de la convocatoria del Seminario, uno de los grandes problemas que presentan estas colecciones es su documentación y catalogación.

³ Según se indica en el propio programa del Seminario sobre Patrimonio Industrial y Tecnológico Mueble (2018), donde se inscribe esta conferencia.

El sistema de gestión documental utilizado en el MAA es el Sistema Informático para la Gestión del Patrimonio Mueble Histórico del Ejército del Aire, perteneciente al Ministerio de Defensa. Se rige por la Instrucción n.º 151/00725/2009, BOD 13 del 21 de enero de 2009, y se denomina MILES⁴.

Debido a las características de las colecciones conservadas en museos militares, el sistema MILES favorece su inventario y catalogación. Por ello, podemos destacar cómo en el campo de «Clasificación genérica» se incluye la denominación de *patrimonio industrial*, en un primer desplegable, seguido de dos niveles inferiores muy desarrollados (Figura 3). Esto ayuda a normalizar el inventario de las piezas, pero, sin embargo, resulta complicado para los técnicos de museos, ya que la cumplimentación obligatoria de estos dos niveles, siendo materiales poco conocidos para nosotros, implica una formación y aprendizaje continuo.

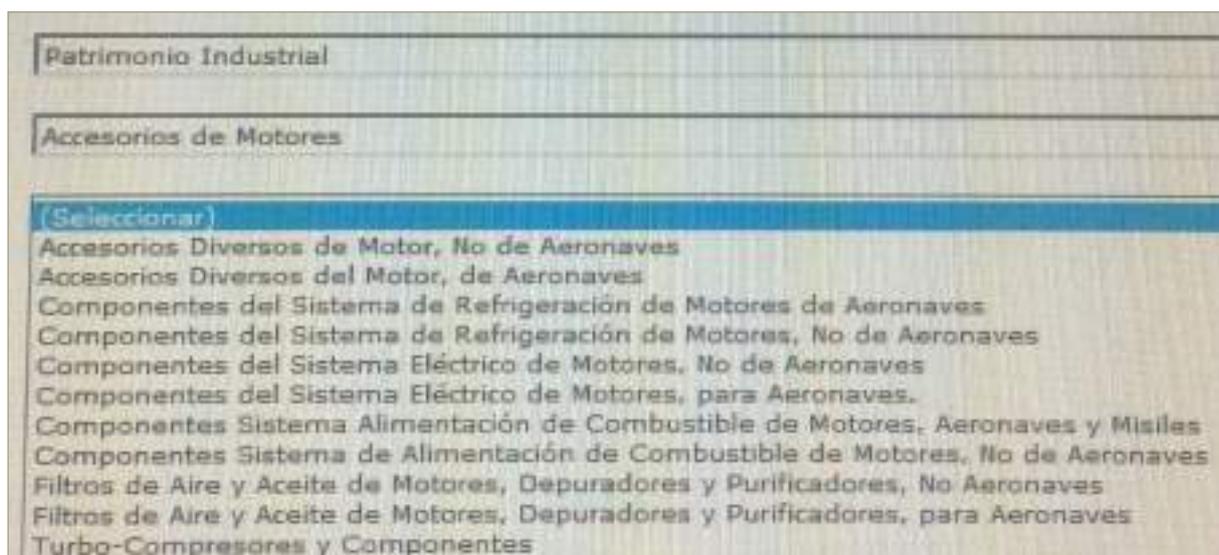


Figura 3. Base de datos Miles, Clasificación Genérica. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

MILES también introduce campos en los que incluir datos relativos al patrimonio industrial. Dentro de la descripción del fondo se encuentra Tipología, que puede ser común a otras bases de datos arqueológicas o etnográficas, pero que también nos da la posibilidad de Modelo/Marca. Otro apartado es el Sistema, importante, por ejemplo, en la cumplimentación de datos de un motor: Elizalde; el Calibre/Escala es fundamental para las secciones armamentísticas y en el MAA resulta esencial para la catalogación de las maquetas; el N.º de serie/Matrícula permite introducir la matrícula de los vehículos, tanto aéreos como terrestres, y es un dato que no variará en la pieza a lo largo de su historia, por mucho que el avión cambie de unidad o de pintura, básico para saber de qué avión se trata.

En la Historia del Fondo, en el campo de Escuela/Taller se añaden los términos de Fábrica/Fundidor, primordiales en las colecciones del MAA, ya que un mismo avión puede ser desarrollado a lo largo de su historia por distintos fabricantes.

Respecto a las colecciones del MAA, estas son muy variadas. La más importante, en cuanto a cantidad, es la de maquetas, unas 1.395, todas ellas reproducciones de aviones originales a distintas escalas, desde 1:1, 1:10, 1:15 hasta 1:72. Este conjunto conforma una historia de la aeronáutica que

⁴ Junto al diseño de este sistema se redactó el documento *El inventariado y la gestión del patrimonio histórico mueble en unidades del Ejército del Aire*. Editado por el Servicio Histórico y Cultural del Ejército del Aire. Sección de Patrimonio. No obstante, no ha sido publicado y solo forma parte de la normativa interna del mencionado servicio.

puede ser fácilmente contemplada por el espectador, como se hace tangible en las exposiciones temporales que el MAA realiza en distintos puntos de España, con el fin de dar a conocer el papel de las Fuerzas Armadas en relación con la cultura aeronáutica.

Le sigue en número las insignias (condecoraciones, distintivos, emblemas), la indumentaria, las enseñas (banderas, guiones, banderines), recuerdos (diplomas, placas conmemorativas, álbumes fotográficos) y, por último, las bellas artes (pinturas, esculturas, dibujos, estampas).

Solo podemos incluir en lo que hemos considerado patrimonio industrial algunas de las colecciones conservadas en el MAA. Exponemos a continuación una breve clasificación, con algún ejemplo y ciertos problemas de su inventario/catalogación:

- **Armas:** En muchas ocasiones aparecen montadas en aviones, pero con numeración propia. En otros casos, aunque no pertenecen en origen a la aeronave, se han colocado para «recrear» el avión original.
 - Ametralladora aérea Browning AN-M3 A.C., calibre 12,7 mm. 1930-40 (MAA 1952). Montada en el interior de un avión, plantea el problema de su inventario. No formará una unidad con la aeronave, ya que no llegó al museo con ella. Se montó posteriormente, por lo que tiene un número de inventario propio. La manera de tener ubicada la pieza ha sido situar el avión, aunque debería ponerse en Fondos relacionados el avión al que se ha unido, así como otro armamento con el que se ha completado la aeronave.

- **Documentos:** Debemos resaltar la importancia que tienen para el museo y para el patrimonio industrial este tipo de materiales, conformado por planos, cartas de navegación, reglamentos y por los manuales que acompañan a muchas de nuestras piezas, que en ocasiones no llegan al museo conjuntamente. En la actualidad se está trabajando para que estos fondos sean accesibles para el investigador y, a la vez, que permanezcan unidos documentalmentemente a sus piezas.



Figura 4. Plano de motor, Capitán de Infantería Juan Vallespín Zayas. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

- *Plano de motor.* Juan Vallespín Zayas, capitán de infantería, c. 1917 (MAA 4787). Pliego papel vegetal con un motor seccionado con indicaciones manuscritas de cada pieza (Figura 4).
- *Un globo dirigible. Memoria científico-descriptiva.* 1886 (MAA 4250). Memoria técnica manuscrita del proyecto dirigible de Hermenegildo Quintana. 22 páginas, 3 planos papel vegetal.
- **Instrumentos:** Gran colección de instrumentos de vuelo: altímetro, variómetro, anemómetro, instrumentos de cálculo, instrumentos de laboratorio, radiorreceptores e instrumentos de cartografía, delineación y topografía.
 - Regla de cálculo Bygrave, de la línea de posición (MAA 845) de fabricación alemana e inventada por el capitán LG Bygrave de la RAF. Fue utilizada en la navegación astronómica, sobre

todo, en la aviación (Figura 5). Oficialmente, se llama regla de cálculo de la línea de posición AML. Construida con dos tubos concéntricos con escalas en espiral, como las reglas de cálculo Fuller, y otro tubo en el exterior que lleva los cursores. Fue desarrollado en 1920 por el Ministerio del Aire británico en los Laboratorios de Kensington (Londres) y producido por Henry Hughes and Son Ltd. de Londres hasta mediados de la década de 1930. Barberán y Collar utilizaron una regla de este tipo en su vuelo a bordo del *Cuatro Vientos*, de España a Cuba.



Figura 5. Regla de cálculo Bygrave. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

- **Municiones:** Al igual que con las armas, algunas municiones son acopladas en los aviones, pero con numeración propia, por lo que debe ser reseñado en su ficha.
 - Bomba de aviación Gotha (MAA 1931). Fue utilizada para realizar el primer bombardeo desde un avión en 1913. Fabricada en Guernica según modelo de la casa Carbonit A. G. de Gotha. Se llevaban colgadas por el exterior del fuselaje y, al divisar el objetivo, se cortaba la cuerda y se soltaba sobre él.
- **Patrimonio industrial:** Colección de 280 motores, accesorios de motores, herramientas, dispositivos de alumbrado, componentes de equipos eléctricos... También con estos materiales se produce el «maridaje», acoplando motores originales a reproducciones (maquetas 1:1, de aviones históricos).
 - La reproducción del avión Comper Swift *Ciudad de Manila* (MAA 5076) (Figura 6), con el que Fernando Rein Loring llevó a cabo su segundo vuelo a Manila, fue realizada por el Club de Aerodelismo Cormorán de Villava (Navarra), utilizando piezas originales de su época custodiadas por el MAA: motor, hélice, tacómetro, anemómetro, termómetro de aceite y ruedas.



Figura,6. Avión Comper Swift Ciudad de Manila. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

- **Vehículos:** Una colección de 330 piezas entre aviones y sus componentes, veleros, helicópteros, remolques, coches especiales, etcétera.
 - Heinkel He-111 E1 *Pedro* (MAA 1145), bombardero alemán, que llega a España en 1938. Único ejemplar original existente en el mundo. Participó en la Guerra Civil española, en la Legión Cóndor.
- **Equipo:** 523 fondos entre los que se encuentran equipos de telecomunicación, fotográficos, material médico, equipos de lanzamiento, de aterrizaje y maniobra en tierra de aeronaves, etcétera.
 - Criptógrafo A. B. Cryptoteknik Hagelin-Cryptos BC-543, 1954 (MAA 1379). Está compuesto por caja, equipo, elementos de mantenimiento, debiendo tener presente en el inventario la mejor forma de numerar y catalogar todas sus partes (Figura 7).



