



Trabajo Fin de Grado

GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES
– UNIVERSIDAD DE SEVILLA –
Curso 2016/17



**ALMACENAJE DE METALES ARQUEOLÓGICOS.
ESTUDIO DE CASO: EL ALMACÉN DEL
MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SEVILLA**

Alumna: Patricia Iglesias Orta
Tutora: Prof. Dra. Beatriz Prado Campos

Trabajo Fin de Grado

GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES
— UNIVERSIDAD DE SEVILLA —

Curso 2016/17

**ALMACENAJE DE METALES ARQUEOLÓGICOS.
ESTUDIO DE CASO: EL ALMACÉN DEL
MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SEVILLA**

Alumna: Patricia Iglesias Orta

Tutora: Prof. Dra. Beatriz Prado Campos

Firma de la tutora (Vº. Bº.):

NOTA

Los espacios y los fondos estudiados en este trabajo pertenecen al Museo
Arqueológico de Sevilla. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía.

Índice

Introducción	4
Objetivos	5
Metodología.....	6
1 PRIMERA PARTE: ALMACENAJE DE METALES ARQUEOLÓGICOS EN MUSEOS	7
1.1 Los bienes culturales arqueológicos de tipología metálica.....	7
1.2 Características materiales de los metales arqueológicos	8
1.3 Necesidades particulares de conservación en el contexto del almacén. Marco normativo y criterios de conservación. Proyecto Coremans	10
1.4 La experiencia de los museos.....	14
2 SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE CASO DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SEVILLA	17
2.1 Aproximación al MASE. Historia y colección.....	17
2.2 Patrimonio metal	20
2.3 Contexto exterior: Jardines del Parque María Luisa. Factores de deterioro	21
2.4 Almacenes del MASE. El Almacén de Metales. Factores de deterioro	23
2.4.1 Los almacenes	23
2.4.2 Almacén de metales.....	25
2.4.3 Capacidad de almacenaje y mobiliario.....	26
2.4.4 Factores de deterioro. Evaluación de riesgos	29
3 TERCERA PARTE: PROPUESTA DE INTEGRACIÓN PROFESIONAL	45
3.1 Propuesta de mejora: Hacia un sistema y protocolo de almacenaje estandarizado	45
3.2 Optimización del espacio del almacén de metales del MASE. Presupuesto.....	50
4 Conclusiones	56
5 Índice de ilustraciones y tablas	57
6 Bibliografía	60
7 Documentación electrónica.....	64
8 Anexos.....	67

Introducción

Este Trabajo Fin de Grado nace de la oportunidad de la autora de realizar las prácticas curriculares de marzo a junio de 2017 en el Museo Arqueológico de Sevilla¹, y concretamente en el Almacén de Metales. Paralelamente a los propósitos de las prácticas –revisar un conjunto concreto de piezas para mejorar su almacenamiento –, surge la idea de evaluar el almacén, con enfoque teórico, conforme a los criterios de conservación preventiva de bienes culturales, para detectar necesidades particulares y elaborar una propuesta de mejora.

Esta combinación de lo práctico con lo teórico nos ha proporcionado una visión más amplia, entendiendo que, en la realidad de nuestros museos, las tareas de conservación y almacenaje pasan desapercibidas para el gran público, ajeno a las enormes dificultades que estas presentan. A esto se suman los habituales problemas de espacio de los museos asentados sobre edificios históricos, como el caso aquí tratado. Se buscan soluciones en almacenes externos², complicando de otra parte los trabajos de documentación e investigación de los fondos.

Dadas las circunstancias, hemos querido hacer una aportación –muy discreta– a las necesidades del Museo, aún sabiendo que esta es una propuesta teórica y que la reforma del MASE se encuentra ya próxima en el tiempo (aunque no se ha publicado el alcance de la misma). Estaremos pendientes de su evolución, deseando que en todo caso disfrutemos de una mejora notable para nuestro patrimonio.

Exponemos a continuación la estructura de nuestro trabajo: en la **primera parte** plantearemos las necesidades de conservación específicas del patrimonio metálico arqueológico y conoceremos el marco normativo existente y los criterios establecidos por la profesión para afrontar su conservación. En la **segunda parte** analizaremos el caso concreto del Almacén de Metales del MASE, examinando el contexto y valiéndonos del método planteado por Stefan Michalsky³ para evaluar riesgos. Por último, en la **tercera parte**, en base a los resultados obtenidos en el apartado anterior, propondremos una serie de mejoras prácticas para el Almacén de Metales.

¹ En adelante MASE.

² En concreto el MASE dispone de almacenaje externo en el Centro de Depósito de la Junta de Andalucía en San José de la Rinconada (Sevilla).

³ Conservador científico del Instituto Canadiense de Conservación, con gran influencia y numerosas publicaciones en el área de la conservación preventiva.

Objetivos

Exponemos los objetivos mínimos perseguidos con el trabajo:

1. Conocer la legislación vigente en materia de almacenaje de bienes culturales de tipología metálica, así como los criterios adoptados por nuestra profesión para el tratamiento de estos, como punto de partida para la siguiente evaluación de necesidades del Almacén de Metales del MASE.
2. Describir el Almacén de Metales: estancia, acondicionamiento y capacidad.
3. Describir el contexto donde se inserta dicho almacén: localización geográfica, condiciones ambientales, características del edificio y factores de deterioro.
4. Evaluar el riesgo a que se expone la colección metálica almacenada.
5. Diseñar una propuesta de mejora del sistema de almacenaje, conforme a los criterios establecidos, en base a las necesidades detectadas y ajustada a la realidad concreta del Museo, así como proponer una optimización del espacio utilizado (proyección laboral).

Metodología

Para alcanzar los anteriores objetivos hemos recorrido los siguientes *ítems*:

- Consulta de la legislación vigente y los textos profesionales con recomendaciones específicas para el patrimonio metálico.
- Estudio de la zona, edificio, almacén y sistemas de almacenaje del MASE, mediante observación directa, fotografías, mapas (Google Maps) consulta de datos ambientales (registros propios del Museo) y sísmicos (IGN), todo ello para identificar factores de alteración.
- Evaluación de riesgos sobre la colección a partir de los factores de deterioro detectados, tomando como referencia las tablas de Stefan Michalsky.
- Búsqueda de materiales comerciales apropiados para el almacenaje del patrimonio metálico, bien a través de tiendas online especializadas o de la bibliografía de referencia.
- Elaboración de una propuesta de mejora.
- Elaboración de una propuesta de optimización del espacio (con presupuesto).
- Diseño de material complementario sugerido para ayudar a la estandarización de la conservación preventiva (Véase anexos).

1 PRIMERA PARTE:

ALMACENAJE DE METALES ARQUEOLÓGICOS EN MUSEOS

1.1 Los bienes culturales arqueológicos de tipología metálica

Llamamos metales (del latín *metallum* 'mina', 'metal', y este del griego μέταλλον *métallon*) a los elementos químicos puros, o a sus aleaciones que, según la RAE, son:

Buenos conductores del calor y de la electricidad, con un brillo característico, sólidos a temperatura ordinaria, salvo el mercurio, y que en sus sales en disolución forman iones electropositivos o cationes.

En el campo de los **metales arqueológicos**⁴ son comunes el **oro**, la **plata**, el **cobre**, el **hierro**, el **plomo** y la aleación de **bronce**.

Los metales han sido utilizados por el ser humano desde el Calcolítico dada su maleabilidad. Al principio eran trabajados en frío, batidos para conseguir láminas que trabajar... Lentamente se desarrolló la industria metalúrgica, incorporando procesos de reducción de mineral, copelación, aglomeración, forja, fusión, aleación o fundición con moldes. Las posibilidades se multiplicaban para construir todo tipo de artefactos.

El patrimonio metálico, por tanto, está presente como soporte, elemento estructural, revestimiento o decoración en prácticamente todas las tipologías de bienes culturales. Así, puede, por un lado, formar parte del **patrimonio cultural inmueble** en monumentos, arquitecturas y patrimonio industrial, y, por otro, dentro del **patrimonio cultural mueble**, se puede presentar como material arqueológico (subacuático o terrestre), antropológico, etnográfico o artístico. De toda esta diversidad se conservan ejemplares en nuestros museos.

⁴ El término *arqueológico* alude a aquellos metales contextualizados desde la Prehistoria hasta la Edad Media.

1.2 Características materiales de los metales arqueológicos

Las características físicas de los metales dependen de las variables derivadas de su proceso de fabricación⁵, a saber, su composición química (proporción de componentes en una aleación, aditivos no metales⁶, impurezas...) y su tratamiento térmico (características del horno, velocidad de enfriamiento, temple...). La constitución material adquirida influirá sobre el modo en que envejecen o resistan el uso.

Además de los procesos de deterioro físicos posibles (fracturas, deformaciones, abrasión, pérdidas de volumen o de elementos constitutivos, etc.) los metales ostentan su propia forma de autodestrucción: la **corrosión (factor de deterioro intrínseco)**⁷. En la naturaleza, los metales aparecen combinados de forma estable con otros elementos, requiriendo menos energía que en su estado metálico puro. Para su procesado se invierte energía en separar ciertos componentes, y luego en un entorno de intercambio tenderán a conformar esa combinación original. La corrosión es un **proceso electroquímico** por el cual los metales, en presencia de oxígeno, agua y sales –electrolitos–, inician un proceso de degradación. A veces se favorece por contacto directo entre metales distintos (par galvánico⁸)

En este proceso se genera la pátina, es decir, productos químicos en su superficie, como por ejemplo el óxido de hierro. Cuando cubre el objeto uniformemente, esta actúa como **protección natural**, aislando el núcleo de los agentes catalizadores de la corrosión. Es lo que llamamos **pátina inactiva**. Por el contrario la **pátina activa** comienza como picaduras irregulares en la superficie y continúa ahondando hacia el núcleo. El material se encuentra entonces tan debilitado estructuralmente que no soporta vibraciones o golpes terminando por **destruir completamente** el objeto.

La superficie es además la parte más vulnerable de una obra de arte o bien cultural cualquiera, pues contiene el grueso de la **información** (intención simbólica, iconográfica, decorativa, información textual, etc.).

Los yacimientos arqueológicos, subacuáticos o soterrados, son **entornos hostiles** para los metales, ya que aquí se da un contacto directo con agua y sales, si bien muchas veces son

⁵ LE THOMAS, P. J. *La metalurgia*. Barcelona: Ed. Martínez Roca, 1969, p. 65.

⁶ Algunos aditivos se utilizan para favorecer procesos, por ejemplo, la adición de carbono al hierro reduce su temperatura de fusión y también puede hacerlo más duro, pero menos plástico. LE THOMAS, op. cit., p.76.

⁷ Ahora bien, todos los metales no se deterioran por igual (el oro permanece estable, la plata sulfura...). En este trabajo nos centramos en los metales no preciosos.

⁸ LE THOMAS, op. cit., pp.149-151.

ambientes carentes de oxígeno, hecho que puede preservarlos de la corrosión. Precisamente por el hecho de su extracción (al acceder a gran cantidad de oxígeno) y por las inadecuadas condiciones en que se conserven posteriormente en el museo estos objetos se vuelven vulnerables. De manera que en los objetos de procedencia arqueológica, la corrosión se presentará casi de manera inevitable. En palabras de Michalsky:

Múltiples objetos, como los metales arqueológicos o las máquinas históricas pueden deteriorarse con mayor rapidez una vez que llegan al museo que cuando permanecían sepultados bajo tierra o cuando eran utilizados en la fábrica⁹.

⁹MICHALSKY, S. *Cómo administrar un museo: manual práctico*. París: ICOM, 2006, p. 51.

1.3 Necesidades particulares de conservación en el contexto del almacén. Marco normativo y criterios de conservación. Proyecto Coremans

A nivel nacional, los bienes patrimoniales de tipología metálica quedan englobados en el Patrimonio Histórico Español, y, por tanto, protegidos por la **Ley 16/1985 de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español** (LPHE). A nivel autonómico andaluz, estos quedan protegidos por la **Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía** (LPHA). En ambos casos estos objetos no son diferenciados de otro tipo de patrimonio y, por ello la legislación no dicta metodologías o criterios concretos de actuación en lo referente a su conservación o intervención, de modo que tampoco se especifican sus condiciones de almacenaje.

Para conocer si hay un **consenso profesional** en la conservación de esta tipología de piezas tenemos que acudir a las **Cartas, Recomendaciones y Convenios** ratificados por España. Estos son numerosos y atienden a múltiples tipologías patrimoniales, pero, como ya hemos mencionado, el metal puede encontrarse en casi todas ellas. A continuación se listan cronológicamente una selección de documentos aplicables al **patrimonio metálico arqueológico** (Tabla 1).

AÑO	DOCUMENTO	CONSIGNA PRINCIPAL
1956	Recomendación de Nueva Delhi ¹⁰	Principios internacionales aplicables en excavaciones arqueológicas.
1972	Carta del Restauero	Normas sobre restauración de obras de arte, "en su acepción más amplia".
1987	Carta de la conservación y restauración de los objetos del Arte y la Cultura	Incluye (con respecto a la anterior) el bien de carácter antropológico.
1990	Carta ICOMOS para la protección y gestión del Patrimonio Arqueológico (Carta de Lausana)	Define Patrimonio Arqueológico.
1994	Carta de Nara	Valores inmateriales y espirituales de las obras.
1996	Carta Internacional para la Protección y Gestión del Patrimonio Cultural Subacuático (Carta de Sofía)	Objetivos, metodología, técnicas, cualificación, responsabilidades y experiencia necesaria para conservar, proteger y gestionar el yacimiento y materiales recuperados.
1999 ¹¹	Carta de Burra	Actuaciones en lugares de importancia cultural.
2000	Carta de Cracovia	Patrimonio edificado.
2000	Carta de Riga de autenticidad y reconstrucción histórica en relación al Patrimonio Cultural	Circunstancias que requieren reconstrucción histórica.
2001	Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático ¹²	Definición de Patrimonio Cultural Subacuático y recomendaciones para su protección.
2003	Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial	Conservar / recuperar la integridad funcional del patrimonio industrial mueble e inmueble.

¹⁰ España se adhiere en 1975 (BOE 5 de julio de 1975).

¹¹ Revisada en 2013.

¹² Entra en vigor en España en 2009.

	2004	Documento sobre bronce al exterior	Conservación del bronce a la intemperie. Primer documento específico de metales.
	2006	Carta de Monterrey	Patrimonio documental ligado al patrimonio industrial (catálogos, manuales...).
	2008	Terminología del ICOM para definir la conservación del patrimonio cultural tangible	Definición y distinción de objetivos de la conservación preventiva, curativa y restauración.
	2008	Carta del Bierzo para la conservación del Patrimonio Industrial Minero	Desarrollo específico de la Carta de Nizhny Tagil a nivel nacional.
	2010	Plan Nacional de Protección del Patrimonio Cultural Subacuático Español (Libro Verde)	Recomendaciones para la protección del patrimonio subacuático español.
	2011	Principios de Dublín	Ampliación de aspectos en relación al Patrimonio Industrial.
	1996/ 2014	Ley de propiedad intelectual (R.D. Legislativo 1/1996 de 12 de abril, modificado por la Ley 21/2014 de 4 de noviembre de 2014)	Limitación de operaciones sobre metales contemporáneos de autor.
	2015	Proyecto Coremans: Criterios de intervención en materiales metálicos¹³	Publicación del MECD: criterios en intervención de metales (no especifica arqueológicos).
Actualidad		Planes Nacionales de Conservación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Catedrales 2. Arquitectura Defensiva 3. Paisaje Cultural 4. Patrimonio Industrial 5. Abadías, Monasterios y Conventos 6. Salvaguarda del Patrimonio Inmaterial 7. Conservación Preventiva 8. Investigación en Conservación del Patrimonio 9. Patrimonio del siglo XX 10. Educación y Patrimonio 11. Arquitectura Tradicional 12. Emergencias y Gestión de Riesgos en Patrimonio Cultural 13. Conservación de Patrimonio Fotográfico 14. Protección del Patrimonio Arqueológico Subacuático
		European Committee for Standardization/Technical Committees (CEN/TC3462).	<p>Veintiuna normas encuadradas en tres categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Directrices generales y metodología 2. Evaluación de métodos y productos de conservación 3. Condiciones ambientales interiores/exteriores <p>Doce traducidas por AENOR en España¹⁴.</p>

Tabla 1 - Documentos relacionados con el patrimonio metal.

¹³ DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E. (coord.). *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en materiales metálicos* [en línea]. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015 [consulta: 15 de marzo de 2017]. Disponible: https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=15035C

¹⁴ Hasta 2015, según el Proyecto Coremans.

De todos estos documentos el más específico es la publicación **Proyecto Coremans**. Entre aquellas recomendaciones generales dadas en relación a la "intervención en materiales metálicos" hemos extraído las recomendaciones concretamente dirigidas al **almacenamiento de metales**¹⁵ (Tabla 2).

ACCIÓN	DETALLES
Control de sustancias nocivas	Evitar presencia de SO ₂ y Compuestos Orgánicos Volátiles ¹⁶ .
Control de HR	No debe superar el 35% ¹⁷ . Evitar fluctuaciones. Se recomienda usar sistemas de control de humedad y temperatura ambiental.
Control de iluminación	Se recomienda un nivel de 150-200 luxes y componente de radiación menor a 75 m W/lumen para aquellos objetos con capa de protección.
Manipulación	No manipular nunca con las manos descubiertas: usar guantes no transpirables.
Almacenamiento de piezas pequeñas	Se recomienda guardarlas: <ul style="list-style-type: none"> - totalmente secas - envueltas en papel japonés - dentro de recipientes plásticos herméticos, que pueden incluir, pero nunca en contacto, absorbentes de oxígeno, estabilizadores de humedad y elementos anticorrosivos.
Rutinas de inspección	El personal competente (conservadores y restauradores) debe inspeccionar para minimizar las causas de las alteraciones, y en caso de detectar evolución de daños proceder a eliminarlos.

Tabla 2 – Recomendaciones para el almacenaje y manipulación de metales.

Conocidas estas breves recomendaciones en cuanto a almacenaje de bienes metálicos, habrán de consultarse las **normas AENOR** que se vayan publicando en España con respecto a la Conservación del Patrimonio Cultural¹⁸. De momento casi todas se orientan al tratamiento de materiales pétreos y conservación de bienes arquitectónicos aunque ya contamos una norma que puede ayudar al **diseño de almacenes en museos**:

NORMA	DESCRIPCIÓN
UNE-EN 16141:2014	Guía para la gestión de las condiciones ambientales. Centros de conservación: definiciones y características de los espacios dedicados a la conservación y gestión del patrimonio cultural.
UNE-EN 16242:2014	Procedimientos e instrumentos para la medición de la humedad del aire y los intercambios de humedad entre el aire y el patrimonio cultural.

Tabla 3 – Normas AENOR relativas a conservación del patrimonio cultural.

¹⁵ DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E. (coord.), op. cit., pp. 43-45.

¹⁶ En adelante COV.

¹⁷ Michalsky recomienda una humedad relativa entre el 0 y el 30% para metales. MICHALSKY, S. *Humedad relativa incorrecta* [en línea]. Roma: ICCROM, 2009a. [consulta: 9 de julio de 2017]. Disponible: http://www.cncr.cl/611/articles-56474_recurso_10.pdf

¹⁸ No se ha tenido acceso a estas publicaciones para su consulta.

A este respecto, mencionar que la UNESCO ha elaborado una herramienta para asistencia a la **mejora de almacenes de museos** (sin importar la tipología de bien): el **Proyecto RE-Org**¹⁹, que pretende remontar situaciones caóticas que se dan mayormente en países con pocos recursos. A pesar de que no es la problemática aquí tratada, resulta útil como punto de partida en la organización de un almacén.

¹⁹ UNESCO. “Herramienta de autoevaluación de depósitos”. En: *Re-org.info* [en línea]. UNESCO, 2017 [consulta: 2 de abril de 2017]. Disponible: <http://www.re-org.info/es/download/244/34/16>

1.4 La experiencia de los museos

Revisado el marco normativo, dirigimos nuestra mirada a la experiencia práctica de los museos. Estas instituciones, depositarias del patrimonio mueble mundial, se han ido autodefiniendo a partir del siglo XX. Así, según el ICOM:

Un museo es una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, **conserva, estudia**, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad y su ambiente con fines de estudio, educación y recreo²⁰.

De alguna manera la función “conservar” se hace sinónimo de “almacenar”; tal es la cantidad de bienes que se guardan²¹. No todos son expuestos pero sí pueden ser objeto de estudio. En la sintonía de estas dos funciones del museo —conservar y estudiar— se ha ido conformando en los últimos años la idea actual de **almacén de museo o reserva**, como también se viene llamando, y aunque aún no tenemos una definición acordada por la profesión, sí se viene instando a los conservadores de museos a ejercer la responsabilidad de “crear y mantener un entorno adecuado para la protección de las colecciones almacenadas, expuestas o en tránsito, de las que están encargados”²².

De hecho, el concepto tradicional que se tenía de almacén, similar a la idea de trastero —oscuro, polvoriento, desordenado— se viene revalorizando desde 1976²³, y esto se ha visto reflejado en la aparición de nuevas tipologías, como los almacenes visitables²⁴. En Europa fue pionero el Musée National des Arts et Métiers de París, inaugurando sus almacenes externos

²⁰ Conforme a los estatutos de la 22ª Asamblea general en Viena, 2007. ICOM. “Definición del Museo”. En: *Icom.museum* [en línea] ICOM, 2017 [consulta: 20 de julio de 2017] Disponible: icom.museum/la-vision/definicion-del-museo/L/1/

²¹ Se estima que se conservan en áreas de reserva más del 80% de las colecciones de cada institución. HERRERO DELAVENAY, A. “De almacén a centro de conservación de colecciones”. *Almacenes de museos. Espacios internos, propuestas para su organización. Revista del Comité Español de ICOM* [en línea], 2011, Nº 3, pp. 9 [consulta: 20 de julio de 2017]. Disponible: http://www.icom-ce.org/recursos/ICOM_CE_Digital/03/ICOMCEDigital03.pdf

²² ICOM. *Código de Deontología para los museos* [en línea]. París: ICOM, 2013, pp. 5-6 [consulta: 27 de julio de 2017]. Disponible: http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Codes/code_ethics2013_es.pdf

²³ En 1976 la UNESCO y el ICOM organizan la *International Conference of Experts on Museum Storage*. ICOM. “Publications Database”. En: *Icom.museum* [en línea] ICOM, 2017 [consulta: 23 de agosto de 2017]. Disponible: icom.museum/resources/publications-database/publication/international-conference-on-museum-storage-13-17-december-1976/

²⁴ HERRERO DELAVENAY, A., op. cit., pp. 10-11.

en 1994²⁵, mientras que en España disponemos del reciente ejemplo del Museo de la Aduana de Málaga²⁶.

Pero al margen de tipologías prescindibles, podemos darnos por satisfechos si nuestros almacenes cumplen con esta **función básica** propuesta por Herrero Delavenay: proporcionar un "entorno óptimo para los bienes culturales, logrando que se convierta (el almacén) en un verdadero centro de gestión de las colecciones"²⁷.

Algunas recomendaciones pueden ayudar a conseguir este espacio óptimo para la conservación y útil para la gestión (Tabla 4).

RECOMENDACIONES	
Capacidad	Planificar volumen actual y próximos depósitos.
Espacio	Debe ser accesible.
Organización y localización de piezas	Ordenar e identificar sistemáticamente.
Embalajes	Fácilmente manipulables.
Seguridad	Proteger del vandalismo y robo, fuego, inundaciones u otras catástrofes o accidentes.
Conservación	Proveer a los bienes según su tipología de condiciones adecuadas para su conservación a generaciones futuras.
Sistema de almacenamiento	Adecuarlo a los bienes utilizando materiales estables . Diseñar el mobiliario y embalajes para proteger de las vibraciones.

Tabla 4 – Recomendaciones para el almacén.

En España la reciente reforma integral del Museo Arqueológico Nacional²⁸ representa el mejor ejemplo de experiencia práctica en la mejora del almacenaje. Durante cinco años²⁹ han efectuado la inmensa tarea de desmontar salas y de vaciar y trasladar almacenes. Diseñaron *ex profeso* los nuevos almacenes, mejorando las condiciones de conservación de cada tipología material con respecto a la situación anterior. El MAN ha publicado su experiencia en interesantes artículos dentro de su Boletín que pueden ayudar en la **planificación de almacenes** en aspectos como espacio, mobiliario, seguridad o accesibilidad³⁰.

²⁵ Ibídem.

²⁶ MECD. "Inauguración Museo de Málaga". En: *Mecd.gob.es* [en línea] MECD, 2017 [consulta: 20 de abril de 2017] Disponible: <https://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/museos/destacados/2016/inauguracion-malaga.html>

²⁷ HERRERO DELAVENAY, A., op. cit., p. 11.

²⁸ En adelante MAN.

²⁹ Entre 2008 y 2013. MUSEO Arqueológico Nacional. "El nuevo Museo". En: *Man.es* [en línea] MECD, 2017 [consulta: 23 de marzo de 2017] Disponible: <http://www.man.es/man/museo/elnuevo-museo.html>

³⁰ RODRIGO DEL BLANCO, J. "Los nuevos almacenes del Museo Arqueológico Nacional". *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* [en línea] 2014, Nº 32, pp. 281-294 [consulta: 20 de marzo de 2017].

Sin embargo, lamentablemente dentro de este gran proyecto no pudo culminarse, específicamente, el almacén de metales; el espacio destinado para ello cambió de uso provisionalmente.

Por otra parte, aunque la experiencia de los museos se ha ido incrementando, la problemática se instala en la ausencia de un **documento específico** consensuado profesionalmente sobre la conservación de **metales arqueológicos almacenados**, y la **falta de recursos económicos**, normalmente insuficientes para proteger a las nutridas colecciones. La solución al almacenaje de metales arqueológicos en museos ha de venir por la **protección colectiva** de las piezas y por la adopción de un **método consensuado** capaz de detener el factor intrínseco de deterioro del metal, esto es, la **corrosión**.

2 SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE CASO DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SEVILLA

2.1 Aproximación al MASE. Historia y colección



Fig. 1. El Museo Arqueológico de Sevilla en el Parque María Luisa.

En el MASE confluyen una serie de colecciones privadas e históricas con otras nacidas ya en la reciente concepción del patrimonio cultural, con carácter estatal y, por ende, público. Se reúnen en un edificio que cuenta también con su propia trayectoria, arrastrando la problemática típica de los museos ubicados en edificios históricos y una promesa de reforma integral que se ha congelado en los últimos años. Haremos un breve recorrido cronológico para entender la formación de su identidad y el carácter de sus fondos (Tabla 5).

La colección hoy acoge más de 60.000 piezas, tanto propias como depositadas³¹. Las más icónicas son las esculturas marmóreas representativas de la romanización de la Bética, en especial las procedentes de **Itálica**, así como las piezas de oro del **Tesoro del Carambolo**, atribuido al periodo fenicio-orientalizante (o Tartessos).

³¹ PORTAL de Museos de Andalucía. “Museo Arqueológico de Sevilla/Colecciones”. En: *Museosdeandalucia.es* [en línea] Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 31 de marzo de 2017] Disponible: http://www.museosdeandalucia.es/cultura/museos/MASE/index.jsp?redirect=S2_3.jsp. Dato radicalmente distinto a las 400.000 piezas que figuraban en los libros de registro en 2005. ANDRÉS TORRALBA, I. y otros. *Proyecto de rehabilitación integral del Museo Arqueológico de Sevilla* (TFM) [en línea], 2007, p. 61 [consulta: 15 de junio de 2017]. Disponible: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/524>

ANTECEDENTES

Siglos XVI, XVII y XVIII

Destacan algunos coleccionistas sevillanos de influencias humanistas e ilustradas³²:

- Don Fabrique Enríquez e hijo (Colección de la Casa Pilatos³³)
- Rodrigo Caro
- Juan de Córdoba
- Gonzalo Argote de Molina
- **Francisco de Bruna**³⁴. Adquirió para los Reales Alcázares la colección de Juan de Córdoba, ampliándola con piezas de Itálica a partir de 1781. Esta colección se definió ya como **pública**.