Figura 7. Criptógrafo A. B. Cryptoteknik Hagelin-Cryptos BC-543.
Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

Con las características descritas en cuanto a las colecciones, la gestión documental establecida en el museo y vistos algunos de los problemas para su inventario y catalogación, debemos tener en cuenta que, una vez que las piezas entran en el museo, debemos asumir su conservación para el disfrute actual y de las generaciones futuras.

La conservación del patrimonio aeronáutico

Abordar el tema de la conservación preventiva dentro del patrimonio aeronáutico en el MAA es una tarea compleja, en la que, para empezar, es necesario volver a subrayar la importancia de las dimensiones de esta institución y de sus colecciones, así como sus características propias. El museo se compone de una superficie de casi 7 hectáreas (66.938 m²), de las cuales, casi el 50 % (32.593,14 m²) se considera zona de exposición exterior con áreas ajardinadas. La elección de espacios verdes con carácter expositivo se planificó desde el diseño original del actual emplazamiento en Cuatro Vientos (1979-1981) (Figura 8). Este diseño surge como fruto de una concepción museística alejada de los parámetros de conservación actuales, pero que se ha ido manteniendo en sus renovaciones posteriores. Sin duda, hoy nos obliga a



Figura 8. Vista aérea del museo. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

replantearnos su idoneidad, pues la opción de exponer piezas al aire libre supone asumir un elevado número de factores de riesgo (condiciones ambientales, contaminación, incidencia lumínica, ataque biológico) que le van a afectar de forma continuada y extrema. Por ello, la exposición de patrimonio cultural al exterior nunca se considera una elección recomendable (Canadian Conservation Institute, 1993: 1).

Esta extensa área está dividida en ocho plataformas donde se exhiben en torno a 70 piezas, entre las cuales se encuentran un total de 51 aeronaves y una variada colección de vehículos auxiliares (torres de control móviles, cañones antiaéreos...).

Pero al hablar del problema de la magnitud, además de la cantidad de piezas, también debemos señalar su tamaño. Por ejemplo, la aeronave más grande de nuestro museo es el Boeing KC-97 *Stratotanker*, con una longitud de 35,8 metros, 43 m de envergadura y una altura de 11,6 m (Figura 9). Solamente abordar el estado de conservación de este avión requiere una enorme inversión técnica, material y humana. En definitiva, las necesidades en términos de conservación de este tipo de colecciones son directamente proporcionales a su dimensión.



Figura 9. Avion Boeing KC-97 L Stratotanker. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.



Figura 10. Vilano Acedo. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

Además, toda esta magnitud nos lleva a abordar colecciones en las que nos encontramos con una gran variedad de materiales compositivos. Centrándonos exclusivamente en la colección de aviones, estos se componen de múltiples elementos de distinta naturaleza.

En los inicios de la aviación se construían aeronaves con estructuras de madera y tubos de acero, como por ejemplo el Vilanova Acedo (aeroplano más antiguo conservado en España, 1910) (Figura 10). En pocos años se pasará a adoptar como modelo general una estructura de madera forrada de un entelado, lo que aportaba un peso bajo y suficiente resistencia, estructura que presenta en nuestra colección el Breguet XIX *Jesús del Gran Poder*⁵.

Ante la evidente debilidad de la madera, como material higroscópico, deformable y sensible al ataque biológico, la industria aeronáutica fue buscando alternativas progresivamente. Ya en la Primera Guerra Mundial se empezó a utilizar el metal, y fue la casa Fokker la primera en sustituir las estructuras de madera por acero. Sin embargo, este metal presentaba como principales problemas su alta densidad y tendencia a la corrosión. No obstante, su resistencia hizo que se mantuvieran en este material algunos elementos puntuales como en el tren de aterrizaje o bancadas de motor.

Por su parte, la casa Junker introdujo también en las mismas fechas el uso del aluminio corrugado (Figura 11), creando el primer modelo enteramente metálico. Debido a sus buenas cualidades (alta resistencia, baja densidad, ductilidad...), el aluminio y sus aleaciones suponen los materiales más utilizados en la aeronáutica hasta nuestros días.

⁵ Según Pérez San Emeterio (1983: 197): «realizó uno de los primeros vuelos trasatlánticos en 1928, volando un total de 27.000 km sin ni siquiera equipos de radio».

El siguiente metal en incorporarse a la industria aeronáutica es el titanio. Con una densidad entre el aluminio y el acero, muy buenas propiedades ante la corrosión y buen comportamiento a altas temperaturas, sin embargo, presenta el problema de su altísimo coste (siete veces más caro que el aluminio). Por ello, su uso está más limitado en aviones para: zona de motores, tren de aterrizaje o algunas partes sometidas a alto calentamiento. Finalmente, en los aviones de última generación está ganando terreno a las aleaciones metálicas el uso de:



Figura 11. Junkers CASA 352. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

- Materiales compuestos (*composites*): fibras con matriz polimérica (de vidrio, de carbono, de boro o mixtas).
- Estructuras de panel de abeja (*honeycomb*): elementos ligeros y resistentes al contar con un núcleo hueco, y estructuras variadas.
- Elementos de matriz metálica (aleaciones metálicas reforzadas con fibras) que presentan mayor resistencia y estabilidad dimensional.

Toda esta variedad de materiales hace referencia a su estructura principal externa. Sin embargo, a ello debemos sumar otra gran cantidad de elementos presentes en su interior: cuero, textil, vidrio, polímeros sintéticos... (Figura 12). En definitiva, estamos ante piezas de enorme diversidad compositiva que evidencian la complejidad de una conservación que obliga a ser abordada desde la multidisciplinariedad y el trabajo en equipo.

Pero, además, dentro de esta variedad, nos encontramos con un amplio espectro de materiales muy modernos, cuyas características internas dan lugar a una autodegradación favorecida por su composición (están diseñados para una vida útil limitada e incorporan en su conformación su obsolescencia). Ante ellos, los conservadores nos hallamos con la dificultad de encontrar soluciones válidas para frenar



Figura 12. Interior de aeronave DC 4. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

su deterioro. Nos enfrentamos a materiales que se han investigado poco y sobre los que los escasos estudios de los que disponemos apuntan a una falta de tratamientos efectivos.

Ante esta situación, en numerosas ocasiones solo nos queda la alternativa de implementar medidas de conservación preventiva que ralenticen su deterioro y tomar datos y análisis de aquello que se está perdiendo para mantener, al menos, información de su composición original (Canadian Conservation Institute, 1997: 4). En este sentido, resulta fundamental el trabajo en red de instituciones con colecciones similares. Poder disponer de una base de datos común en la que volcar los resultados de análisis de estos materiales, nos permitiría sumar esfuerzos en una tarea ingente. Solo así podremos preservar parte de la información sobre la inmensa cantidad de materiales que definitivamente van a acabar perdiéndose y que, sin embargo, ya forman parte de nuestra historia de la producción industrial⁶.

Todas estas problemáticas derivan en una situación en la que la línea entre conservación-restauración / mantenimiento-reconstrucción no siempre es tan nítida como debiera. Cuando intervenimos, ¿cuántas piezas se restauran realmente siguiendo criterios de estudio, análisis, documentación y con criterios consensuados por organismos internacionales? ¿Restauramos y preservamos el valor integral de la pieza? ¿O se llevan a cabo labores de mantenimiento y reparación que frenen un deterioro que nos exige medidas de urgencia?

Ante esta situación, siempre es una alternativa recurrir a aquellos que en este camino nos llevan cierta ventaja y han pasado por fases similares a la nuestra. En este sentido, el mundo anglosajón, principalmente el norteamericano, lleva muchas décadas invirtiendo grandes sumas de esfuerzo material y humano en este campo. Todo ello fruto de sacarnos una clara ventaja en el sentimiento que tienen hacia su patrimonio industrial, en general, y al aeronáutico, en particular. Patrimonio del que se sienten protagonistas indiscutibles desde su inicio y como principales poseedores de colecciones sobresalientes; colecciones que valoran, estudian y protegen en su integridad. Robert C. Mikesch, conservador durante veintiún años del Air and Space Museum, en Washington D.C., señala acerca de la evolución en la restauración de aviones históricos (Mikesch, 1997: 12-16):

«A partir de 1950 empiezan a reconocerse los primeros «museos del aire». En ellos, los tratamientos aplicados son más parecidos a “reparaciones” que al sentido actual del término «restauración». Esta situación continúa durante la década siguiente, en la que se hace habitual el repintado de aviones, y a esta acción se considera «restauración». Esto se combina con el desarrollo de reproducciones de modelos antiguos y el interés por cuidar los aeroplanos más significativos. No obstante, los equipos son limitados y los trabajos, lentos.

Durante los años 70 se va a vivir el periodo de mayor crecimiento de estos museos a nivel internacional. Estamos ante un momento de mucha intervención en aviones históricos, trabajo que dará lugar a errores, pero también a experiencia: de ahí derivarán las primeras guías o instrucciones de conservación.

Como consecuencia, ya en los años 80, se puede hablar de la profesionalización de las prácticas de conservación y restauración en este campo. Para ello, se subraya la necesidad de una formación específica, así como se van delimitando técnicas y materiales propios de este tipo de intervenciones, diferenciados del mantenimiento de aviones no históricos. Se gana en apreciación del significado histórico (originalidad de las partes) y de la integridad de la pieza (incrementando la atención al interior del avión), frente al trabajo anterior que priorizaba el aspecto exterior.

Cada uno de nosotros de manera particular, como institución, debe reflexionar y valorar en qué fase evolutiva se encuentra dentro de las intervenciones del patrimonio aeronáutico o industrial. Pero, desgraciadamente, y de forma general, parece que en nuestro país estamos en una fase preliminar

⁶ Existen proyectos trabajando en esta dirección, como la base de datos de la Red de Colecciones Científicas coordinada por el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.



Figura 13. Recepción de aeronave y trabajo de montaje. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

respecto a la especialización reglada en esta materia, dejando en manos muy diversas un patrimonio extremadamente complejo en el que cada intervención supone la pérdida irreparable de información⁷.