Siglo XIX

1835 Se crea la Junta de Museos para preservar piezas desamortizadas (R.D. de Supresión de Monasterios y Casas Religiosas). El exconvento de La Merced³⁵ se destina a Museo Provincial. La Junta reclama colecciones arqueológicas como la de Bruna o el Gobierno Político³⁶, procedente de excavaciones ya oficiales en Itálica. **El Museo Arqueológico y el Provincial nacen unidos.**

Años siguientes La Comisión de Monumentos Históricos y Artísticos de la Provincia de Sevilla conforma con todo ello el **Museo de Pintura y Antigüedades.**

A partir de 1862 Demetrio de los Ríos continúa excavando Itálica³⁷.

Década de 1870 La Comisión solicita el uso del edificio completo, que no posee. Hay falta de espacio: las piezas se acumulan por el suelo.

1879 Una Real Orden separa el Museo Arqueológico del de Bellas Artes aunque siguen compartiendo edificio. El Arqueológico ocupa el "Claustro Grande"³⁸.

1892 Los herederos de Mateos Gago, canónigo de la Catedral, venden al Ayuntamiento su colección arqueológica para el **Museo Arqueológico Municipal** (no Provincial) instalado en la Torre de Don Fadrique.³⁹

CONFORMACIÓN ACTUAL

Siglo XX

1940 Se aprueba traslado al Palacio Mudéjar de Plaza de América, que no se realizó⁴⁰.

³² SAN MARTÍN MONTILLA, C. "Un largo camino rico en experiencias. La gestación del Museo Arqueológico de Sevilla: un valor por actualizar". *Mus-A: Revista de los museos de Andalucía* [en línea], 2006, Nº 7, pp. 67-73 [consulta: 27 de marzo de 2017]. Disponible: http://www.juntadeandalucia.es/cultura/museos/media/docs/PORTAL_musa_n7.pdf.

³³ Sus descendientes donaron piezas al Museo en 1953. LORENZO MORILLA, J. "La creación del Museo Arqueológico de Sevilla". *Atrio* [en línea], 1992, Nº4, pp. 139-145 [consulta: 30 de marzo de 2017]. Disponible: <https://www.upo.es/depa/webdhuma/areas/arte/atRIO4/13.pdf>

³⁴ SAN MARTÍN MONTILLA, C., op. cit.

³⁵ TORRUBIA FERNÁNDEZ, Y. "El Museo Arqueológico de Sevilla en el Convento de la Merced". *Laboratorio de Arte: Revista Del Departamento de Historia Del Arte* [en línea], 2006, Nº 19, pp. 503-515 [consulta: 14 de marzo de 2017]. Disponible: institucional.us.es/revistasarte/19/028%20torrubia.pdf

³⁶ LORENZO MORILLA, J., op. cit.

³⁷ SAN MARTÍN MONTILLA, C., op. cit.

³⁸ TORRUBIA FERNÁNDEZ, Y., op. cit.

³⁹ LORENZO MORILLA, J., op. cit.

⁴⁰ TORRUBIA FERNÁNDEZ, Y., op. cit.

1946	Depósito de las colecciones del Museo de Antigüedades (Provincial) y Museo Arqueológico Municipal en el edificio actual (Pabellón del Renacimiento durante la Exposición Iberoamericana de 1929 ⁴¹) denominándose ya Museo Arqueológico Provincial de Sevilla .
Años 70	Descubrimientos arqueológicos de trascendencia (Tesoro del Carambolo) dan lugar a ampliaciones en el edificio, adaptándose espacios para biblioteca, sala de investigadores, despachos para conservadores, administración, dirección, salón de actos, salas de exposiciones temporales y talleres de restauración ⁴² , dando cuenta de la consideración que se tenía hacia el Museo entonces.
1970-2000	El Museo se adapta a las necesidades con criterios dispares ⁴³ , resultando en un aspecto obsoleto y desigual.
2009	El arquitecto Vázquez Consuegra gana el Proyecto de Adecuación Integral del MASE ⁴⁴ pero no se realiza debido a la crisis económica sufrida.
2017	El Ministerio propone adaptar el proyecto de Vázquez Consuegra ⁴⁵ , pero no ha trascendido fecha de ejecución ni profundidad de la actuación.

Tabla 5 – Evolución cronológica del edificio y su colección.

⁴¹ El edificio es BIC. IAPH. "Patrimonio Inmueble de Andalucía". En: *laph.es* [en línea]. Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 17 de marzo de 2017]. Disponible: <http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/resumen.do?id=i21893>

⁴² SAN MARTÍN MONTILLA, C., op. cit.

⁴³ *Ibíd.*

⁴⁴ MINISTERIO de Educación, Cultura y Deporte. "Adecuación del Museo Arqueológico de Sevilla. Memoria del proyecto". En: *Mecd.gob.es* [en línea]. MECD, 2017 [consulta: 11 de marzo de 2017]. Disponible: http://www.mecd.gob.es/giec/Obras/proyectos/museos/Arqueologico_Sevilla.html

⁴⁵ ABCdesevilla. "El Ministerio de Cultura revisará a la baja la reforma (...)". En: *Sevilla.abc.es* [en línea] Diario ABC S.L., 2017 [consulta:]http://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-ministerio-cultura-revisara-baja-reforma-museo-arqueologico-sevilla-201703172343_noticia.html

2.2 Patrimonio metal

Sin contar las piezas de oro tartesias (Carambolo, Évora...) o la numismática romana —ambos conjuntos fuera del almacén—, el patrimonio metálico es secundario dentro de la colección. Metales como cobre, hierro y plomo, o aleaciones como bronce, constituyen el soporte de sencillos objetos utilitarios.

En esta categoría hay muestras de pequeñas estatuillas y exvotos devocionales, ajuar médico, doméstico y estético, piezas de armamento, defensa o caza y pesca, herramientas y útiles, o los más humildes; elementos estructurales (clavos, vástagos, grapas...). Se conservan piezas a partir del Calcolítico⁴⁶, pasando por Tartessos, las colonias fenicias y griegas, el Imperio Romano, los periodos paleocristiano, celta, visigodo y árabe.

Destacan en la **colección expuesta** algunas piezas de bronce fenicio-tartésio como el **Bronce Carriazo** o la **Astarté sedente**. Recientemente se ha inaugurado la Sala de Epigrafía, que muestra al público leyes romanas, inscritas en cartelas fundidas en bronce, que solían colocarse en zonas prominentes de edificios públicos. Evidentemente estas piezas expuestas se encuentran todas restauradas y en continua vigilancia de su estado de conservación.

En la zona no visitable, es decir, en **los almacenes**, se guardan numerosas muestras de piezas como las descritas anteriormente, de la vida ordinaria, en muy distintos estados de conservación y de diversas calidades. En su mayoría carecen de relevancia museográfica. Sin poseer datos estadísticos fiables⁴⁷, sólo con una observación directa⁴⁸, estimamos que al menos la mitad de las piezas metálicas almacenadas se encuentran en mal estado de conservación, problemática que ocupará el centro de atención de este trabajo.

⁴⁶ Segundo milenio antes de Cristo. Periodo de la Prehistoria caracterizado por el uso del cobre. Posteriormente siguen la Edad del Bronce y la Edad del Hierro.

⁴⁷ Los restauradores del museo cuantificaban en 2004 el estado de conservación de las colecciones (sin especificar expuestas/almacenadas) así: bueno 70%, regular 20/25%, malo "nº no significativo". ANDRÉS TORRALBA, I. y otros., op. cit., pp. 120-121. Deducimos como malo un 5/10%, más que significativo. En nuestra opinión, si nos centramos en el almacén de metales, con sus problemas específicos, este porcentaje aumentaría sensiblemente.

⁴⁸ Durante nuestras prácticas realizadas en el MASE (marzo-junio de 2017).

2.3 Contexto exterior: Jardines del Parque María Luisa. Factores de deterioro

El inmueble se enmarca en un jardín urbano histórico, el Parque de María Luisa. En él se contienen masas vegetales (árboles y arbustos) y fuentes de agua o estanques de pequeña o mediana envergadura. Los jardines se organizan alrededor de calles anchas asfaltadas, plazas con solería tradicional de cerámica o piedra y calles o senderos de albero. El mobiliario cerámico y de forja completa los servicios del parque (farolas, bancos, maceteros, barandillas, papeleras...). Se encuentra rodeado por vías urbanas con tráfico rodado constante y a 354 metros⁴⁹ del tramo desviado del río Guadalquivir.

En él habitan variadas especies animales: pavos reales, comunidades de palomas, tórtolas o cotorras argentinas, mirlos, gorriones, gatos, reptiles, roedores y todo tipo de insectos autóctonos. Tiene gran afluencia de público, tanto turista como local, que suele hacer parada en él para tomar un tentempié, ejercitarse o descansar.

En este contexto, los siguientes agentes de deterioro pueden afectar al edificio (Tabla 6), a saber:

FACTORES DE DETERIORO EXTERNOS (PARQUE)	
Tª	Durante el periodo anual 01/06/2016-30/05/2017 osciló entre los 2,3°C de mínima (enero) y los 45°C de máxima (septiembre) ⁵⁰ . La Tª media anual fue de 20°C.
HR	Durante el mismo periodo osciló entre la mínima, del 10% (junio) y la máxima, del 100% (octubre a mayo) ⁵¹ . La HR media anual fue del 64%.
Humedad del subsuelo	Por la retención que mantiene la vegetación así como por presencia de aguas subterráneas.
Partículas aéreas y contaminación	Polvo, sílice, nitratos, polución, sales...
Residuos de la actividad animal y vegetal	Acumulación en cubiertas, terrazas y galerías: hojarasca, plumas, presencia de nidos de aves o de insectos. Los restos de alimentos generados por el público así como alimentación directa a ciertas especies (gatos, palomas...) avivan el crecimiento de la fauna y en consecuencia, el surgimiento de sus residuos.

Tabla 6 – Factores de deterioro externos.

⁴⁹ Herramienta “Medir la distancia”. GOOGLE Maps. *Google.es* [en línea]. Google, 2017 [consulta: 15 de junio de 2017]. Disponible: <https://www.google.es/maps/@37.3737912,-5.984077,1866m/data=!3m1!1e3>

⁵⁰ Datos registrados por el Sensor nº 15 del MASE.

⁵¹ *Ibidem*.



Fig. 2. Aproximación al Río Guadalquivir.

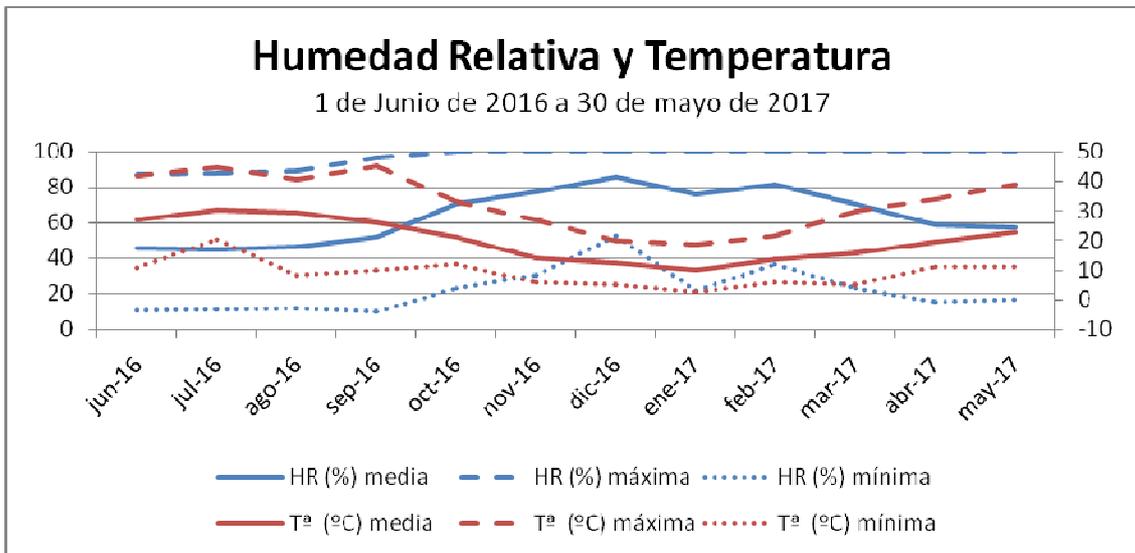


Fig. 3 Gráfico de HR y Tª en el entorno del Parque María Luisa.

Estos agentes afectan de forma diferente a las distintas zonas del edificio:

- **Planta alta:** expuesta al golpe solar sufre la mayor oscilación de Tª (noche-día).
- **Primera planta:** aislada por los módulos de la planta alta sufre menor oscilación térmica. Los cierres defectuosos pueden dejar penetrar contaminación, partículas o animales.
- **Planta baja:** no hay fácil acceso a animales y se mantiene mejor aislada de los contrastes térmicos. Son los visitantes quienes aportan contaminantes (en las suelas, fibras de la ropa), ácidos (sudoración, respiración) y oscilaciones en Tª y HR en las visitas grupales aunque la afluencia de público no es masiva.
- **Sótano:** afectado por el movimiento de las sales, en ascenso por la humedad de capilaridad. Como contrapartida, mantiene una temperatura más estable todo el año –las plantas superiores lo aíslan de la acción solar–. Los cierres defectuosos lo exponen a la penetración de suciedad, partículas o pequeños mamíferos e insectos.

2.4 Almacenes del MASE. El Almacén de Metales. Factores de deterioro

2.4.1 Los almacenes

Los fondos se conservan repartidos en varios almacenes a lo largo de los cuatro niveles del Museo (Tabla 7 y Fig. 5) además del depósito externo de San José de la Rinconada. La conservación de estos materiales depende del Departamento de Investigación y Conservación, compuesto actualmente por una directora, dos restauradores y dos conservadores.

DENOMINACIÓN	TIPOLOGÍA GENERAL	UBICACIÓN	M ²
General	Piedra y cerámica	Sótano ⁵²	1808,53 m ²
Orgánicos	Madera, marfiles... Materiales delicados no orgánicos (como vidrios)	Planta baja	86,01 m ²
Metales	Metales	Primera planta	7,4 m ²
Depósitos judiciales	Depósitos judiciales, metales preciosos	No se especifica por seguridad	44,31 m ²
Reserva del Taller de Restauración	Piezas restauradas o en espera	Primera planta	24,5 m ²
Archivo	Documentación generada por el Museo	Planta alta ⁵³	--

Tabla 7 – Almacenes internos del MASE.

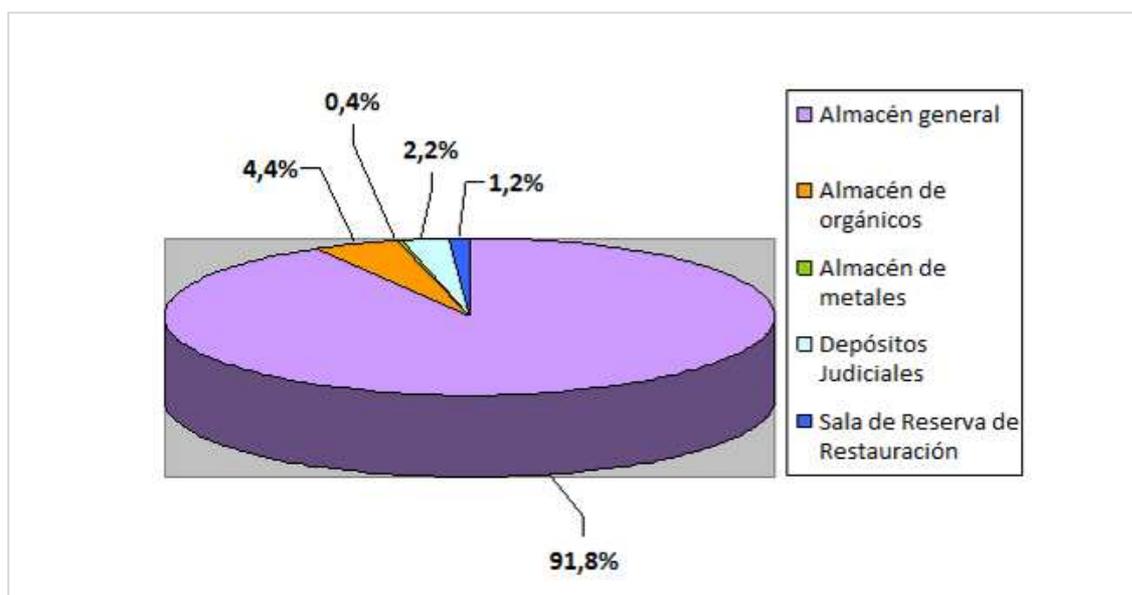


Fig. 4. Gráfico de espacio dedicado a los distintos almacenes.

⁵² Habilitado en los años 70. ANDRÉS TORRALBA, I. y otros., op. cit., p. 210.

⁵³ No lo consideraremos a efectos de estadísticas dentro de los espacios de almacenaje.

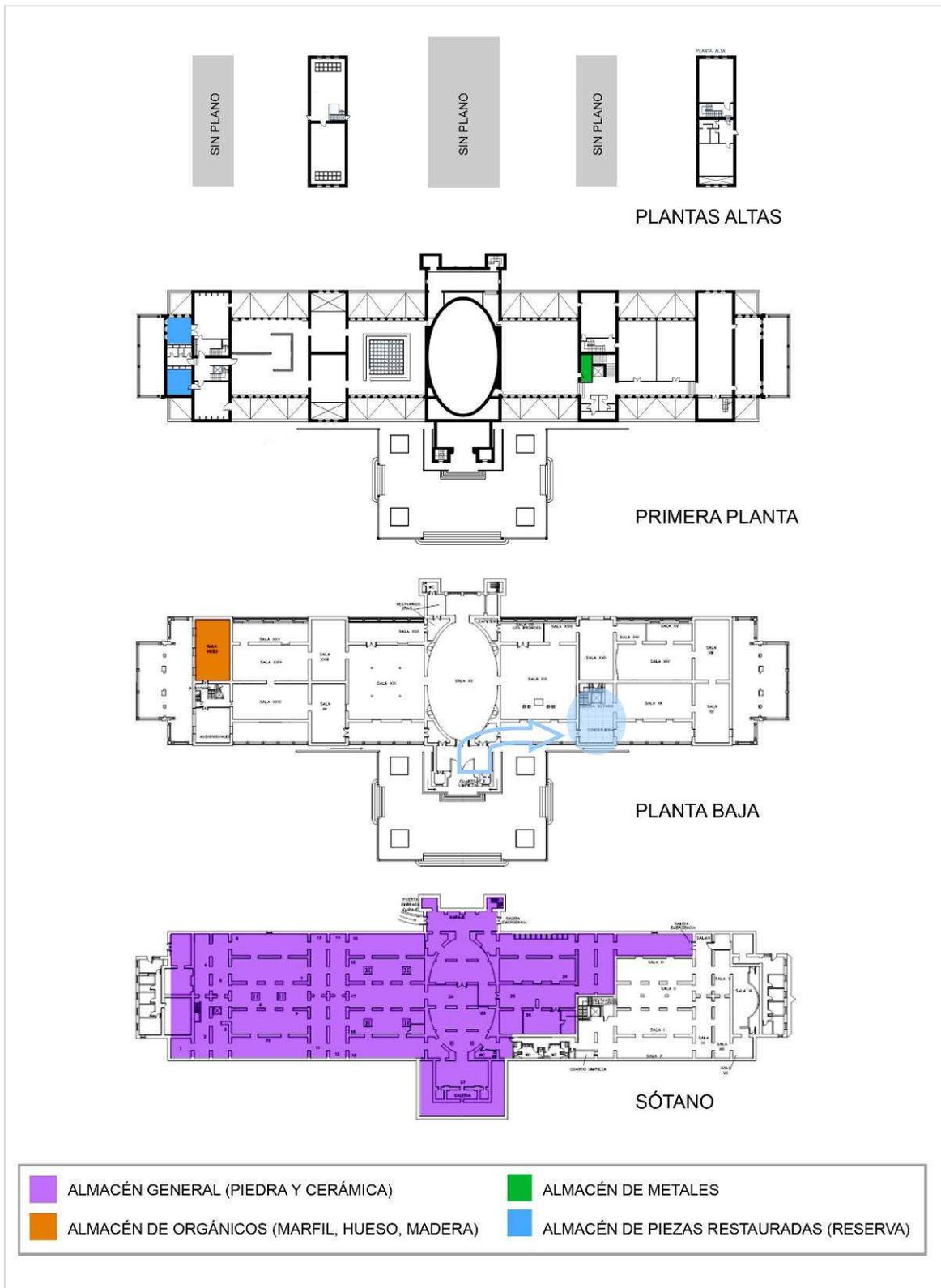


Fig. 5. Distribución de almacenes en el edificio.

2.4.2 Almacén de metales

Como hemos visto, se ubica en la primera planta. Encontramos la puerta directamente desde el Salón de Actos. Como descripción general, la estancia carece de ventanas, los suelos son de mármol y los muros de ladrillo, revestidos con planchas aislantes de un material indeterminado. Tiene doble techo, siendo el original de hormigón armado y el falso, a unos 15 cm del superior, de placas de yeso sobre perfilera de aluminio.

En cuanto a la instalación eléctrica, sólo apreciamos el interruptor de encendido de la luz y junto a este un enchufe. El mobiliario impide identificar más puntos de suministro. No nos consta que haya instalaciones de agua o climatización.

Aunque el material que alberga es principalmente metal se pueden encontrar algunos objetos mixtos (hueso unido a metal, anillo con pedrería...). Entre los metales encontramos, por orden de abundancia: hierro, bronce, plomo y residualmente plata. Sin haberlos observado⁵⁴, debe haber muestras de cobre y latón. El oro y la plata se encuentran apartados en el Depósito Judicial.

Entre el material se hallan piezas en diverso estado de conservación:

- Estables.
- En proceso de deterioro activo.
- Intervenidas parcial o totalmente *in situ* —yacimiento— con limpieza previa y/o precariamente consolidadas.

Normalmente las piezas intervenidas en el Museo o son expuestas o permanecen anómalamente en la Sala de Reserva del Taller de Restauración.

También pueden encontrarse metales en el resto de almacenes, por formar parte menor de una pieza mixta o por razones de organización (depósitos de excavaciones en espera de revisión⁵⁵).

⁵⁴ Durante nuestras prácticas.

⁵⁵ En 2007 constaban cajas sin abrir de excavaciones desde 1984. ANDRÉS TORRALBA, I. y otros., op. cit., p. 122.

2.4.3 Capacidad de almacenaje y mobiliario.

Las dimensiones del almacén son 4 x 1,85 x 2,93 metros (Fig. 23), ofreciendo 7,4 m² de superficie y 21,682 m³ de volumen. Estimamos la capacidad de almacenaje en 2.484 L⁵⁶.

Cuenta con el siguiente mobiliario:

1. **Estanterías** (Fig. 6 y 7): en cajas de diversos materiales y formatos, según la época en que se depositó el material en el museo o fue revisado. Dentro de ellas encontramos las piezas divididas en bolsas transparentes (de polietileno⁵⁷, con y sin cierre *zip*) o en envases de múltiples dimensiones, normalmente también PET transparente —de uso alimentario—. También se guardan aún muchos objetos en sobres de papel o cajas y recipientes reutilizados de productos comerciales, suministrados durante el siglo XX por los propios arqueólogos depositarios (Fig. 10).
 - a. **Estanterías 1 y 2** (Figs. 19 y 23, estantería TIPO A), cuentan con un cuerpo por estantería y seis baldas cada una. Las medidas de cada cuerpo son: 106 x 211 x 40 cm. Separación con el suelo: 13 cm.
 - b. **Estantería 3** (Figs. 20 y 23, estantería TIPO B) cuenta con tres cuerpos. Las medidas de cada cuerpo son: 108 x 200 x 49,5 cm. La separación con el suelo: 11 cm.
2. **Archivador metálico** (Fig. 8): para objetos sueltos de pequeño tamaño, también separados en bolsitas PET. Medidas: 43 x 134,5 x 62,5 cm. Diez cajones.
3. **Suelo** (Fig. 10/I): objetos de gran formato. Algunos se apoyan sobre la pared en las esquinas.
4. **Deshumidificador** (Fig. 16) (por su tamaño, constará como mobiliario). Dimensiones: 38,3 cm x 59 x 34,5 cm.

⁵⁶ Véase el punto 3.2. Optimización del espacio del almacén de metales del MASE. Presupuesto.

⁵⁷ En adelante PET.



Fig. 6 (izquierda) Aspecto del almacén según se accede. A la derecha, la estantería 3 (naranja y azul), al fondo la estantería 2 y a la izquierda el archivador, ocultando la estantería 1. El espacio de paso, ya bastante angosto para la manipulación, quedaba bloqueado el día en que se fotografió (15/04/2017) por cajas depositadas temporalmente –problemas de espacio habituales–. **Fig. 7** (derecha) Aspecto del almacén fotografiado desde el fondo. Se observa una pieza cubierta, de gran formato, depositada en el suelo.



Fig. 8 (izquierda) Archivador metálico, sin separación del suelo. **Fig. 9** (derecha) Detalle de luminarias en techo (halógena) y pared (fluorescente), falso techo y revestimiento mural.



Fig. 10 Diversidad de envases/sub-envases utilizados. A) Polipropileno⁵⁸ euroformato. Varios tamaños y colores. Con tapa, apilables, estables y resistentes. B) De fruta, seguramente PET. Sin tapa y con ranuras. C) De madera y cierres metálicos. D) y E) De cartón ácido, formato normalizado grandes y pequeñas. F) Cajas comerciales reutilizadas. Distintos formatos. G) *Tuppers* diversos, bolsas, sobres, álbumes, envases de poliestireno expandido... H) Planeras pequeñas de plástico. I) Piezas sueltas: cubiertas con Reemay® o sin cubrir, en suelo. J) Bolsas PET con/sin cierre zip. K) Envases PET. L) Sobres de papel. M) Envases comerciales reutilizados (cartón, lata, plástico...).

⁵⁸ En adelante PP. El material estándar (PP y PET) va progresivamente sustituyendo viejos embalajes.

2.4.4 Factores de deterioro. Evaluación de riesgos

Abordamos la identificación de los factores de deterioro en el almacén primero desde una clasificación general (A) para posteriormente hacer una evaluación de riesgos por el método de valoración comparativa elaborado por Stefan Michalsky (B). La evaluación nos ayudará a afrontar los riesgos detectados por niveles de prioridad.

2.4.4.1 (A) Análisis de los factores de deterioro según clasificación general

1. AGENTES EXTERNOS BIÓTICOS

Presencia de:

- Plantas superiores: NO.
- Pequeños mamíferos roedores, aves o reptiles: NO.
- Insectos y arácnidos: Sí. Pececillos de plata, arañas...
- Organismos/microorganismos vegetales (líquenes, algas, musgos...): NO. Aunque se han observado sobre alguna caja de cartón leves restos de moho antiguos.
- Actividad bacteriana: No hay datos.

En general es poco probable que se extiendan plagas dadas la falta de luz y baja humedad.