Esto nos lleva a otro de los grandes problemas: ¿quién interviene en estas piezas? Ante la complejidad de estas colecciones, se establece como absoluta prioridad conformar equipos multidisciplinares, con profesionales de ámbitos diversos y específicos según la pieza que se vaya a tratar. Remitiéndonos de nuevo a la obra de Mikesch (1997: 17-20), en ella nos apunta cómo constituir el equipo «ideal» y qué características debe cumplir:

- *Conservador*: quien diseña y determina la forma del proyecto y lo dirige y supervisa hasta el final. Es el responsable de mantener el concepto holístico del artefacto y el responsable de las decisiones finales; debe controlar y gestionar las subcontrataciones. Para ello, debe estar formado para desarrollar todas las funciones museísticas y su gestión, así como tener un conocimiento profundo de su colección.
- *Restaurador*: especialista en materiales concretos a tratar. Su función es evaluar y analizar el estado de los materiales y seleccionar los métodos adecuados de estabilización para aplicarlos. Debe ser flexible y delegar trabajo al grupo de técnicos especialistas, además de compartir con ellos la fase de evaluación y diagnóstico. Él debe dirigir el equipo de especialistas, actuar como gestor del proyecto y controlar la calidad.
- *Técnicos-especialistas*: equipo que domine distintos campos, según las necesidades: ingenieros, mecánicos (Figura 13), trabajo en metal, entelado de aviones, pintura, soldadura... Lo ideal sería poder contar con que estos profesionales sumen a sus conocimientos técnicos el interés por la historia de la aviación, así como conocimientos básicos de química y de reacciones electrolíticas. Además, deben ser conscientes de la necesidad de documentar exhaustivamente todo el trabajo que realicen.

⁷ En 2018 la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) inició el Programa Modular de Postgrado y Desarrollo Profesional para el «Análisis, gestión y proyectos en patrimonio industrial». Se incluye en el Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Disponible en: https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/idactividad/9936 [Consulta: 02-11-2018].

En el ámbito de la formación de la Conservación y Restauración de Bienes Culturales aún no se ha puesto en marcha ninguna especialidad concreta en este campo.

El MAA trabaja actualmente en este sentido y cuenta con un equipo de perfiles diversos. Su órgano técnico está compuesto de cinco funcionarios del Cuerpo Facultativo de Conservadores de Museos, encargado, entre otras labores, de la conservación preventiva. A ellos se suman mecánicos de vuelo del Ejército del Aire, así como el apoyo de otras unidades en temas de logística o pintura de aviones. También se recurre a empresas especializadas para la contratación de labores concretas. Resulta también significativa la labor de apoyo de la Asociación de Amigos del Museo, que cuenta con un equipo que colabora con las labores de mantenimiento de las piezas, compuesto de profesionales de diversos perfiles, entre los que se cuentan ingenieros aeronáuticos y pilotos. Finalmente, la labor del restaurador intenta cubrirse con contratos temporales, así como con la contratación de servicios a empresas del sector según necesidades. No obstante, sería deseable poder contar con, al menos, un restaurador en plantilla para poder dar mayor continuidad al trabajo, actualizar y mejorar los tratamientos de actuación y profundizar en el conocimiento material de la colección.

Asimismo, es necesario caminar hacia intervenciones dirigidas a incluir un estudio e investigación de la pieza más profundos y la elaboración de análisis compositivos de materiales; todo ello apoyado en la idea de que todo tratamiento conlleva cierta pérdida de su condición inicial, y que esta intervención debe servir también para añadir información compositiva, material y estructural de la pieza.

En la actualidad, y teniendo en cuenta estos objetivos, el MAA está trabajando en los siguientes ámbitos:

- **Formación de su personal.** La incorporación en museos con este tipo de patrimonio de funcionarios del Cuerpo Facultativo de Conservadores de Museos plantea una dicotomía entre la preparación para su ingreso y el tipo de colecciones con las que luego se van a enfrentar. Sin duda, esto exige un esfuerzo por parte del personal. Cursos sobre: documentación técnica de aviones, evolución y tipología de motores de aviación, control de corrosión en la industria aeronáutica... Pero, sobre todo, hablar con el resto de los compañeros del museo, que son con quienes, con otro tipo de formaciones, conformar el carácter poliédrico de este trabajo.
- **Priorizar el trabajo de documentación.** En una doble vertiente: por un lado, incrementar el control de datos incorporados en el sistema documental (MILES); por otro, redactar fichas de conservación y de tratamientos estándar que nos den la oportunidad de realizar un trabajo sistematizado, ágil y normalizado.
- **Redacción de un Plan de Conservación Preventiva que nos permita:**
 - Tener una visión general de la situación y priorizar actuaciones (Figura 14).
 - Establecer protocolos de mantenimiento y seguimiento.
 - Establecer cuantitativamente: riesgos, daños, valor que se pierde en cada objeto afectado, proporción de la colección afectada, progreso del deterioro en piezas, necesidades... En definitiva, incorporar en nuestros informes el lenguaje numérico de los que manejan los presupuestos para hacerles entender mejor nuestras necesidades.



Figura 14. Elementos de conservación preventiva en aeronaves. Fotografía: Museo de Aeronáutica y Astronáutica.

Conclusión

Mantener en condiciones adecuadas de conservación instituciones de esta envergadura supone, sin duda, esfuerzo y coste considerables. Sin embargo, Michael Fopp, director general durante más de 20 años (hasta el 2010) del Museo de la Real Fuerza Aérea (RAF) de Londres, nos recuerda: «Si creemos que nuestro objetivo es traspasar el legado a futuras generaciones, entonces están justificados los más altos estándares de calidad» (Mikesh, 1997: 16). Por eso, las instituciones con recursos más limitados quizás debamos replantearnos nuestras políticas actuales. Por un lado, la política de adquisición: debemos ser realistas conociendo nuestros recursos y sabiendo que con ellos debemos mantener nuestra colección en unos estándares de conservación mínimos; esto implica limitar la entrada de nuevas piezas, valorando muy bien que las que lo hagan sean relevantes para nuestra colección. Y, por otro lado, tenemos que ser más conscientes de la necesidad de aumentar la inversión en la conservación de colecciones, trabajo lento y con resultados poco atractivos a corto plazo, pero fundamentales para poder cumplir con la esencia de nuestra institución y con el resto de sus funciones.

Sin duda, otro de los retos con los que nos encontramos las instituciones públicas en estos tiempos es la necesidad de complementar las siempre escasas partidas presupuestarias que nos destinan; en este sentido, quizás debamos plantearnos la necesidad de incluir en nuestras tareas la sensibilización de sectores de la sociedad que pueden ser partícipes en esta labor a través del patrocinio y el mecenazgo, así como sistemas de autofinanciación más flexibles.

Referencias bibliográficas

- CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE (1993): «Care of Machinery Artifacts Displayed or Stored Outside». *CCI Notes* 15/2. 1-5. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/care-machinery-artifacts-outside.html> [Consulta: 13 de agosto de 2018].
- (1997): «Care of Objects Made from Rubber and Plastic». *CCI Notes* 15/1. 1-6. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/care-rubber-plastic.html> [Consulta: 13 de agosto de 2018].
- MICHALSKY, S. (2006): «Preservación de las colecciones». *Cómo administrar un museo: Manual práctico*. París: ICOM.
- MIKESH, Robert C. (1997): *Restoring Museum Aircraft*. Atglen, Pensilvania: Airlife Publishing Ltd.
- MINISTERIO DE DEFENSA (2016): *Guía del Museo del Aire*. Madrid: Secretaría General Técnica.
- (2018): *La aviación militar española. De los pioneros al poder aeroespacial*. Madrid: Secretaría General Técnica.
- MUÑOZ GARCÍA, A. J. (2012): «La “metamorfosis” del Museo del Aire». *Boletín del Museo de Aeronáutica y Astronáutica*, 72.
- PÉREZ SAN EMETERIO, C. (1983): *Entre oriente y occidente. Los vuelos del Jesús del Gran Poder. Grandes vuelos de la aviación*. Madrid: Espasa-Calpe.

Piezas industriales de gran formato en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Joaquina Leal Pérez-Chao

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. MUNCYT
joaquina.leal@muncyt.es

Resumen

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) cuenta con tres sedes desde que, en mayo de 2012, se inaugurara la sede de A Coruña y, en diciembre de 2014, su nuevo centro de Alcobendas (Madrid). Las aperturas al público de estas nuevas sedes obligaron a movimientos de piezas poco usuales. Las necesidades de conservación y las obras de rehabilitación de los espacios de reserva, en la sede del paseo de las Delicias de Madrid, condujeron a intervenciones relevantes para la colección. A partir de ejemplos prácticos propios de la colección del MUNCYT, se expondrán algunas de las medidas tomadas en diversas situaciones que han conducido a soluciones de gran envergadura en el montaje y exposición. El gran formato, a su vez, también interviene de forma decisiva en la conservación, planteando distintas necesidades orientadas hacia el mantenimiento de las piezas en exposición.

Abstract

The Spanish National Museum of Science and Technology has three headquarters: Madrid –since 1997–, A Coruña –inaugurated in May 2012–, and Alcobendas –since 11th December 2014–. Due to the opening of the new headquarters in A Coruña and Alcobendas, several museum pieces had to be re-located in an unusual way. Besides, the museum pieces undergo several treatments owing to heritage conservation strategy and the refurbishment of warehouse building in Madrid. This article explains different cares and solutions taken in order to install exhibitions as a few case examples illustrate, focused in MUNCYT large items. In sum, large objects conservation adds its own casuistry to preserve all collection items in the state in which they came to us while they remain in exhibition spaces.

Palabras clave: Conservación, gran formato.

Key words: Conservation, large objects.



Introducción

La colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología está constituida por dos grandes temáticas: instrumentos científicos y tecnológicos, y patrimonio industrial mueble.

La conservación del patrimonio industrial mueble requiere de nuevos planteamientos, metodologías y criterios para su desarrollo. Todo esto no es posible llevarlo a la práctica más que en equipos multidisciplinares con una ética deontológica severa.

La morfología del patrimonio industrial mueble en numerosas ocasiones mediatiza la metodología de trabajo y nos lleva a terrenos no demasiado explorados en el mundo museográfico.

Esta exposición está formada por la recopilación de experiencias de trabajo, realizadas en equipo, sobre el patrimonio industrial mueble. Desde estas experiencias hemos aprendido que no es posible llevar a cabo nuestro trabajo diario sin una simbiosis entre el personal del museo, pero, sobre todo, que se requiere conocer los retos y las dificultades a las que nos enfrentamos.