2. AGENTES EXTERNOS ABIÓTICOS

2.1. MEDIO AMBIENTE

2.1.1. Temperatura y humedad

La HR media es correcta (30%) aunque se detectan oscilaciones anuales, desde la máxima del 47% a la mínima del 19%, superando los umbrales recomendados.

La Tª media es de 27,7°C. Se detectan también oscilaciones desde los 37,5°C hasta los 9,4°C. Se percibe emisión de calor procedente de las luminarias, que pueden acentuar las fluctuaciones térmicas durante el trabajo en el almacén.

En general, el edificio amortigua la HR del exterior a la vez que conserva la temperatura (Fig.11).

HR(%)			
	Media Anual	Máx. mensual	Mín. mensual
HR Media	30	35	26
HR Máxima	40	47	33
HR Mínima	22	25	19
Oscilación	17	22	14
Tª (°C)			
	Media Anual	Máx. mensual	Mín. mensual
Tª Media	27,7	33,8	20,8
Tª Máxima	31,5	37,5	23,5
Tª Mínima	22,6	32,8	9,4
Oscilación	8,9	4,7	14,1

Tabla 8. Estadísticas de HR y Tª en el almacén de metales.

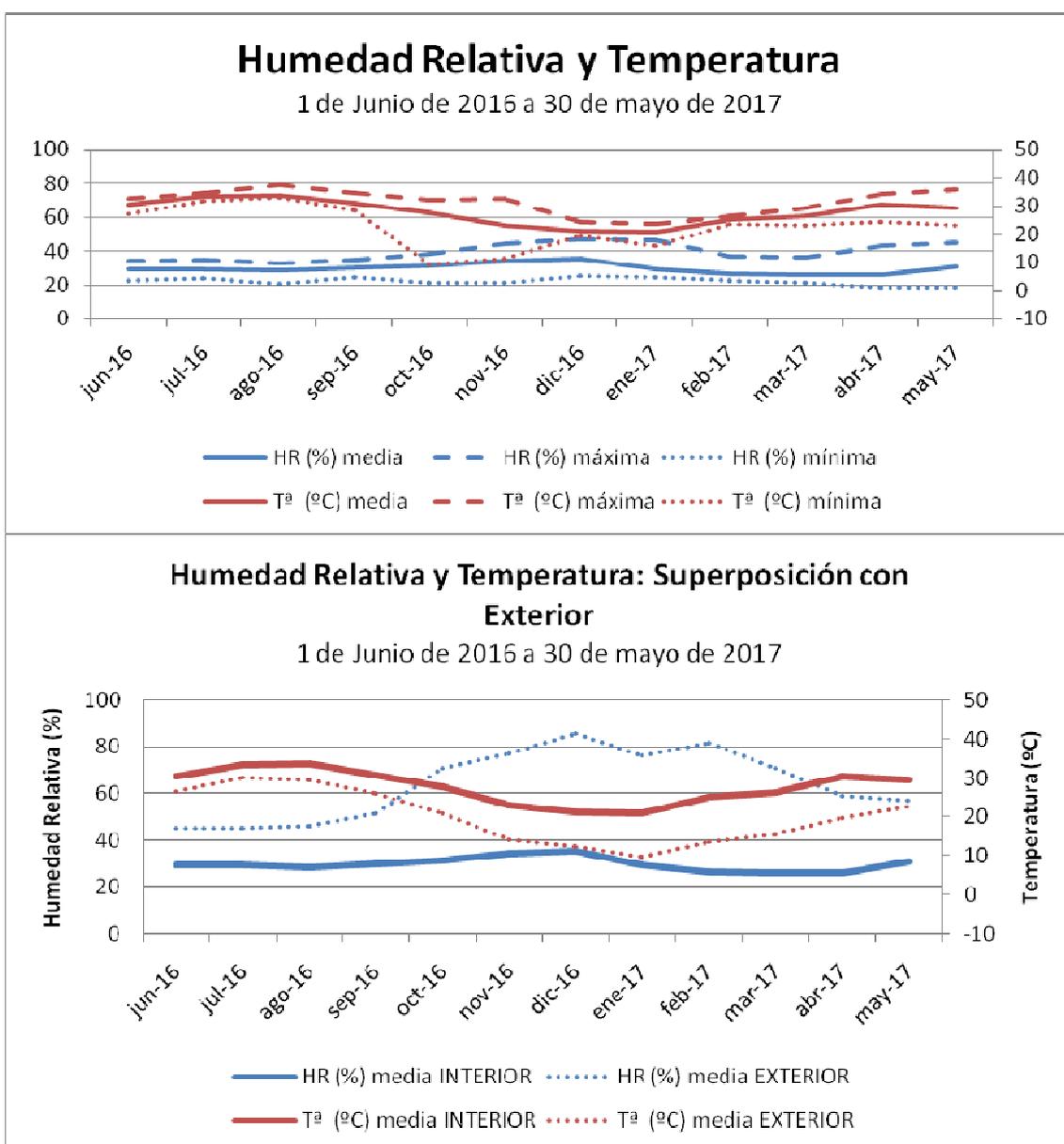


Fig. 11. Gráficos de HR y Tª. Arriba: registros en almacén de metales (sensor 9). Abajo: datos superpuestos con los registros del Parque (sensor 15).

2.1.2.Luz

- Luz natural: no hay ventanas. Mínima entrada de luz indirecta cuando el personal accede, al abrir la puerta.
- Luz artificial: dos puntos; un tubo fluorescente y una bombilla halógena (Fig. 9) que permanecen apagadas salvo en los accesos del personal. No muy frecuentes.

2.1.3.Contaminación

- COV: no se realizan mediciones pero hay presencia de materiales emisores como madera, cartón y papel ácido. Aunque no se ha identificado el material del revestimiento mural su aspecto remite a algún derivado compacto de corcho, probablemente aglutinado con resina. Emite un olor fuertemente aromático. Casi con total seguridad este material emite COV. Aunque en los últimos años se vienen proponiendo estándares de concentración máxima de COV en museos, aún no hay acuerdo sobre los valores aceptables⁵⁹.
- Partículas de polvo: se depositan lentamente al ser un sitio bastante estanco. No obstante, se realizan pocas limpiezas de mantenimiento en este almacén por lo que llegan a apreciarse sobre las cajas.
- Oxígeno: aunque no ha sido clasificado como contaminante importante (por la complejidad de adaptar espacios anaeróbicos y la poca utilidad de su monitorización⁶⁰), combinado con la humedad, activa la corrosión. No hay gran renovación de oxígeno en el almacén, pero este elemento combinado con las fluctuaciones de Tª y HR es altamente agresivo con los metales arqueológicos (véase punto 1.2.).

⁵⁹ LAFUENTE FERNÁNDEZ, D. “Conservación preventiva del patrimonio cultural metálico en museos. Estudio de la presencia de ácidos orgánicos mediante captadores pasivos”. *Estrat Crític: Revista d’Arqueologia* [en línea] 2011, Nº 5, Vol. 3, pp. 69-81 [consulta: 10 de mayo de 2017]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5010190.pdf>

⁶⁰ TÉTREAU, J. *Contaminantes* [en línea]. Roma: ICCROM, 2009 [consulta: 22 de julio de 2017]. Disponible: http://www.cncr.cl/611/articles-56474_recurso_7.pdf

- Dióxido de azufre (SO₂): proviene principalmente del tráfico rodado próximo al parque⁶¹. Puede participar en la corrosión de los metales o la acidificación del papel.

2.2. DESASTRES NATURALES

No son frecuentes en Sevilla. Los terremotos más graves (>7,0 escala Richter) se producen a nivel nacional una vez cada 150-175 años⁶². No obstante, el edificio se encuentra en mal estado y apuntalado en varios sitios.

2.3. VIBRACIONES

Eventualmente se efectúan movimientos de las cajas, con motivos de investigación o de reorganización-revisión de las piezas. Las piezas almacenadas son frágiles y muchas veces inconsistentes. Gran parte de ellas no se encuentran inmovilizadas o separadas entre sí dentro de sus cajas o sub-envases.

2.4. FUEGO

No existe detector de humos dentro del almacén. Sí hay un extintor junto a la puerta de acceso, fuera del almacén (Fig. 14).

2.5. FACTOR HUMANO (AGENTES ANTRÓPICOS)

2.5.1. Registro e identificación de piezas

- Se detecta ausencia de identificación en algunas piezas o envases, conllevando riesgo de pérdida o descontextualización. La descontextualización —de yacimiento y unidad estratigráfica— es un problema grave para el material arqueológico pudiendo perderse totalmente su significado.
- Se observan sistemas heterogéneos de identificación.

- Variedad de forma:

El Museo ha utilizado diversos formatos de nº de registro según cada época (Tabla 9). Además podemos encontrar números de registro previos

⁶¹ El valor máximo medio registrado en Sevilla en un periodo de 24h fue de 9 µg/m³ en la primera mitad de 2017. CONSERJERÍA de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. “Informe de calidad del Aire Ambiente/Junio 2017”. En: *Juntadeandalucia.es* [en línea] Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 24 de agosto de 2017]. Disponible: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/atmosfera/informes_siva/meses17/IMA1706.pdf

⁶² INSTITUTO Geográfico Nacional. “Tabla de estadísticas sísmicas de la Península Ibérica”. En: *Ign.es* [en línea]. IGN, 2017 [consulta: 12 de julio de 2017]. Disponible: http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/SIS-Tablas_estadisticas_P Iberica.pdf

realizados por el arqueólogo (inventario de excavación). El nº de registro suele estar escrito a mano (lápiz, rotulador o bolígrafo) en etiquetas de papel o de plástico y/o escrito sobre el sub-envase (bolsa o sobre que contiene la pieza). Las etiquetas pueden unirse a la pieza con un cordón de algodón, estar sueltas dentro del sub-envase o "pinchadas" en el material de amortiguación. También puede verse escrito directamente sobre la pieza (sobre una pincelada blanca o transparente).

- Variedad en la información:

En el exterior de las cajas se suele leer: topónimo del yacimiento, localidad y/o provincia del mismo. A veces se incluye año de excavación, área del yacimiento y unidad estratigráfica. En ocasiones aparece alguna descripción material (ej. Bronce, Fíbulas) o una relación de los números de registro contenidos. Otro dato posible es el número de cajas con respecto al total de un conjunto (ej.1/5). Algunas cajas —pocas— presentan etiquetas adhesivas en el exterior, a veces con fotografía.

SISTEMA ACTUAL		SISTEMA ANTICUADO PERSISTENTE	
	DENOMINACIÓN 1	DENOMINACIÓN 2	DENOMINACIÓN 3
COLECCIÓN PERMANENTE	CE Año entrada/Nº currens (Ej: CE2017/102) Siglas CE= Colección Estable	RE Año entrada/Nº currens (Ej: RE1995/382) Siglas RE= Registro de Entrada	REP Año entrada/Nº currens (Ej: REP1983/159) Siglas REP= Registro de entrada en Propiedad
DEPÓSITOS	DJ Año entrada/Nº currens (Ej: DJ2006/243) Siglas DJ= Depósito de la Junta de Andalucía	ROD Año entrada/Nº currens (Ej: ROD1993/29) Siglas ROD= Registro de Objetos en Depósito	--
DONACIONES	A veces aparece nota manuscrita junto a la pieza. Origen: colección privada y de antiguas recolecciones hoy ilegales	--	--
SIN REGISTRO	SN Siglas= Sin número	--	--
OTROS	CACCE Nº currens (Ej: CACCE1304) Pertencientes a la Colección Estable del Conjunto Arqueológico de Carmona. Número de inventario ajeno a este museo.	CAR Nº currens (Ej: CAR1304) Pertencientes a la Colección Estable del Centro Arqueológico de Carmona. Número de inventario ajeno a este museo.	--
	Nº currens (Ej: 455) Inventario de excavación	--	--

Tabla 9 - Diversos sistemas de registro conviviendo en la identificación de fondos.

2.5.2. Acceso a la información

Se detecta falta de conclusión, en alto porcentaje, de la incorporación de la documentación al sistema informático DOMUS⁶³. El acceso a la información a veces se deriva a fuentes documentales en desuso (Tabla 10).

ORDEN A SEGUIR EN LAS CONSULTAS	CARACTERÍSTICAS DE CADA SISTEMA DOCUMENTAL
1. DOMUS	Consulta informática. Volcado de la información incompleto.
2. Fichas Navascués ⁶⁴	Fichas en papel utilizadas en la 2ª mitad del siglo XX. Se conservan para consulta de los antiguos registros. Acceso: Dpto. de Investigación y Conservación.
3. Fichas Museo de Carmona	Copia en papel de fichas de registro originales del Conjunto Arqueológico de Carmona. Útiles sólo para un conjunto de Carmona conservado en el MASE.
4. Libro de registros	Documentación en papel con información básica de ingreso en el Museo.
5. Memoria de la excavación	Documentación en papel entregada por los arqueólogos. Para información más amplia y específica no expresada en las fichas o registros.

Tabla 10 – Diversas fuentes documentales utilizadas en el Museo.

2.5.3. Localización de piezas

Existe un inventario topográfico por almacén (documento digital). Con este es posible localizar cualquier pieza a partir de su nº de registro. Indica la sala de almacén en que se encuentra (en el caso del almacén de metales sólo hay una), la estantería, el cuerpo de estantería, la balda, y la caja (según rótulo). O en su caso la cajonera y número de cajón o posición en suelo. A veces se da incluso una descripción física del envase, cuando este no es estándar. A medida que se homogeniza el sistema de almacenaje, este campo pierde utilidad. Sin embargo se detectan faltas de actualización en el documento, provocando ciertos problemas de localización.

También se observa una problemática particular: las piezas que salen del almacén para ser restauradas suelen depositarse permanentemente en la Sala de Reserva del Taller de Restauración, sin actualizar el topográfico.

⁶³ Asumido en junio de 2003. En 2006 se había inventariado en DOMUS el 10% de la colección permanente. ANDRÉS TORRALBA, I. y otros., op. cit., p. 87 y 105. Los usuarios manifiestan dificultad en el aprendizaje y manejo de la aplicación.

⁶⁴ Joaquín María de Navascués fue Director del Museo Arqueológico Nacional. En 1942 redactó las "Instrucciones para la redacción del inventario general, catálogos y registros en los museos servidos por el Cuerpo Facultativo de Archiveros, Bibliotecarios y Arqueólogos" conocidas como "Fichas de Navascués". MUSEO Arqueológico Nacional. "Biografías/ Joaquín María de Navascués y de Juan". En: *Man.es* [en línea] MECD, 2017 [consulta: 14 de abril de 2017] Disponible: <http://www.man.es/man/museo/historia/personal/biografias/navascues.html>

2.5.4. Manipulación

- Traslados de cajas: una parte del trayecto exige portarlas a mano en lugar de en carros (Fig. 13), corriendo riesgo de vibraciones o caídas.
- Manipulación individual de piezas: se utilizan guantes de látex, pero el personal debe recordar llevarlos al almacén; allí no se dispone de estos.

2.6. FUNCIÓN DEL OBJETO

La función original de las piezas ya no supone un factor de deterioro activo, si bien presentan daños derivados de su historia material. La función actual como objetos de investigación nos remite a todos los demás factores analizados.

2.7. ESPACIO DE ALMACENAJE

2.7.1. Control de acceso

Existe personal en custodia de la llave a quien debe ser solicitada y devuelta. Se detecta falta de registro de los accesos y movimientos: personas, motivos (investigación, restauración, préstamos...) y movimientos producidos. A tal efecto existe un formulario de registro de movimientos que se cumplimenta cuando el personal que lo efectúa lo considera oportuno (falta de un protocolo).

2.7.2. Seguridad

A la puerta del almacén se llega subiendo sólo unas escaleras desde la recepción o errando la selección de planta en el ascensor. Un descuido del personal de vigilancia puede facilitar a extraños llegar hasta ella. Cuando el Salón de Actos se utiliza no se puede operar en el almacén o bien disminuye altamente la seguridad frente al público. La puerta es vulnerable (hueca y con cerrojo FAC). La llave se custodia por personal del museo (ver punto 2.7.1.).

2.7.3. Espacio de paso y trabajo

El espacio de paso –0,89 metros– (Fig. 23) impide introducir un carro o manipular cajas de las estanterías con comodidad y seguridad. Carece de superficie de trabajo donde poder depositar piezas/cajas para una inspección rápida, remitiendo a los riesgos por manipulación (punto 2.5.4.).

2.7.4. Materiales de embalaje

Además de aportar COV (punto 2.1.3.), las cajas utilizadas, en particular las de cartón, generan riesgos sobre la colección derivados de su propia degradación (Fig. 12).

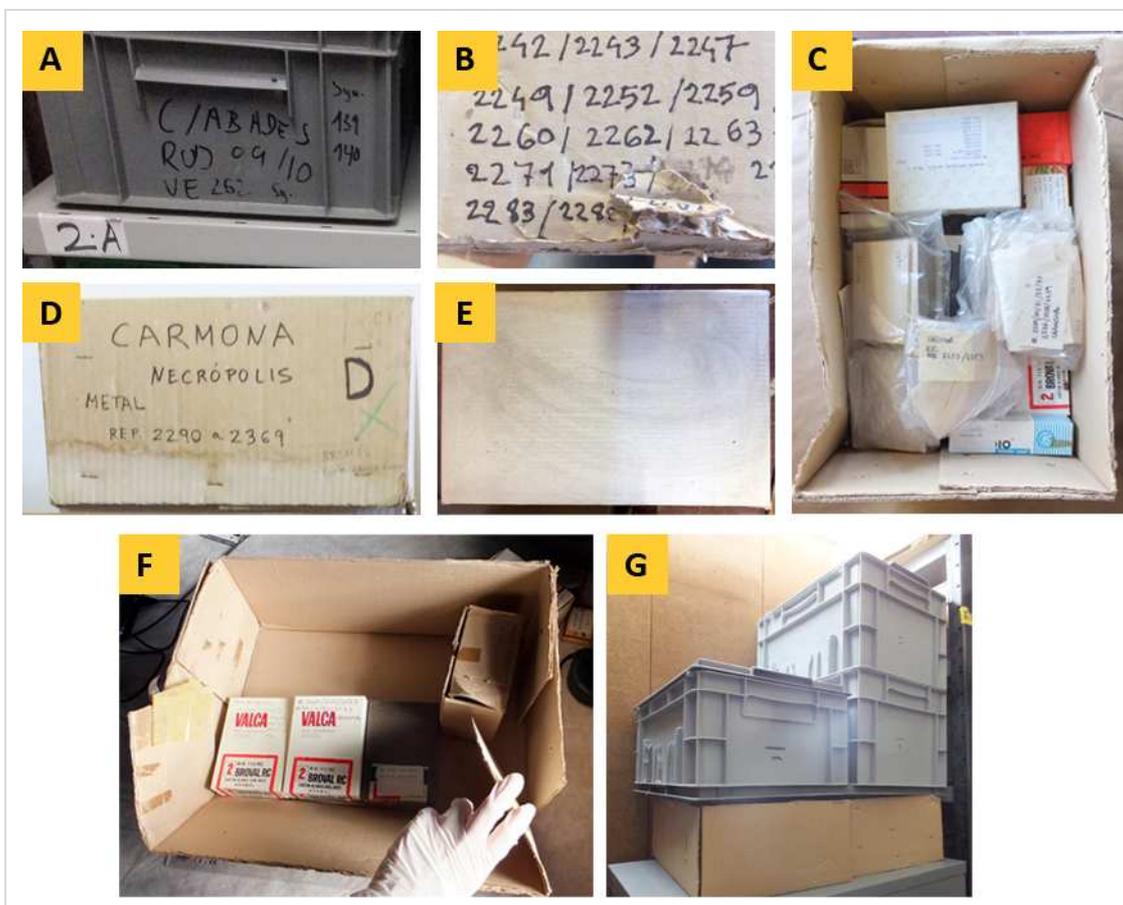


Fig. 12. Daños en los envases causantes de riesgos para la colección. A) Borrado de escritura: pérdida de información. B) Rotos: pérdida de información. C) Deformación: aplastamiento o fractura de piezas. D) Presencia de sales (quizás movilizadas por inundación o procedente de las piezas húmedas): corrosión. E) Adhesión de suciedad en superficie (por limpieza en húmedo): aporte de humedad, suciedad, corrosión, moho. F) Deterioro de elementos de cierre (grapas, cintas adhesivas): pérdida estructural del envase, caída de piezas, migración de productos químicos. G) Apilado pesado: aplastamiento o fractura de piezas.

2.7.5. Guerras, agresiones, terrorismo y vandalismo

No se aprecia riesgo de este tipo. Escasa vinculación político-religiosa de esta institución con los conflictos de actualidad (terrorismo islámico, conflictos sociales...).



Fig. 13 (Izquierda) Movimiento de piezas. El almacén y la Sala de Investigación se encuentran en la misma planta separados por un pasillo con dos cambios de nivel. Para salvar los escalones se requiere mover las cajas en peso, conllevando riesgo de tropiezo o caída del personal que las porta. **Fig. 14** (Derecha) Puerta de acceso al almacén desde el Salón de Actos. Extintor junto a ella.



Fig. 15 (Izquierda) Radiologger Hanwell (Sensor nº9) y termohigrógrafo detrás. **Fig. 16** (Derecha) Deshumidificador Oasis D165HG.

3. AGENTES INTRÍNSECOS

3.1. DETERIORO Y ENVEJECIMIENTO NATURAL DE MATERIALES CONSTITUTIVOS

Se detectan numerosas piezas con presencia de corrosión en diversos grados; desde corrosión inicial hasta corrosión total (Fig. 17).

3.2. INCOMPATIBILIDADES TÉCNICAS DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA EJECUCIÓN DEL BIEN

Algunas piezas están constituidas por distintos metales (núcleo y superficie) lo que propicia la corrosión por par galvánico (Fig. 18).



Fig. 17 (Izquierda) *Tintinabulum* romano. Pieza de hierro deteriorada íntegramente por la corrosión.
Fig. 18 (Derecha) Fragmento de distintos metales en núcleo y superficie, con corrosión inicial en forma de picadura.

2.4.4.2 (B) Valoración de riesgos según el método de Stefan Michalsky

Evaluamos a continuación los riesgos mediante la tabla de agentes de deterioro propuesta por Michalsky (Tabla 11), que recoge casi toda la clasificación general de factores de deterioro analizadas en el punto (A) salvo los agentes intrínsecos del objeto (Tabla 12). Excluimos de nuestra evaluación el factor *función del objeto* (véase punto 2.6).

EVALUACIÓN DE RIESGOS						
Patrimonio metálico (Almacén de metales MASE)						
Agentes de deterioro	Consecuencias sobre la colección	Fuentes de riesgo	Evaluación de riesgo ⁶⁵	Frecuencia ⁶⁶	Recursos humanos implicados	
				Puntuación ABC ⁶⁷		
Fuerzas físicas directas (choques, vibraciones, abrasión y gravedad)	Fracturas	Manipulación incorrecta	4	Proceso continuo	Responsables conservación preventiva Investigadores Personas en prácticas	
	Disgregación	Colocación deficiente en los envases				
	Desintegración	Envases inestables				3,5 + 4 + 3,5 = 11
		Falta de espacio de trabajo				
		Movimientos fuera y dentro del museo				
		Seísmos (moderado a fuerte ⁶⁸)				
Guerra	3 + 3 + 3,5 = 9,5	Bomberos				
		Ejército				
Robo, vandalismo, pérdida involuntaria (acceso no)	Pérdida involuntaria	Pequeño tamaño de los objetos	3	Proceso continuo	Responsables planificación y recursos económicos	
	Descontextualización	Envases				

⁶⁵ (1) Despreciable (2) Bajo (3) Medio (4) Elevado (5) Catastrófico.

⁶⁶ Evento raro: <1 en 100 años. Evento esporádico: >1 en 100 años. Procesos continuos: acción acumulativa.

⁶⁷ Puntuación propuesta por Michalsky en sus tablas de evaluación. MICHALSKY, S. *Los niveles ABC para la valuación de riesgos en las colecciones museísticas e información para interpretar los riesgos derivados de una incorrecta Humedad Relativa y Temperatura* [en línea]. Madrid: Instituto Canadiense de Conservación (borrador, edición en español), 2009b [consulta: 23 de julio de 2017]. Disponible: http://ge-iic.com/files/grupoconservacionpre/Michalski_Madrid.pdf

⁶⁸ Consideraremos >6,1 (escala Richter).

<p>autorizado y desplazamiento)</p> <p>1 Intencional</p> <p>2 Involuntario</p>	Robo	<p>inestables</p> <p>Falta de identificación de algunos</p> <p>Dificultad de acceso a la información (sistemas heterogéneos de identificación, fuente DOMUS incompleta)</p> <p>Dificultades de localización (actualización topográfico, falta de protocolo)</p> <p>Carencias en seguridad (instalaciones, control de acceso)</p>		$4,5 + 4 + 0,5 = 9$	<p>Responsables conservación preventiva</p> <p>Investigadores</p> <p>Personas en prácticas</p>
Fuego	<p>Carbonización</p> <p>Disgregación</p> <p>Depósitos de hollín y residuos fundidos</p>	<p>Incendio fortuito (fallo eléctrico)</p> <p>Incendio voluntario (seguridad)</p> <p>Materiales combustibles</p> <p>Ausencia de detector de humo</p>	3	<p>Evento raro</p> <hr/> <p>$0,5 + 3 + 4 = 7,5$</p>	<p>Responsables conservación preventiva</p> <p>Personal del museo</p> <p>Bomberos</p>
Agua	<p>Corrosión</p> <p>Eflorescencias</p> <p>Aumento de tamaño</p>	<p>Tempestades</p> <p>Defectos del edificio</p> <p>Fugas de agua</p> <p>Envases inadecuados</p>	1	<p>Evento raro</p> <hr/> <p>$1 + 1,5 + 1 = 3,5$</p>	<p>Responsables conservación preventiva</p> <p>Personal del museo</p> <p>Servicios de mantenimiento</p>

Plagas	Aporte de ácidos	Jardines circundantes	2	Proceso continuo	Personal del museo	
1 Insectos	Acumulación de restos higroscópicos Corrosión	Ventanas o defectos del edificio		3 + 1 + 2 = 6	Responsables conservación preventiva	
2 Roedores, aves y otros animales pequeños					Personal de limpieza	
3 Moho, microbios					Empresa externa de desinfección	
Contaminantes	Aporte de ácidos ⁶⁹	Contaminación urbana, tráfico	4	Proceso continuo	Responsables planificación y recursos económicos	
1 Gases internos y externos	Acumulación de polvo (higroscópico) Corrosión	Edificio Revestimiento mural, envases y etiquetas inestables		3 + 4 + 3,5 = 10,5	Responsables conservación preventiva	
2 Líquidos					Personas	Personal de limpieza y mantenimiento
3 Sólidos					Productos limpieza Contraste yacimiento/museo	
Radiaciones	Deterioro materiales de restauración	Iluminación artificial halógena y fluorescente	1	Proceso continuo	Responsables planificación y recursos económicos	
1 Rayos UV				3 + 1 + 1 = 5	Responsables conservación preventiva	
2 Luz visible						
Tª contra-indicada	Dilatación-contracción	Clima local	3	Proceso continuo	Responsables planificación y recursos económicos	
1 Elevada	Deterioro envases inestables	Ausencia climatización en almacén		3,5+2,5+1,5=7,5	Responsables conservación preventiva	
2 Baja						
3 Fluctuante						

⁶⁹ Los ácidos acético y fórmico intervienen en los mecanismos de corrosión, así como los ácidos carboxílicos afectan al plomo haciéndolo más opaco. MICHALSKY, S., op. cit., p. 83.