El gran formato

Si buscamos en el *Diccionario de la lengua española* la palabra «formato» aparecen las siguientes acepciones:

- «1. m. Tamaño de un impreso, expresado en relación con el número de hojas que comprende cada pliego, es decir, folio, cuarto, octavo, dieciseisavo, o indicando la longitud y anchura de la plana.
2. m. Tamaño de una fotografía, de un cuadro, etc.
3. m. Conjunto de características técnicas y de presentación de una publicación periódica o de un programa de televisión o radio.
4. m. Inform. Estructura de un disco dividido en campos y pistas según un determinado sistema operativo, lo que permite almacenar en él información.»

En los dos primeros significados se hace referencia expresa al tamaño y, en el tercero, a las características técnicas, es decir, a los datos descriptivos fundamentales, a las cualidades.

La primera idea que surge en nuestra mente al referirnos a patrimonio industrial es la proporción de los elementos que lo constituyen. Es indiscutible que el volumen de la mayoría de estos objetos es grande y esa es una de sus cualidades.

Por tanto, el gran formato es una característica que va a mediatizar las decisiones de conservación, exposición, transporte y almacenaje del patrimonio industrial mueble. Define el conjunto de piezas a las que nos vamos a referir. O sea, nos vamos a centrar en el conjunto de objetos que reúnen estas características dentro de la colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT), de forma general, al Patrimonio Industrial Mueble de la colección del MUNCYT.

Retos técnicos y dificultades

El gran formato constituye un reto, pero que la tarea o el objetivo sea difícil de llevar a cabo supone un estímulo y un desafío al mismo tiempo.

¿Qué actividad queremos realizar? ¿Qué nos proponemos llevar a cabo? Conocer con exactitud el objetivo deseado es imprescindible para afrontar el reto. Para dar respuesta a estas incógnitas es imprescindible tener un conocimiento exhaustivo de la pieza y planificar la tarea. Debemos reunir todos los datos relativos a la pieza, tamaño, peso, materiales, estado de conservación. Cualquier dato que pueda pasar desapercibido (como si alguna de sus partes tiene movimiento, si es desmontable...) nos ayudará a organizar, más adelante, nuestra planificación de un modo exacto y lo más completo posible.

Planificar la actividad consiste, en este caso, en anticiparse a la acción para prever y, por tanto, controlar las situaciones que puedan presentarse. El patrimonio industrial mueble de gran formato requiere de grandes dosis de conservación preventiva porque no es posible una incidencia durante la ejecución del plan, es necesario el estudio de posibles riesgos. Esto hace que la programación, la planificación, esté diseñada milimétricamente.

De igual modo, para poder planificar la acción necesitamos contar con la infraestructura suficiente y con un grupo de personas organizado para realizar el trabajo. No es posible superar el reto sin el equipo humano, el conjunto de medios técnicos y los servicios e instalaciones necesarios.

El almacenaje, la manipulación y el transporte, en las labores internas del museo, o los métodos de montaje, los soportes y la sujeción en el plano de expositivo, producen una serie de dificultades en los trabajos cotidianos, debido fundamentalmente al gran formato.

Almacenaje

Las dificultades a las que nos enfrentamos en el almacenaje son de diversa índole. Hay que tener en cuenta desde cómo es la morfología del almacén hasta qué características tienen las piezas almacenadas.

En primer lugar, debemos considerar aspectos generales relativos a las personas, su formación y la seguridad.

Es vital atenernos a la Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales y el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención. Aquella establece que, dentro de la actuación preventiva, cada trabajador debe recibir una formación teórica y práctica tanto en el momento de su contratación como cuando se produzcan cambios en sus funciones, o cuando se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en sus equipos de trabajo. Se entiende que los equipos de trabajo y los medios de protección tienen que ser apropiados para garantizar la seguridad y la salud del trabajador. Por su parte, los trabajadores se comprometen a utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados.

Hay que tener presentes también los medios auxiliares, que deben ser adecuados a nuestra colección: carretillas elevadoras, traspalés, tanquetas..., ya que forman parte de las herramientas cotidianas.

Además, el espacio geográfico merece una consideración especial. En el caso del MUNCY, este se halla en el centro de la ciudad, lo que nos hace reflexionar sobre las condiciones ambientales, haciendo hincapié no solo en condiciones de temperatura y humedad, sino también en la calidad del aire.

Hay que considerar, igualmente, que puede ocurrir que el almacén se encuentre en las afueras de la ciudad; en este caso, hay que contar con los movimientos de las piezas y todo lo que esto conlleva.

El espacio físico, el almacén propiamente dicho, demanda una serie de requisitos que se deben tener en cuenta, como la calidad de los cerramientos o la relación del tamaño-espacio. Los accesos serán holgados y el espacio, proporcionado al volumen de las piezas (Barrio y Berasain, 2009).

En ocasiones, el espacio provoca el almacenamiento según el formato, tamaño y peso provocando la disgregación de elementos de una misma pieza, con el riesgo de dislocación que esto conlleva.

Pero un aspecto fundamental es el almacenamiento de piezas que contienen materiales tóxicos. Es relativamente normal, en patrimonio industrial, encontrar objetos con multitud de materiales en su composición, como mercurio, amianto o cualquier tipo de aceites minerales con sus correspondientes aditivos.

El mercurio es un metal que, a temperatura ambiente, se encuentra en estado líquido y es fácilmente evaporable en lugares calientes o poco ventilados, convirtiéndose en vapor tóxico invisible e inodoro¹.

¹ Información obtenida del Centro Tecnológico Nacional de Descontaminación del Mercurio (<http://www.ctndm.es/>).

Normalmente, el tipo de mercurio que contienen los termómetros es mercurio inorgánico y su exposición respiratoria, en caso de rotura de un termómetro, es de escasa entidad y puede minimizarse si las piezas que contienen mercurio se almacenan y manejan de forma responsable. Con este fin, ha de conocerse:

- qué tipo de protección personal debe usarse en su manipulación;
- cómo limpiar los derrames;
- cómo se retiran de manera adecuada, y
- qué no hacer en caso de derrame.

El amianto o asbesto es un término colectivo con el que se denomina a un grupo de minerales naturales de estructura fibrosa².

La principal vía de entrada del amianto es la vía respiratoria. Las fibras de amianto, debido a sus características aerodinámicas, pequeño tamaño y forma alargada, pueden permanecer en suspensión en el aire el tiempo suficiente para que representen un riesgo respiratorio. Igualmente, pueden adherirse a la ropa y a la piel y desprenderse posteriormente, con el consiguiente riesgo de inhalación.

La manipulación debe de ser siempre con Equipos de Protección Individual (EPI), atendiendo a las indicaciones del Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

En este sentido, tenemos un ejemplo de pieza con contenido de materiales tóxicos que encontramos en la colección del MUNCYT. Se trata de un transformador de alta tensión de 15000 V a 380 V 500 KVA. El aceite que contenía en su interior era un líquido constituido por compuestos organoclorados, conocidos normalmente como PCB (Figura 1).

Hasta mediados de los años 1970, el líquido elegido para los transformadores era una mezcla de bifenilos policlorados (PCB) y bencenos clorados (TCB). Se determinó entonces que los PCB podrían ser dañinos para las personas, animales y el medio ambiente. Los PCB se absorben por vía respiratoria, tópica (piel) y digestiva. Desde 1986 es una sustancia prohibida en España debido a su toxicidad y los graves riesgos que conlleva para la salud y el ecosistema.



Figura 1. Transformador de alta tensión de 15000 V a 380 V 500 KVA, MUNCYT. Fotografía: José Latova.

El Real Decreto 1378/1999 obligó a las empresas a eliminarlos antes del final del año 2010, e informar a la administración sobre su presencia y seguir unas estrictas normas de seguridad.

Los productos químicos peligrosos y otras sustancias nocivas deben de ser eliminadas a menos que su presencia sea esencial o que su eliminación no sea práctica. En cualquier caso, esta debe hacerse de la manera adecuada y gestionar los residuos conforme a la normativa vigente.

² Sobre la información relativa a la exposición al amianto durante el trabajo, consultar el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Manipulación

Mover objetos es una de las funciones principales de la gestión de colecciones culturales y un compromiso clave para cualquier persona con responsabilidad en ellas.

La manipulación de objetos implica tocar directamente la pieza, ya sea para mantenimiento, limpieza o transporte interno o externo, entre otros. Las acciones equivocadas mientras se manipula para su transporte, almacenamiento o para montaje de exposiciones pueden dar lugar a deterioros indeseados (Martín, 2007).

De nuevo nos planteamos la necesidad de la planificación y el equipo humano. Es necesario proyectar cómo va a realizarse cada operación, cada movimiento. Debe haber suficiente espacio, tiempo y luz, y, por descontado, hay que asegurarse de que el equipo conozca perfectamente el plan.

Cada miembro del equipo tiene que conocer en cada momento cuáles son sus competencias. Así se evitan interferencias en el trabajo, retrasos y, por tanto, riesgos e inseguridad, siempre dando por supuesto que todos tienen la formación necesaria para acometer el trabajo.

Ni que decir tiene que los medios auxiliares deben ser los necesarios y hallarse en perfectas condiciones de uso. Limpios, en buen funcionamiento y a mano.

Por otra parte, la seguridad de los objetos depende de:

1. Procedimientos de trabajo.
2. Cumplimiento de requisitos legales.
3. Operarios con competencia probada y revisada regularmente.

Es decir, los riesgos se minimizan si los operarios están informados y formados, se cumple la normativa legal y todo el procedimiento queda especificado y documentado.

Al igual que se ha comentado en el apartado de almacenaje, los medios auxiliares tienen que ser los adecuados en cada situación y estar perfectamente revisados. En cuanto a los operarios que los utilicen, no solo deben tener la formación adecuada, también tienen que ser el número suficiente para afrontar la tarea.

En este tipo de patrimonio, es revelador que las propias piezas están diseñadas para poder manipularlas. Muchas de ellas están dotadas de unos elementos prensiles en forma de anilla que facilitan el anclaje de las eslingas en los lugares apropiados para evitar desperfectos.

Transporte

En el caso del MUNCYT, para exponer en las salas del museo siempre existe el factor movimiento de piezas. En el mejor de los casos, el desplazamiento es de casi 20 km, distancia a la que se encuentra la sede del almacén de Alcobendas. Aunque no es así cuando se trata de exponer en A Coruña, ya que el desplazamiento es de 597 km.

Los objetos son más vulnerables cuando se mueven. Como ya hemos dicho, cualquier movimiento debe planificarse con cuidado y seguir un procedimiento acordado.