HR contra- indicada	Dilatación- contracción	Clima local	4	Proceso continuo	Responsables planificación y recursos económicos
1 Excesiva >35%	Corrosión	Filtraciones edificio			
2 No aconsejada > 30%	Degradación en envases ácidos	Climatización inadecuada			
3 Fluctuante		Procedencia directa yacimiento		5 + 2,5 + 3,5 = 11	Responsables conservación preventiva

Tabla 11 - Evaluación de los 9 agentes del deterioro propuesta por Stefan Michalsky⁷⁰.

OTROS RIESGOS					
Agente de deterioro	Consecuencias sobre la colección	Fuentes de riesgo	Evaluación de riesgo	Frecuencia	Recursos humanos implicados
				Puntuación ABC	
Agentes intrínsecos	Corrosión	Soporte del objeto e historia material	5	Proceso continuo	Responsables planificación y recursos económicos
Envejecimien- to natural	Disgregación	Procedencia directa yacimiento			
Incompati- bilidades técnicas	Dstrucción total	Oscilaciones Tª y HR.			
				4 + 3,5 + 4,5 = 12	Responsables conservación preventiva

Tabla 12 - Evaluación de un décimo agente de deterioro no incluido por Michalsky.

⁷⁰ En últimas publicaciones establece un décimo agente: "disociación" (riesgo de pérdida de información tras deceso del personal responsable). No incluiremos este factor por carecer de información suficiente sobre el funcionamiento interno del museo. MICHALSKY, S. *The ABC Method: a risk management approach to the preservation of cultural heritage* [en línea]. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2016 [consulta: 27 de julio de 2017]. Disponible: http://canada.pch.gc.ca/DAMAssetPub/DAM-PCH2-Museology-PreservConserv/STAGING/texte-text/risk_Manual_2016_1486742306045_eng.pdf

2.4.4.3 Resultados de la evaluación de riesgos (y estado actual de la conservación preventiva del museo)

De la evaluación hemos obtenido los siguientes resultados:

– Riesgos elevados:

Derivados de los **agentes de deterioro intrínsecos, fluctuaciones de humedad relativa, fuerzas físicas directas y contaminantes.**

Los problemas derivados de los **agentes de deterioro intrínsecos** no se atienden actualmente.

En cuanto a **HR**, desde 2008 se registran los datos mediante Radiologger. Dieciséis sensores (Nº 9: almacén de metales) remiten la información a un dispositivo localizado en la Sala de Investigación. Este vuelca los datos al ordenador cada vez que se inicia el programa. Un repetidor situado en el Salón de Actos ayuda a la transmisión. Los datos registrados no se tratan, se consultan ocasionalmente. El deshumidificador elimina humedad del ambiente del almacén, pero tiene un funcionamiento irregular. Hay también un termohigrógrafo cuyo uso ha quedado obsoleto. El revestimiento mural actúa de aislante.

Para prevenir las **fuerzas físicas directas** se utilizan estantes de seguridad y se están reemplazando las cajas de cartón por cajas PP, resistentes al apilado.

El material de embalaje ácido, emisor de **contaminantes**, viene sustituyéndose progresivamente desde 1997⁷¹ aunque todavía quedan muchas cajas de cartón. En cuanto a partículas y polvo, la frecuencia de limpieza del almacén es baja. En almacenes mayores se ha conseguido introducir una vez al mes la rutina de limpieza. En este almacén tan pequeño la limpieza se realiza a demanda del conservador.

– Riesgos medios:

Derivados del **vandalismo, robo o pérdida involuntaria, fluctuaciones térmicas o fuego.**

⁷¹ ANDRÉS TORRALBA, I. y otros., op. cit, p. 128.

Los problemas derivados de **vandalismo** o **robo** no se atienden actualmente. Ante el riesgo de **pérdida involuntaria** se está mejorando progresivamente el sistema de almacenaje⁷². Las **fluctuaciones térmicas** simplemente se registran. De cara al **fuego** se dispone de un extintor tipo ABC⁷³ en el exterior del almacén.

– Riesgos bajos:

Derivados de **plagas, radiaciones** y acción del **agua** líquida.

Frente a estos no toman medidas especiales, ya que la posibilidad de **plagas** en este almacén es muy baja a diferencia de otros como el General o el de Orgánicos. Las **radiaciones** no se controlan. No obstante, la Comisión Internacional de la Iluminación incluye los metales en la categoría R0 - Insensibles de respuesta a la luz visible. Se pueden someter a iluminancia máxima (400lx), sin límite anual establecido⁷⁴.

Tampoco preocupa una posibilidad de **inundación** por estar ubicado el almacén en la primera planta. Con todo, las estanterías cumplen con la recomendación de separarse del suelo (lo hacen entre 11 y 13 cm) como precaución frente a inundación leve.

⁷² Desde el Dpto. de Investigación y Conservación se ha utilizado el cuestionario de autoevaluación de almacenes del Proyecto Re-Org, (UNESCO, op. cit.) para tomar conciencia de los aspectos más deficientes.

⁷³ "Extintores de Polvo químico seco triclase ABC: actúan (...) químicamente interrumpiendo la reacción en cadena. También (...) por sofocación, pues el fosfato monoamónico (...) se funde a las temperaturas de la combustión, (...) se adhiere a la superficie de los sólidos, creando una barrera entre estos y el oxígeno". MIS extintores. "Tipo y clasificación de los extintores". En: *Misextintores.com* [en línea] Mis extintores, 2017 [consulta: 22 de julio de 2017] Disponible: <http://www.misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>.

⁷⁴ HERRÁEZ, J. A., ENRÍQUEZ DE SALAMANCA, G., PASTOR ARENAS, M. J. (y otros). *Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales* (Plan Nacional de Conservación Preventiva) [en línea], Madrid: MECD, 2014, p. 90 [consulta: 22 de julio de 2017]. Disponible: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/d/20020C/19/0>

3 TERCERA PARTE: PROPUESTA DE INTEGRACIÓN PROFESIONAL

3.1 Propuesta de mejora: Hacia un sistema y protocolo de almacenaje estandarizado

En esta tercera parte del Trabajo lanzamos una propuesta de mejoras concretas para minimizar los riesgos detectados, por niveles de prioridad.

PRIORIDAD ALTA

1. ENVEJECIMIENTO NATURAL

Sería idóneo planificar una **conservación curativa** previa a la entrada en almacén para los nuevos depósitos metálicos procedentes de yacimientos. Esta conservación incluiría: limpieza superficial, desalinización, desecación, inhibición de la corrosión, consolidación y aplicación de capa de protección. Esto requiere espacio de reserva. Una alternativa reducida sería la simple **desecación de las piezas**⁷⁵ y la conservación al vacío de las mismas, en bolsas individuales y transparentes —para poder examinarlas sin romper el vacío—. Una tercera alternativa serían los **films de polietileno con inhibidor de corrosión en fase de vapor**⁷⁶. La marca *Cortec* ofrece algunos como el film de embalaje VpCI-126 Film⁷⁷ o el film VpCI-140⁷⁸ que se guarda con la pieza dentro de un envase hermético. Así garantizamos frenar la corrosión entre cinco y diez años.

2. HR INCORRECTA

Proponemos establecer un **sistema automatizado** que regule la HR cuando varíe con respecto al índice programado, permitiendo un margen de oscilación

⁷⁵ El Taller de Restauración dispone de un desecador de laboratorio para piezas pequeñas.

⁷⁶ SANZ GAMO, R. y FONTES BLANCO, F. “Mover un museo. Una experiencia en el Museo Arqueológico Nacional”. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* [en línea] 2011-2012-2013, Nº 29-30-31, p. 211. [consulta: 18 de julio de 2017]. Disponible: <http://www.man.es/man/dms/man/estudio/publicaciones/boletin-man/MAN-Bol-2011-2013/MAN-Bol-2011-2013-Sanz-y-Fontes.pdf>

⁷⁷ Embalaje no traslúcido. QUIMILOCK. “VpCI-126 Ficha Técnica”. En: *Quimilock.es* [en línea] Quimilock, 2017 [consulta: 17 de julio de 2017] Disponible: <http://quimilock.es/corrosion/upload/ficheros/1cf074d062bc6ffe9abb1ea3d4f176ed.pdf>.

⁷⁸ Embalaje no traslúcido. En este caso podemos elegir un envase hermético transparente. QUIMILOCK. “VpCI-140 Ficha Técnica”. En: *Quimilock.es* [en línea] Quimilock, 2017 [consulta: 17 de julio de 2017] Disponible: <http://quimilock.es/corrosion/upload/ficheros/887e4a7b4c3f1c536f324dd5d913725c.pdf>

aceptable⁷⁹. Como alternativa económica se podrían establecer, en función de los datos registrados, **rutinas de control** para comprobar el correcto funcionamiento del deshumidificador. La correcta aplicación de esta rutina requeriría cumplimentar un parte de revisión tras cada control.

3. FUERZAS FÍSICAS DIRECTAS

El museo debe continuar con la política de **estandarización a cajas euroformato PP**, en los distintos formatos, y utilizando **subenvases PET**, ya sean en formato bolsa o envase alimentario, así como protegiéndolas del contacto directo con otras superficies con materiales como Reemay© o Lampreal©. Proponemos apostar por el **acomodo de las piezas**, al menos las más delicadas, en camas de espuma PET para inmovilizarlas y separarlas unas de otras, aunque implique sacrificar espacio de almacenaje.

4. CONTAMINANTES

Se pueden **medir las concentraciones** en el almacén con muestreo pasivo (tubos de Palmes y probetas de plomo y cobre)⁸⁰. En los últimos años se vienen desarrollando sensores químicos que miden la acidez en el aire⁸¹. Pero mientras no se determinen los valores máximos aceptables lo más inteligente es evitar el uso de materiales emisores de COV. En este sentido el uso de PP y PET, como hemos dicho, ya está en marcha. Aconsejamos también **retirar el material de revestimiento mural** del almacén.

En cuanto a partículas y polvo, proponemos establecer una **rutina de limpieza mensual, sin productos húmedos** (salvo excepciones), incluso en suelo, pudiendo utilizarse mopas atrapapolvo y/o aspiradora.

⁷⁹ "(...) se establece como porcentaje de oscilaciones aceptables (...) un 20% anual, aunque lo ideal es reducir las a un 5-10%, pero no todos los museos pueden soportar este esfuerzo de climatización dentro de sus presupuestos". MICHALSKY, S. "Relative Humidity and Temperature Guidelines: What's Happening?". *CCI Newsletter* [en línea], 1994, Nº 14, pp. 6-8 [consulta: 23 de julio 2017]. Disponible: <http://www.musecc.com/wp-content/uploads/2010/12/Relative-Humidity-and-Temperature-Guidelines.pdf>

⁸⁰ LAFUENTE FERNÁNDEZ, D., op. cit., pp. 76-77.

⁸¹ AGENCIA SINC. "El primer sistema que mide el pH en el aire". En: *Agenciasinc.es* [en línea] Agencia SINC, 2017 [consulta: 14 de abril de 2017] Disponible: <http://www.agenciasinc.es/Noticias/El-primer-sistema-que-mide-el-pH-en-el-aire>

NOTA: Para ayudar al personal a establecer prioridades de actuación sugerimos una ficha de evaluación de las cajas (Anexo 1) que asiste en una evaluación rápida del estado de conservación (envejecimiento natural) y de la calidad del embalaje (riesgo de fuerzas físicas).

PRIORIDAD MEDIA

5. VANDALISMO / ROBO / PÉRDIDA

Aconsejamos sustituir la puerta del almacén por una más segura y en lo posible establecer un **control de acceso**⁸² que registre: hora de entrada-salida, nombre de la persona que accede y motivo. A ser posible sustituir la cerradura tradicional por un sistema con clave de acceso.

Sugerimos caminar hacia un **futuro protocolo de uso del almacén**. Para ello comenzar por facilitar al personal la tarea de registrar movimientos de piezas en TODAS las ocasiones. Para ello se puede disponer en el mismo almacén de fichas modelo, que se rellenan y depositan en el hueco vacío dejado tras retirar las cajas o las piezas (Anexo 2). Simultáneamente habría que priorizar la total **catalogación en DOMUS**, no dejar ninguna pieza sin nº de registro y **estandarizar todos los números de registro**.

6. TEMPERATURA INCORRECTA

En lo posible se debería conectar el almacén al sistema de **climatización** del edificio para evitar las temperaturas más altas. En los meses calurosos se puede refrescar el almacén **ventilando** por la mañana.

1. FUEGO

Sería fundamental colocar un **detector de humos** y eliminar materiales altamente combustibles, como el revestimiento mural.

⁸² Si es inviable hacerlo automatizado, puede hacerse analógico, instando al custodio de la llave a cumplimentarlo.

PRIORIDAD BAJA

7. PLAGAS

Aconsejamos simplemente establecer la **rutina de limpieza** mencionada anteriormente.

8. RADIACIONES

Para mejorar, sustituir la iluminación actual por **LED**.

9. AGUA

Simplemente **comprobar si hay instalaciones** de agua pasando por el techo del almacén.

SÍNTESIS: RIESGOS Y SOLUCIONES				
Nivel	Agente	Prioridad ⁸³	Problemática	Posibles medidas
Elevado	Envejecimiento natural	Extrema (12)	Corrosión intrínseca	Planificar conservación curativa: priorizar estados de conservación más graves
	Incompatibilidades técnicas		Corrosión acelerada por contraste yacimiento/museo	Sistematizar freno a la corrosión
	HR incorrecta	Alta (11)	Climatización manual	Automatizar climatización o establecer controles periódicos del deshumidificador
	Fuerzas físicas directas	Alta (11)	Envases inadecuados	Sustituir progresivamente envases
			Colocación deficiente en los envases	Inmovilizar objetos
Contaminantes	Alta (9,5)	Edificio en mal estado	Reformar el edificio	
		Alta (10,5)	Excesivos materiales emisores	Eliminar/sustituir materiales emisores
			Edificio sin filtrado del aire exterior	Filtrar la ventilación
		Presencia humana	Instalar rutina de limpieza en almacén. Generalizar uso de batas y guantes	
Medio	Vandalismo	Media (9)	Documentación incompleta y no estándar	Estandarizar números de registro
	Robo		Carencias en registros de accesos/movimientos	Completar DOMUS
	Pérdida		Débil seguridad	Implementar control de acceso/movimientos
	Tª incorrecta	Media (8,5)	Ausencia de climatización	Aumentar seguridad (puerta)
Fuego	Media (7,5)	Ausencia detector de humo	Incorporar climatización	
		Materiales combustibles	Incorporar detector de humo	
			Sustituir por materiales ignífugos	
Bajo	Plagas	Baja (6)	Ausencia de rutina de limpieza	Establecer rutina mensual de limpieza
	Radiaciones UV/IR	Baja (5)	Luminarias emisoras	Instalar LED
	Agua	Baja (3,5)	Sin proximidad clara a fuentes de agua	Revisar posibles instalaciones (planta alta)

Tabla 13 - Síntesis: resultados y posibles soluciones.