Hay que tener en cuenta que el daño puede ser causado no solo por un manejo deficiente, fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, sino también por golpes y vibraciones durante un viaje.

Se debe realizar una evaluación de riesgos para decidir la mejor forma de manejar, embalar y transportar la pieza antes de comenzar el traslado.

Cuando afrontamos un transporte, en primer lugar, es necesario tener presentes unas condiciones técnicas mínimas.

Para consulta, en la redacción de condiciones técnicas, es de gran ayuda acudir a las normas UNE. Estas son estándares creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Las normas UNE establecen niveles de calidad y seguridad de los productos y servicios, la protección de las personas y del medio ambiente, entre otros parámetros.

Existen 26 normas UNE para conservación del patrimonio cultural, pero tienen singular importancia, en este aspecto, las siguientes:

- UNE-EN 15946:2016 Conservación del patrimonio cultural. Principios de embalaje para el transporte.
- UNE-EN 16648:2016 Conservación del patrimonio cultural. Métodos de transporte.

Es indispensable que el plan de movimientos de la empresa que ejecuta el servicio conste de:

1. Cronograma y calendario.
2. Rutas y medios de transporte.
3. Descripción de los lugares escogidos en caso de pernocta:
 - Ubicación.
 - Medios de vigilancia.
 - Protección activa y pasiva.
4. Características técnicas de los vehículos.
 - Capacidad adecuada a tamaño y peso.
 - Suspensión neumática central.
 - Sistemas de comunicación por radio, teléfono móvil y GPS.
 - Permisos y documentación en vigor.
5. Medios humanos suficientes y materiales necesarios para el correcto movimiento y manipulación de las piezas.

Por supuesto, debemos exigir que el seguro sea «clavo a clavo». Esto puede originar, en algunas ocasiones, cierta dificultad, ya que las empresas adecuadas para realizar este tipo de transportes no son las que conocemos como empresas de transportes de obras de arte y puede ser arduo tener que hacer entender por qué es necesario este tipo de seguro.

Métodos de montaje, soportes y sujeción

Para el montaje de una pieza en exposición, habría que seguir los siguientes pasos:

1. Documentación.
2. Localización de piezas.
3. Intervención.
4. Acondicionamiento del espacio.
5. Montaje:
 - en sala,
 - en el almacén,
 - en el exterior.



Figura 2. Cabina del Boeing 747 Lope de Vega, MUNCYT. Fotografía: Luis Carre.

La documentación, como dijimos en el inicio de esta exposición, es fundamental para el conocimiento del objeto. Sin ella no podemos planificar ninguno de los trabajos posteriores. Es un paso previo para conocer la pieza en su dimensión histórica y material.

Dado que el patrimonio industrial toma importancia en tiempos recientes, a veces es posible encontrar que las piezas se incluyeron en las colecciones con necesidades diferentes a los estándares actuales. Si además añadimos la falta de espacio en los almacenes y la posible disgregación de elementos, es una labor necesaria. La reunión de los distintos elementos nos da idea del espacio expositivo necesario y nos permite acondicionarlo con la seguridad de éxito.

El gran formato generalmente va acompañado de un peso considerable, lo que hace necesario proyectar no solo los soportes. Es posible que sea preciso acondicionar los forjados. Un ejemplo es la instalación de la cabina del Boeing 747 *Lope de Vega* en la sede de A Coruña del MUNCYT (Figuras 2 y 3).

En el caso del *Lope de Vega*, el forjado se reforzó con fibra de carbono y se añadió un soporte, donde apoya el tren de aterrizaje, para repartir las cargas en el edificio (Figura 4). Por el contrario, para el montaje de un generador eléctrico de la colección MUNCYT en la exposición *Tesoros eléctricos* en el Museo Nacional de Escultura de Valladolid, y posteriormente en el Museo Arqueológico Nacional, se proyectó un soporte de madera que quedó oculto en la museografía.



Figura 3. Tren de aterrizaje apoyado sobre soporte. Boeing 747 Lope de Vega. Fotografía: Archivo MUNCYT.



Figura 4. Soporte bajo forjado del tren de aterrizaje. Fotografía: Archivo MUNCYT.



▲ **Figura 5.** Soporte individualizado para el Citroën C5 CV Torpedo Cabriolet. Fotografía: Archivo MUNCYT.



Figura 6. Citroën C5 CV Torpedo Cabriolet ▶ en exposición. Fotografía: Archivo MUNCYT.

En otras ocasiones, se puede ocultar información para el visitante del museo pero que es relevante para el discurso museográfico y se procede a montajes algo novedosos. En el montaje de un Citroën C5 CV Torpedo Cabriolet propiedad de la Fundación Gómez Planche (Museo de Historia de la Automoción de Salamanca) se fabricó un soporte a medida en el que se presentaba la pieza ligeramente inclinada con un espejo inferior de forma que el público pudiera ver fácilmente los bajos del vehículo (Figuras 5 y 6).

En los montajes en el exterior hay que tener en cuenta la naturaleza del material, el tamaño de la pieza y su peso. Para retrasar los efectos de los elementos meteorológicos se debe contar con estructuras protectoras (Prytulak, 2010).

Si el objeto no está cubierto, ningún cuidado o mantenimiento impedirá su deterioro final. El Canadian Conservation Institute publica una serie de consejos para disminuir el deterioro con medidas correctivas y un mantenimiento regular en³:

- **Almacenamiento y exhibición en exteriores:** Principios básicos - *Canadian Conservation Institute (CCI) Notas 15/8* (Prytulak, 2010).
- **Almacenamiento y exhibición en el exterior:** medidas correctivas - *Canadian Conservation Institute (CCI) Notas 15/9* (Prytulak, 2010a).

Programa de mantenimiento

Se ha comenzado con un planteamiento general de los aspectos que hay que considerar cuando se trabaja con piezas de gran formato, pero no sirve de nada todo el trabajo si no existe un programa de mantenimiento.

Para minimizar el deterioro es necesaria la implantación de un programa de mantenimiento cíclico que conste de:

³ Las notas 15/8 y 15/9 del CCI forman parte de la serie *CCI Notes 15* (materiales modernos y colecciones industriales).

- Control ambiental.
- Inspección visual:
 - Desgastes, grietas.
 - Fijaciones sueltas.
 - Fugas...
- Limpieza.
- Lubricación.
 - Dónde.
 - Qué usar.
 - Frecuencia.
- Presión de neumáticos y rotación de ruedas.
- Reabastecimiento de combustible.
- Revisión de medidas de seguridad.

El mantenimiento avala la conservación de las piezas evitando y controlando el posible deterioro y garantizando su permanencia futura. Es una labor de conservación preventiva que contribuye a hacer el museo más sostenible.

Conclusión

El MUNCYT tuvo la primera oportunidad, desde su creación, de exhibir varias piezas de gran formato con ocasión del montaje de las salas expositivas de la sede de A Coruña dedicándoles un solo espacio: Mayúsculas (Figura 7). Es difícil que forme parte de la exposición permanente de un museo una sala en la que la relación entre las piezas sea únicamente su tamaño. No cronológico, no temático, no relacionado con disciplinas científicas, lo que da idea de la gran importancia que tiene el gran formato para nuestro museo.



Figura 7. Vista general de la Sala Mayúsculas de la sede del MUNCYT de A Coruña. Fotografía: Luis Carre.

Las experiencias acumuladas durante el trabajo nos permiten reconocer errores y afianzar procedimientos que seguirán evolucionando a medida que nuestro trabajo avance. Compartirlas hace que nuestro aprendizaje sea más rápido y mayor.

Referencias bibliográficas

- BARRIO, M. Y BERASAIN, I. (2009): «Gordailu, Centro de Patrimonio Cultural Mueble de Gipuzkoa. Estudios Previos». *Ge-Conservación Revista*, pp. 99-116. Disponible en: <https://doi.org/10.37558/gec.v0i0.65> [Consulta: febrero de 2022].
- MARTÍN, E. (2007): «Conservación de escultura en bronce a la intemperie. Propuesta para el mantenimiento de Maman de Louise Bourgeois». *Fundación Museo Guggenheim de Bilbao*. Disponible en: https://cms.guggenheim-bilbao.eus/uploads/2012/09/maman_conservacion.pdf [Consulta: febrero de 2022].
- PRYTULAK, G., (2010): «Outdoor Storage and Display: Basic Principles». *Notas del Instituto Canadiense de Conservación (CCI)*, 15/8. Disponible en: <https://www.canada.ca/content/dam/cci-icc/documents/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/15-8-eng.pdf?WT.contentAuthority=4.4.10> [Consulta: febrero de 2022].
- (2010a): «Outdoor Storage and Display: Remedial Measures». *Notas del Instituto Canadiense de Conservación (CCI)*, 15/9. Disponible en: <https://www.canada.ca/content/dam/cci-icc/documents/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/15-9-eng.pdf?WT.contentAuthority=4.4.10> [Consulta: febrero de 2022].

Experiencias en la conservación y restauración del patrimonio industrial en el Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (MNACTEC). Problemática y posibles soluciones

Mercè Gual Via

Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (MNACTEC)

mgualv@gencat.cat

Resumen

Este artículo expone los problemas y posibles soluciones de la conservación curativa y preventiva sobre patrimonio mueble, industrial y técnico, basándose en la experiencia del taller de restauración del Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya, de ahora en adelante, MNACTEC.

Abstract

This article exposes the problems and possible solutions of curative and preventive conservation on movable industrial and technical heritage, based on the experience of the MNACTEC's restoration workshop.

Palabras clave: Conservación, restauración, patrimonio industrial mueble.

Key words: Conservation, restoration, movable industrial heritage.



Introducción

Aparentemente, el mantenimiento y reparación de objetos industriales se antoja fácil. Desde el punto de vista conceptual, no debería existir ningún problema para intercambiar, sustituir y poner en marcha un objeto de procedencia industrial. Pero, cuando este mismo elemento se considera patrimonio —testigo de la cultura industrial con valor histórico, tecnológico, social, arquitectónico y científico, reflejo del cambio del mundo en un periodo muy concreto, protegido en España por la Ley 16/1985 (BOE-A-1985-12534, 19/07/1985)—, la reparación se convierte en restauración del objeto.

Llegados a este punto, ¿cómo debemos intervenir? Los profesionales que trabajan en museos dedicados a la ciencia y la tecnología llevan a cabo su trabajo de conservación y restauración muchas veces desde una formación académica dirigida al estudio del patrimonio artístico. Asimismo, la bibliografía sobre procedimientos y códigos éticos es limitada.

Este artículo pretende exponer cómo trabajamos con las colecciones del MNACTEC, de qué manera afrontamos determinadas problemáticas y apuntamos posibles soluciones.

Metodología de intervención

Una de las bases de conservación y restauración de patrimonio consiste en realizar un examen organoléptico en profundidad, conociendo las técnicas y materiales de ejecución de los bienes muebles que se van a tratar. Aparece así nuestro primer reto. Expondremos como ejemplo tan solo tres de las tipologías de objetos que custodia el museo, que presentan materiales, métodos de construcción y criterios de conservación muy dispares:

- Turbina del Museu de la Colònia Sedó d'Esparreguera (Figura 1), una de las tres sedes externas del MNACTEC, junto con la Farga Palau (Ripoll) y Museu del Ciment (Castellar de n'Hug). Los objetos de la antigua actividad industrial que se preservan en el museo se han mantenido en su entorno industrial original, cerca de un río, con gran aporte de humedad y climatología extrema. Uno de los grandes atractivos de la Colònia Sedó es la turbina de 1.400 CV, la más grande y potente de España y una de las más espectaculares de Europa. Fabricada con hierro fundido por la casa Planas, Flaquer y Cía. de Girona por encargo de Antoni Sedó en 1899, proporcionaba energía a la fábrica textil. El tubo de aporte de agua a la turbina, fabricado también con hierro fundido remachado y encapsulado externamente por cemento, tiene en la actualidad graves problemas por oxidación de difícil solución, además de requerir un control periódico de las descamaciones y consolidaciones puntuales por motivos de seguridad del público.

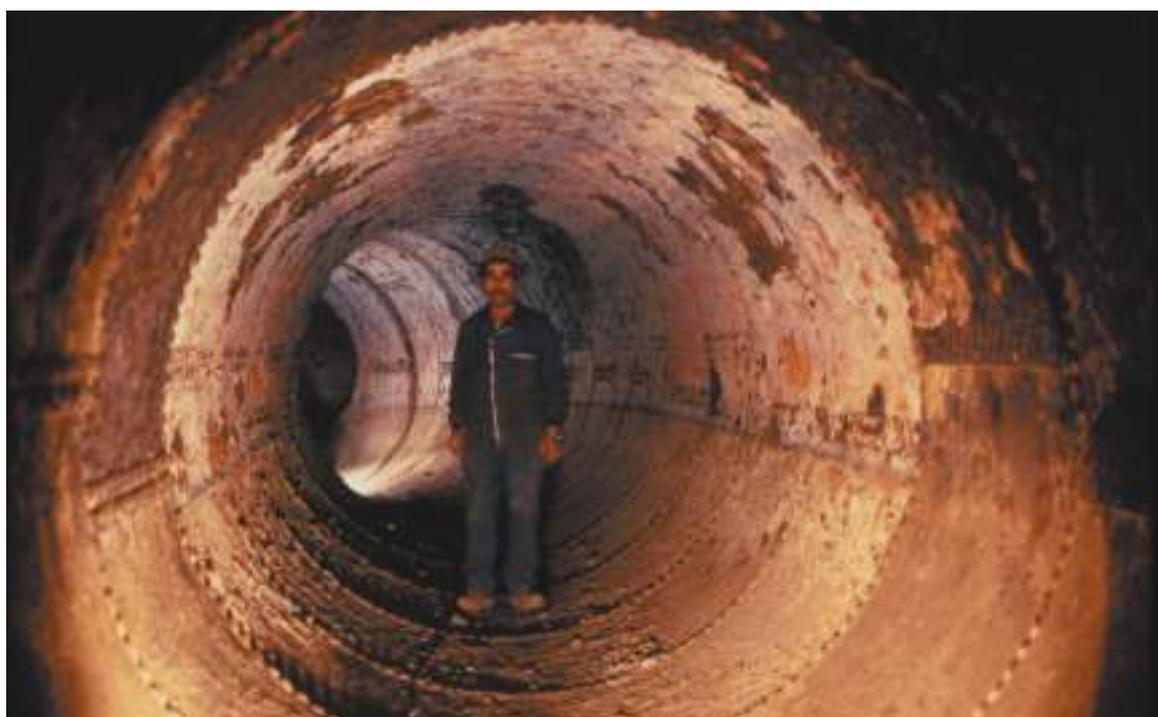


Figura 1. Tubo de desagüe del agua. Museu de la Colònia Sedó. Esparreguera. Fotografía: Teresa Llordés. Archivo MNACTEC.

- Colección Duran de daguerrotipos. Con 72 piezas, es una de las colecciones más destacadas en Cataluña en este ámbito (González, 2016: 9). El daguerrotipo es una hoja de cobre sobre una placa de plata que, tras diferentes tratamientos químicos, da como resultado una imagen. De gran fragilidad, su conservación pasa por mantener el paquete daguerriano estanco del contacto con el oxígeno, evitando un exceso de manipulación con sistemas de almacenamiento específicos.

- Exposición permanente *La fábrica textil*. Se trata de la exposición más antigua del museo, donde se explica el proceso de fabricación de tejido de lana. En la actualidad, muestra algunos telares en funcionamiento, lo cual implica la contratación de un servicio de mantenimiento, la formación de monitores para su puesta en marcha e intervenciones periódicas de conservación preventiva.

Así pues, intervenir sobre este tipo de patrimonio requiere conocer en profundidad sus necesidades y características, más aún cuando no existe una metodología predeterminada.

Estudio previo del objeto

Para llevar a cabo una buena intervención de conservación-restauración hay que realizar un buen diagnóstico.

En el patrimonio industrial, el restaurador afronta no solo materiales nuevos y patologías específicas, sino también problemáticas únicas: producción en serie con piezas intercambiables, obsolescencia, objetos «multimatéricos» y funcionamiento. La experiencia nos dice que un buen diagnóstico choca con diversas problemáticas que no siempre son de fácil resolución.

El estudio previo del objeto pasaría por dos etapas diferenciadas: (a) el estudio del material y (b) el estudio del objeto y de su funcionalidad.

a) Estudio del material

Cada objeto procede de un periodo histórico específico y su manufactura es distinta dependiendo del origen y uso. Utilizando como ejemplo la maquinaria industrial, y basándonos en la tipología descrita por John Hallam (1986), se pueden distinguir cinco tipos de uso de material según el periodo de construcción:

- Primer periodo, alrededor del siglo XVII: el material principal de construcción es la madera, con lo que nuestra mayor preocupación será el control de plagas y la estabilidad de las estructuras.
- Un segundo periodo, cuando el hierro fundido irá sustituyendo a la madera. Incluso a inicios del siglo XVIII, el hierro forjado todavía era laborioso de trabajar y se producía en forjas pequeñas donde el acero no estaba generalmente disponible.
- Tercer periodo, a mediados del siglo XVIII: el uso de carbón, hierro y vapor se generaliza, con el trabajo del hierro en barras para fundición.
- Un cuarto periodo, con disponibilidad generalizada de acero barato de calidad, y con la aparición de nuevos materiales como el aluminio a principios de 1900.
- Quinto (y último) periodo: aparece el plástico, material que por sí solo ya merece un capítulo aparte. Termoformado, moldeo por colada, por compresión, por inyección, extrusión, soplado, calandrado..., son algunos de los métodos de elaboración que nos pueden ayudar a identificar y conservar las colecciones industriales.

Así pues, con el ejemplo de una única colección de maquinaria industrial, podemos darnos cuenta de la complejidad de su estudio: gran variedad de materiales y métodos de construcción, donde coexisten posibles materiales incompatibles, «malos vecinos», que interactúan y dificultan su conservación. Otro de los aspectos para tener en cuenta es conocer qué tipo de lubricantes, aceites, agua y minerales se han usado en la pieza, ya que pueden ser no solo inflamables, sino también higroscópicos, además de poco estéticos.

Hay que respetar las pátinas de la historia y las lacas originales (Figura 2). En material científico, ha sido usual retirar las pátinas originales o se han realizado manipulaciones inadecuadas dejando huellas sobre ellas.

Por último, debemos mencionar uno de los aspectos menos estudiado del patrimonio industrial mueble: la gestión de objetos que contienen materiales peligrosos y, por ende, nocivos para la salud. Por ejemplo, el amianto que se utilizó de manera generalizada como material aislante, el plomo de las linotipias, el ya conocido nitrato de celulosa altamente inflamable, los derivados del petróleo empleados como combustible en coches y motocicletas, o los restos humanos en jeringuillas y aparatología de colecciones de medicina.

Figura 2. Máquina neumática con termómetro aneroide. ▶ Otto Von Guericke (1880-1906). Colección Mentora Alsina. MNACTEC. Fotografía: Ramón Maroto. Archivo MNACTEC.



b) Estudio de la funcionalidad

Una de las características que dificultan la toma de decisiones sobre la práctica de la conservación-restauración de bienes muebles del patrimonio científico, técnico e industrial es su funcionalidad. Muchos de estos objetos han sido concebidos para funcionar periodos limitados con un mantenimiento continuado. No solo eso, sino que mientras estaban dentro del sistema de producción industrial, durante su vida activa, su degradación aumentaba y sufrían continuas reparaciones. Este hecho suscita dos grandes retos. El primero, la dificultad de trabajar sobre objetos de naturaleza compleja, con partes en movimiento y donde existe una interacción física entre las piezas. La restauración debe ser planteada con la participación de un equipo multidisciplinario, con la figura de un conservador-restaurador que velará por mantener los criterios de intervención, y donde la funcionalidad del objeto adquirirá una gran importancia. No es lo mismo trabajar sobre un objeto único, en el que el trabajo del conservador-restaurador es preservar su singularidad única y cuya funcionalidad no es viable (Barclay, 1997: 5), o bien, trabajar sobre un objeto seriado, un prototipo o un objeto construido con una función pedagógica. Con los objetos de nuevo ingreso en el museo, es recomendable documentar gráficamente cómo funcionan, especialmente en el caso de los objetos obsoletos, como ordenadores personales o teléfonos móviles, para conseguir tanta información como sea posible del objeto y de sus características técnicas.