⁸³ Conforme a los resultados de la puntuación ABC obtenida en las Tablas 11-12.

3.2 Optimización del espacio del almacén de metales del MASE.

Presupuesto.

Aunque no se trata de un riesgo, la carencia de espacio de almacenaje es un problema habitual de los museos establecidos en edificios históricos. Ante ello el MASE viene adoptando las siguientes soluciones:

- a. Derivación de material al Centro de Depósito de la Rinconada.
- b. Envío provisional de cajas al Depósito Judicial.
- c. Trabajo progresivo de ordenación, mejora y compactación.

En este apartado ofrecemos una modesta propuesta de optimización del espacio para el almacén de metales, acompañada de presupuesto. Comenzaremos analizando la capacidad actual de las estanterías del almacén⁸⁴ (véase punto 2.4.3.) considerando el uso de dos formatos de caja (Fig. 22):

- Tipo A: 20L.
- Tipo B: 16L.

- CAPACIDAD DE UN CUERPO DE ESTANTERÍA TIPO A:

Con su disposición actual de baldas, la capacidad máxima es 18 cajas tipo A y 9 cajas tipo B, es decir, 504 L. Modificando la altura de las baldas la capacidad asciende a 6 cajas tipo A y 27 cajas tipo B consiguiendo un volumen de 552 L de almacenaje (Fig. 19).

- CAPACIDAD DE UN CUERPO DE ESTANTERÍA TIPO B:

Con su disposición actual de baldas la capacidad máxima es menor que la estantería Tipo A; 15 cajas tipo A y 12 cajas tipo B, es decir, 492 L. Modificando la altura de las baldas podemos igualar a la estantería A colocando hasta 6 cajas tipo A y 27 tipo B, con 552 L de almacenaje (Fig. 20).

- CAPACIDAD ACTUAL DE LAS CINCO ESTANTERÍAS A: 2.484 L.
- CAPACIDAD POTENCIAL DE LAS CINCO ESTANTERÍAS B: 2.760 L.

⁸⁴ Para nuestros cálculos hemos limitado a dos los niveles de apilado sobre la balda superior. En el museo hemos observado hasta cinco.

- **PROPUESTA 1**

Sustituir los tres cuerpos de estantería tipo B por tres tipo A. Ya que la B tiene 9,5 cm de fondo innecesarios para las cajas. Las estanterías retiradas se utilizarían para otros almacenes. Se cambiaría la disposición siguiendo el plano de la Propuesta 2 (Fig. 23). La capacidad total de cajas sería: 30 tipo A y 135 tipo B. Descontando aquellas ya disponibles en el almacén (24 tipo A y 42 tipo B), sólo restaría adquirir 6 cajas tipo A y 93 tipo B.

Ventajas adquiridas:

1. 12 cm más de espacio de paso (1,01 cm frente a 0,89 cm). Mayor comodidad en la manipulación de cajas.
2. 276 L más de capacidad pasando a **2.760 L**, equivalente a **17 cajas tipo B**.
3. **82 cm** liberados para posibles usos:
 - a. Incluir una mesa de trabajo (para depositar cajas, cumplimentar documentación...).
 - b. Incluir mobiliario para almacenar las piezas en suelo.

- **PROPUESTA 2**

Sustituir las actuales estanterías por unas nuevas Esmelux de siete baldas. Medidas: 105 x 250 x 40 cm (Fig. 21). Las estanterías retiradas se utilizarían para otros almacenes. Se cambiaría la disposición como en el plano (Fig. 23). La capacidad total de cajas sería: 75 cajas A y 105 B. Descontando las existentes restaría adquirir 51 cajas A y 63 B. El peso máximo por balda (205 Kg) cubre sobradamente las necesidades.

Ventajas adquiridas (iguales que la Propuesta 1, pero con alguna variante).

1. Aprovechamiento de la altura con más baldas, facilitando y haciendo más segura la manipulación de las cajas altas.
2. 696 L más de capacidad pasando a **3180 L** (ó **43 cajas B**).
3. **85 cm** liberados para los mismos usos planteados en la Propuesta 1.

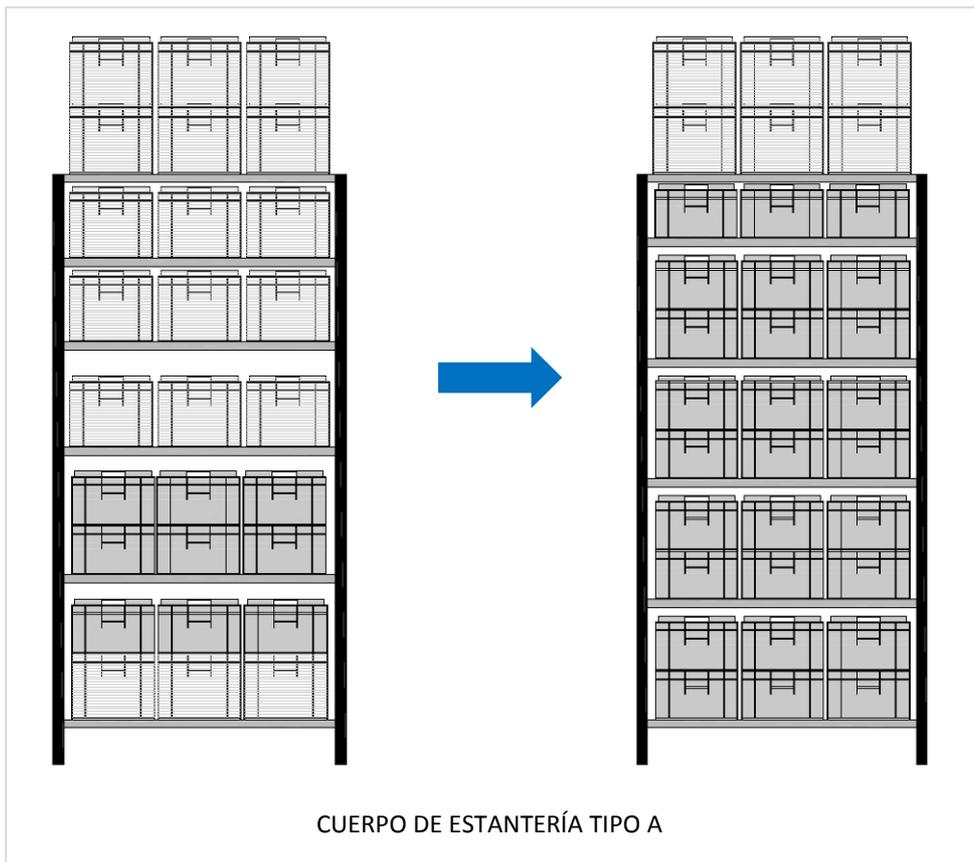


Fig. 19. Capacidad máxima actual (izquierda) y potencial (derecha).

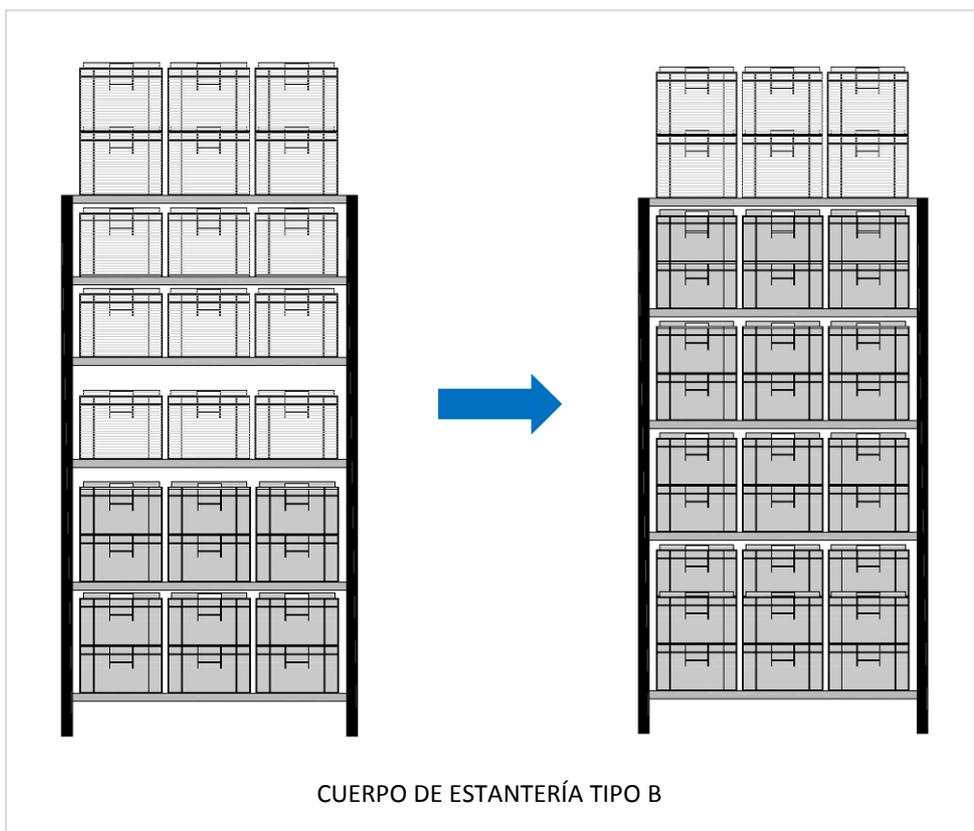


Fig. 20. Capacidad máxima actual (izquierda) y potencial (derecha).

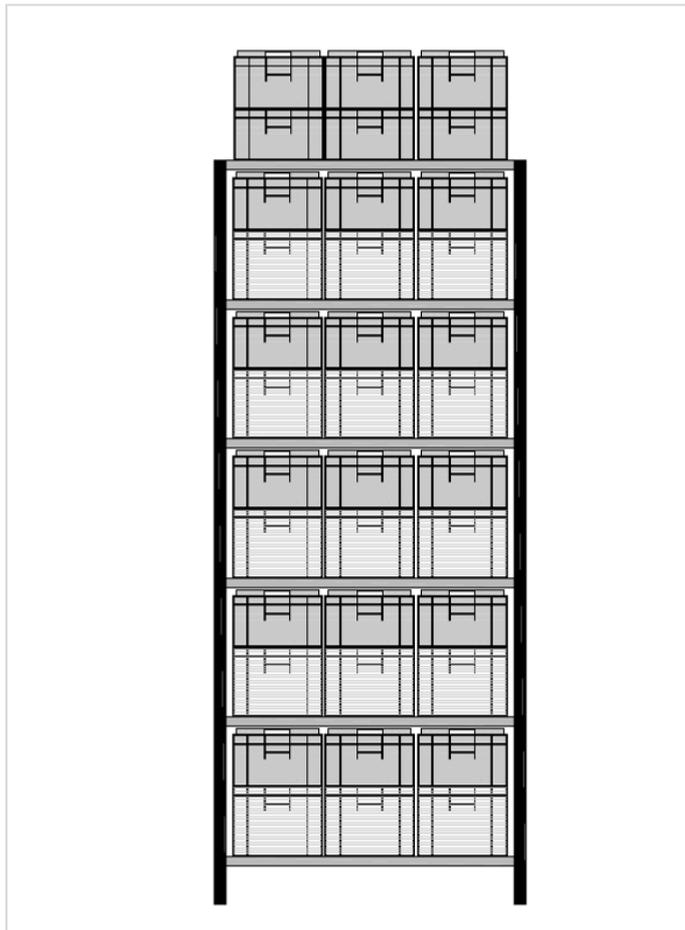


Fig. 21. Capacidad máxima de un cuerpo Esmelux: 636 L.

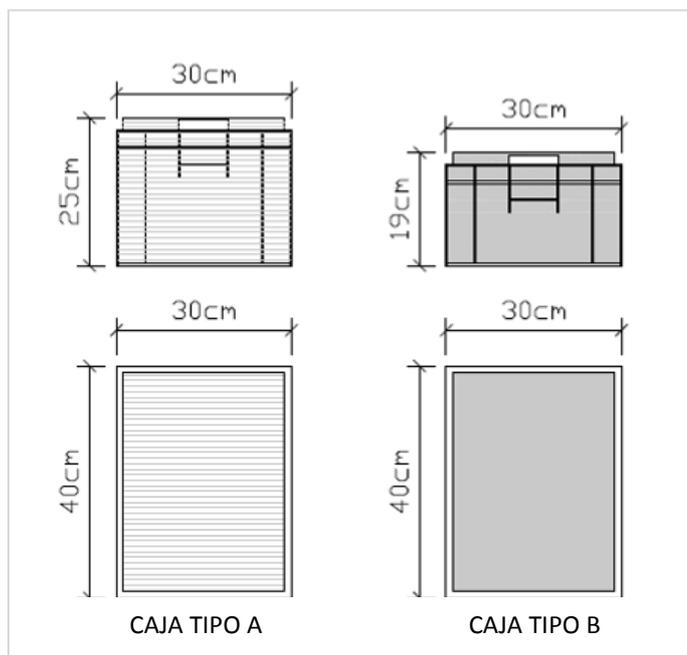


Fig. 22. Cajas euroformato utilizadas en las propuestas.