Existen dudas sobre si el funcionamiento favorece o no el deterioro de la pieza. Esta polaridad se hace evidente en el Science Museum en Londres, con profesionales especializados desde 1950, y con una larga tradición de puesta en marcha de los objetos históricos con propósitos pedagógicos y de investigación. En un mismo museo, y a través de sus publicaciones, puede verse que el funcionamiento se encuentra en constante revisión durante los años ochenta y noventa del siglo pasado. Encontramos defensores del paro de los objetos para evitar que la evidencia del pasado no se altere (Kühn, 1989: 389), y que abogan por el control del entorno para una buena conservación preventiva de los materiales constituyentes. Pero, podemos encontrar también publicaciones del mismo periodo en las que se justifica su funcionamiento, con el argumento de que éste forma parte de la naturaleza de los objetos, y que la degradación y pérdida de materia que provoca es aceptable (Mann, 1989: 384). Diez años más tarde, aparece una tercera vía en la que se justifica el funcionamiento del objeto de forma puntual, y solo cuando realmente es necesario y de forma controlada (Anderson, 1998: 19).

A priori, los argumentos en contra parecen sólidos. Por ejemplo, poner en marcha un motor de combustión provoca cambios físicos y químicos evidentes; el desgaste, el uso de combustibles fósiles con emisión de calor, engranajes que emiten vibraciones que requieren un mantenimiento con aporte de fluidos, etc. Los objetos funcionales tienen un valor educativo innegable, pero el desgaste y la pérdida de material no están controlados. El uso y abuso de este recurso expositivo hace que a veces funcionen objetos cuando no se requiere, porque hacerlos funcionar no nos aporta más conocimientos de los que ya se dispone (Barclay, 1997: 5).

Por el contrario, la parada absoluta de los objetos históricos también provoca la degradación de los bienes muebles custodiados, a pesar del control ambiental que se pueda ejercer. Paolo Brenni (2000) llega a considerar como primeros responsables de la degradación de objetos científicos en movimiento, por falta de uso, a los conservadores-restauradores de patrimonio artístico.

De este modo, y lentamente, se toma conciencia de que el funcionamiento es parte inherente del objeto y que se debe integrar de algún modo en la conservación. Aparece un nuevo concepto: el movimiento como agente de conservación. El original no existe, teniendo en consideración que ha sido reparado y modificado a lo largo de su vida laboral y la destrucción se acepta como resultado de la explotación del artefacto (Hallam, 1986: 332). Esta realidad justifica su puesta en marcha, porque, de hecho, no se altera nada. Antes de restaurar, sin embargo, debe existir un trabajo de investigación a través de un plan de conservación previo que certifique la viabilidad del movimiento, con un funcionamiento que respete el manual original, con una formación adecuada de las personas que ponen la pieza en marcha y registrar debidamente todo el proceso (Ball, 2009: 16).

El movimiento pasivo ayuda a preservar mejor siempre que se haga de forma controlada y con un mantenimiento constante, vigilando y conociendo en profundidad los materiales constitutivos, porque pueden representar un peligro para la salud (Newey, 2000: 138), e invariablemente debe ir acompañado por el control del entorno y evitando la exposición al exterior. En definitiva, es necesario elaborar estrategias basadas en el mantenimiento y uso ocasional (Hallam, 2007: 28). Puede parecer que el paro de los mecanismos supone a corto plazo una aparente mejora de la conservación de los objetos, pero, a largo plazo, crea graves pérdidas. Los componentes estructurales se estropean y pueden llegar a romperse cuando permanecen estáticos (Ball, 1999: 19), y las juntas y las gomas se deforman (Ashton, Hallam, 1990: 19). Pero no solo existe pérdida de patrimonio material, sino pérdida de patrimonio intangible. El no uso no permite la transmisión de conocimientos, y estos no pasan de la última generación que los utilizaba a quienes los custodian (Wain, 2017: 82).

Así pues, desde el MNACTEC se está trabajando actualmente en protocolos de conservación preventiva para establecer cuáles son los objetos que pueden funcionar, qué grado de funcionamiento requieren: pasivo o puntual, seguridad y mantenimiento, acompañado del estudio del objeto y la transmisión de su significancia. Estos protocolos se consensúan y solo se pone en marcha la pieza si existe unanimidad, siguiendo el ejemplo del Science Museum en Londres.

Intervención y manipulación del objeto

Como en todas las intervenciones de restauración, únicamente desde el conocimiento profundo podremos definir los objetivos. En restauración, menos es más, y solo se debe intervenir en un objeto si es absolutamente necesario, teniendo claro el proyecto museográfico que desarrollará, si debemos ponerlo en funcionamiento o no y justificar el porqué. En realidad, nuestro trabajo sobre objetos industriales exige la misma metodología que empleamos para un objeto artístico.

Hay dos momentos de la intervención que son particularmente críticos: el desmontaje y la puesta en marcha. Durante el desmontaje, es recomendable crear un manual (Tomsin, 2017: 23-28), con

numeración o siglado individual de las piezas, fotografías durante el proceso, su ubicación sobre un plano y la previsión de las cargas. La restauración necesita tiempo, por lo tanto, es aconsejable guardar las piezas en una zona sin humedad y de forma segura.

Para localizar las carencias y conocer su estado real, es fundamental la búsqueda de patentes, archivos, catálogos comerciales, documentación gráfica existente, testimonios orales, objetos similares, otras restauraciones, etc. Si se decide sustituir alguna de las piezas, es aconsejable conservar la antigua y cambiarla por una de las mismas características físicas para evitar tensiones entre materiales, e identificarla como nueva. A menudo, se debe cambiar un tornillo barrido. En este caso, es necesario registrarlo como nuevo en el informe, e incluso realizar algún tipo de siglado de otro color sobre él para que sea fácilmente identificable.

Otro de los momentos críticos para este tipo de patrimonio es su puesta en marcha (Figura 3). Para muchos de los conservadores-restauradores, es el momento que plantea mayores problemas éticos. Históricamente, de acuerdo con los cánones de restauración artística, se debería evitar el funcionamiento. Si un objeto no funciona, no hay desgaste y, por lo tanto, no hay deterioro. Pero según la experiencia de los museos de ciencia y tecnología, esta aproximación no siempre es válida, en especial en objetos mecánicos. Un coche que no funciona se deteriora a mayor velocidad que si se pone en marcha de manera controlada puntualmente. A pesar de esta evidencia empírica, para poder llegar a una mejor resolución del problema, son absolutamente necesarios estudios científicos sobre el desgaste y el funcionamiento de patrimonio científico y tecnológico.



Figura 3. Máquina de vapor. Maquinista Terrestre y Marítima, modelo Compound (1898). Fotografía: Teresa Llordés. Archivo MNACTEC.

En consecuencia, ante la decisión de poner en marcha o no un objeto de patrimonio industrial, debemos justificar muy bien nuestra decisión y siempre bajo un estricto control por parte de los conservadores-restauradores. Para ello, se aconseja redactar un plan de conservación del objeto en funcionamiento, como el propuesto por la Association of British Transport & Engineering Museums (ABTEM, 2018), que incluya:

- El manual de uso, con instrucciones para el funcionamiento, inspección y mantenimiento del objeto, registrando materiales empleados, marchas y todos aquellos parámetros que creamos interesantes.
- Un informe de operaciones, que contendrá los días en que funciona, nombre del operador, el motivo, aceites y gasolinas utilizados, y cualquier cambio que se efectúe.

También deberemos tener en cuenta las restricciones legales actuales, ya sea por salud laboral, o bien porque existen restricciones legales para poner en marcha un objeto dentro de un edificio catalogado. Asimismo, es necesaria la capacitación del personal que lo pone en marcha, y el conocimiento máximo de la pieza y su nuevo talante. El objeto debe marchar de acuerdo con el manual de funcionamiento original. Hay que ser conscientes de que las instrucciones son antiguas, y, por lo tanto, pueden entrar en conflicto con criterios para una buena conservación o para la seguridad del público.

Finalmente, y llegando quizás a la parte más importante, aprovecharemos el funcionamiento para registrar y documentar el hecho.

Conservación preventiva

La restauración no se puede dar por terminada sin planificar la exposición y conservación de la pieza.

Hay que documentar sus necesidades específicas de conservación preventiva, donde se incluyan: humedad relativa y temperatura adecuadas para su conservación, control de radiaciones ultravioleta (UV), periodicidad de control de plagas, seguridad y limpieza. Es necesaria la evaluación de los riesgos para mejorar la conservación preventiva de los objetos (IPCE, 2019). No siempre será posible alcanzar los niveles óptimos, pero hay que tenerlos siempre presentes. Si la pieza está en el exterior, o dentro del complejo industrial inmueble original, hay que planificar cómo se debe exponer y qué elementos de protección contra los actos vandálicos, climatológicos y de seguridad para el público deben incluirse en el proyecto museográfico. En este sentido, la redacción de un plan de conservación preventiva es fundamental.

Existen estudios para la evaluación del riesgo de uso cuando la pieza funciona. El National Motor Museum of Australia (de ahora en adelante NMA) propone incluir en su plan de conservación preventiva, desde el año 1995, protocolos con parámetros para el mantenimiento y puesta en marcha de los objetos funcionales. Desde el NMA plantean una tabla de evaluación de riesgos para el funcionamiento de los objetos históricos, que se estructura relacionando el tipo de trabajo que se quiere llevar a cabo combinado con la probabilidad de riesgo que representa para los objetos y para las personas (Romanos y Russell, 2010: s/n).

Otro de los aspectos que hay que evaluar es que ponerla en marcha modifica las características físicas, ya que los materiales antiguos, en teoría, son menos perdurables que los modernos. Y como se ha señalado, algunos repuestos antiguos se convierten en un problema de salud pública, como en el caso de objetos que contengan mercurio o amianto. Actualmente, las piezas almacenadas con este tipo de materiales en el MNACTEC se precintan y se etiquetan de forma visible para poder localizar y tratar sin peligro.

Otro de los aspectos para una buena conservación preventiva del patrimonio industrial es su almacenaje y transporte. En el año 2015, el MNACTEC trasladó una parte de sus reservas. El proyecto, realizado por un equipo multidisciplinario, implicó a todo el personal del museo, además de empresas externas, a lo largo de un año y medio. La complejidad de este traslado y almacenamiento viene marcada por las particularidades específicas de las colecciones de patrimonio industrial: deterioro endógeno, obsolescencia y funcionalidad, y disparidad de volúmenes y pesos.

Las reservas del MNACTEC

El MNACTEC tiene unas 22.000 piezas inventariadas, de las que tan solo un 10 % está expuesta en la sede central del museo, un edificio modernista de Lluís Muncunill, en Terrassa (Barcelona) (Figura 4). Las salas de reserva del museo se distribuyen en tres espacios: dos de las reservas se sitúan en un almacén anexo al edificio histórico de la sede central, de unos 1.700 m², y una tercera reserva se encuentra en Cervera (Lleida), en unas instalaciones de unos 5.000 m².

El proyecto se centró en el traslado a las nuevas instalaciones en Cervera de unos mil objetos de grandes dimensiones situados en dos almacenes externos obsoletos, con muchísimos problemas de espacio y sin las condiciones mínimas para contener las colecciones de un museo.

Desde el punto de vista de conservación preventiva, se realizó un trabajo previo de diseño y adecuación del espacio en este almacén con el trazado de un recorrido lo más lineal posible que favoreciese el trabajo de gestión y conservación de las piezas, con sala de cuarentena, sala de limpieza, plató fotográfico y documentación y ubicación de las piezas para un mayor control del riesgo físico de los objetos (Rémy, 2009: 27-35).

Se crearon sistemas de almacenamiento específicos adaptados a la naturaleza de los objetos acumulados, con creación de soportes especiales, anclajes, paletización y sistemas de protección. Los objetos de mayor peso se colocaron en el suelo, en zonas previamente señalizadas para su correcta ubicación. Este es el caso de los vehículos sobre ruedas, que se situaron sobre cuatro trípodes, siguiendo las recomendaciones del Canadian Conservation Institute (CCI, s.a.).

Para algunos de los objetos ubicados directamente sobre el suelo, se realizaron cien soportes específicos con hierro tratado contra la corrosión, hechos a medida y sobre ruedas para facilitar su movilidad (Figura 5). En aquellos objetos cuyas dimensiones no permitían su paletización, se situaron tacos de hierro (Figura 6) para facilitar la entrada de la carretilla industrial elevadora, así como para aislarlos del contacto directo con el pavimento.

Un tercio del espacio de la sala de reserva de Cervera está ocupado por estanterías para paletizados Mecalux® a tres niveles, que soportan 4.500 kg; el primer nivel se encuentra a 40 cm del

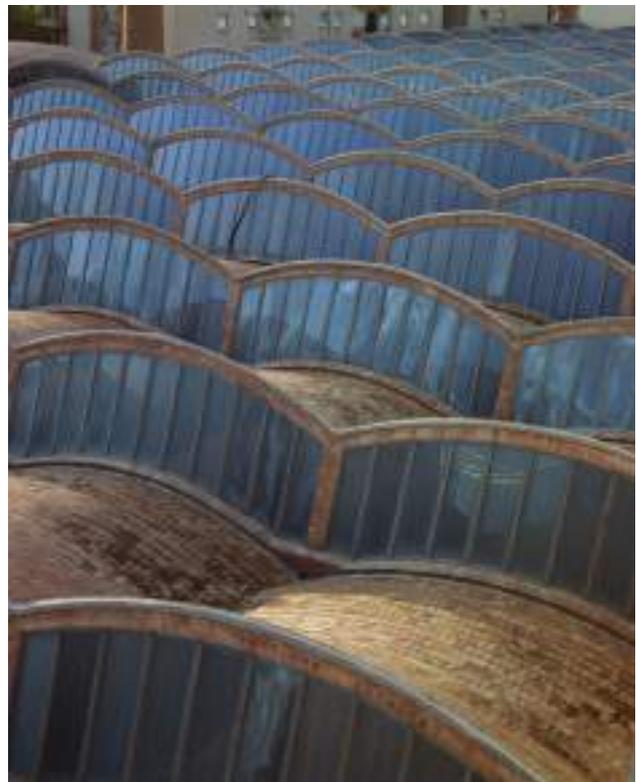


Figura 4. Detalle del tejado del edificio modernista Vapor Aymerich, Amat i Jover, sede del MNACTEC. Fotografía: Teresa Llordés. Archivo MNACTEC.



Figura 5. Detalle de estructuras móviles. MNACTEC-Cervera. Fotografía: Oscar González. Archivo MNACTEC.



Figura 6. Detalle de soportes. MNACTEC-Cervera. Fotografía: Oscar González. Archivo MNACTEC.

suelo. El uso de palés de polipropileno con estructura de acero reforzada quedó descartado por motivos económicos en esta primera fase, pero se realizó el cambio de todos los palés de madera antiguos por otros nuevos, tratados para evitar el ataque biológico y con la colocación de un film de protección de alta densidad de espuma de polipropileno Cell-Aire®.

El traslado a Cervera permitió revisar el inventario y actualizarlo. Una vez finalizado, el almacén está en permanente revisión y control, a través de protocolos de limpieza, seguridad, control de plagas y control de clima remoto.

Conclusión

La intervención sobre patrimonio industrial mueble ha sido el gran olvidado a nivel institucional y formativo en el ámbito de la conservación-restauración, a pesar de estar protegido. La publicación de artículos sobre la intervención en este tipo de objetos posibilita intercambiar y exponer políticas y conceptos nuevos de conservación y restauración poco divulgados.

Cabe esperar que, en un futuro no muy lejano, los manuales, protocolos y estudios para la restauración-conservación del patrimonio industrial sean tan usuales como lo son hoy para el patrimonio mueble artístico.

Referencias bibliográficas

- ABTEM (2018): *Guidelines for Care of Larger and Working Historic Objects*. Disponible en: <https://abtemguidelinesorg.files.wordpress.com/2018/02/124317-abtem-guidelines-booklet.pdf> [Consulta: 18 de febrero de 2022].
- ANDERSON, R. G. (2000): «Escaping the shipwreck time». En: Istituto e Museo di storia della scienza, Opificio delle pietre dure (ed.): *The restoration of scientific instruments*. Florencia: Le Lettere, pp. 51-56.
- ASTHON, J. y HALLAM, D. (1990): «The conservation of functional objects-An ethical dilemma». *AICCM Bulletin*, 16 (3), pp. 19. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/bac.1990.16.3_003 [Consulta: 20 de octubre de 2020].
- BALL, S. (2009): *Larger & Working objectes: a guide to standards in their preservation and care*. Disponible en: <https://collectionstrust.org.uk/wp-content/uploads/2017/01/Larger-and-working-objects-updated-003044.pdf> [Consulta: 18 de febrero de 2022].
- BARCLAY, R. (1997): *The Care of Historic Musical Instruments. Museums and Galleries Comission. Canadian Conservation Institute and CIMCIM*. Disponible en: http://network.icom.museum/fileadmin/user_upload/minisites/cimcim/pdf/The_Care_of_Historic_Musical_Instruments_small.pdf [Consulta: 18 de febrero de 2022].
- BRENNI, P. (2000): «Better than new? Scientific instrument restoration in Italy». En: MANETTI, L.; Istituto e Museo di storia della scienza; Opificio delle pietre dure (ed.): *The restoration of scientific instruments*. Florencia: Le Lettere, 2000, pp. 89-98.
- CCI (s.a.): «Modern materials and industrial collections». *Canadian Conservation Institute-Notes*, 15/1-9. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes.html> [Consulta: 3 de enero de 2021].

- GONZÁLEZ, O. y GUAL, M. (2017): «Trasllat de les noves reserves externes del Museu de la Ciència i Tècnica de Catalunya a Cervera». En: *XV Reunió Tècnica de Conservació i Restauració*. Barcelona: Ed. CRAC, pp.79-94.
- GONZÁLEZ, O. (2016): *Traços de llum. La col·lecció Duran de daguerrotips*. Terrassa: MNACTEC, pp.9.
- GUAL VIA, M. (2015): «Los metales en los museos de ciencia y técnica». *Los museos y la gestión del patrimonio metálico: hierro y aleaciones de cobre. Revista ICOM Digital*, 10, pp. 70-76. Disponible en: <https://issuu.com/icom-ce-librovirtual/docs/icom-ce-digital-10> [Consulta: 20 de diciembre de 2020].
- HALLAM, D. (2007): «Ethical and philosophical issues of operating of functional objects; a developing approach». En: *BigStuff 2007- Proceedings of the International Conference*. Bochum, Alemania, pp. 38-43. Disponible en: https://www.bergbaumuseum.de/fileadmin/forschung/vortraege_und_tagungen/big-stuff-2017/dbm-bigstuff2007-reader.pdf [Consulta: 3 de enero de 2021].
- HALLAM, J. (1986): «Conservation and storage: technology». En: *Manual of Curatorship: a guide to museum practice*. Londres: Butterworth, pp.332.
- IPCE (2019): *Guía para la elaboración e implantación de Planes de Conservación Preventiva*. Madrid: IPCE, 2019, p. 114.
- KÜHN, H. (1998): «The restoration of historic technological artefacts, scientific instruments and tools». *The International Journal of Museum Management and Curatorship*, 8, pp. 389-405.
- MANN, P. R. (1989): «Working exhibits and the destruction of evidence in the Science Museum». *The International Journal of Museum Management and Curatorship*, 8, pp. 369-387.
- NEWAY, H. (2000): «Conservation and the preservation of scientific and industrial collections». *Studies in Conservation*, 45, pp. 137-139.
- RÉMY, L. (1999): «Les réserves: stockage passive ou pôle de valorisation du patrimoine?». *Lettre de l'OCIM*, 65, pp.27-35. Disponible en: <http://doc.ocim.fr/LO/LO065/LO.65%284%29-pp.27-35.pdf> [Consulta: 4 de octubre de 2018].
- ROMANOS, J. y RUSSELL, A. (2010): «A conservation management tool for functional objects». Disponible en: <https://bigstuff.omeka.net/items/show/78> [Consulta: 5 de diciembre de 2020].
- TOMSIN, P. (2007): «Les patrimoines mobiliers scientifiques et techniques: spécifiques de leur restauration, de leur conservations et de leur valorisation». *Ceroart* (370). Disponible en: <https://journals.openedition.org/ceroart/370> [Consulta: 4 de octubre de 2018].
- WAIN, A. (2017): «The Importance of Movement and Operation as Preventive Conservation Strategies for Heritage Machinery». *Journal of American Institute for Conservation*, 56 (2), pp. 81-95.

Actas de las Jornadas sobre patrimonio industrial y tecnológico mueble
IPCE-MUNCYT
3 y 5 de octubre de 2018 (Escuela de Patrimonio Histórico de Nájera)

Coordinadores:

Daniel Durán Romero – Instituto del Patrimonio Cultural de España

Marina Martínez de Marañón Yanguas – Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Imagen de portada

Válvula en la sala de calderas del Museo de la Luz (Museo Nacional de la Energía)
en Ponferrada. Foto: Daniel Durán Romero.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE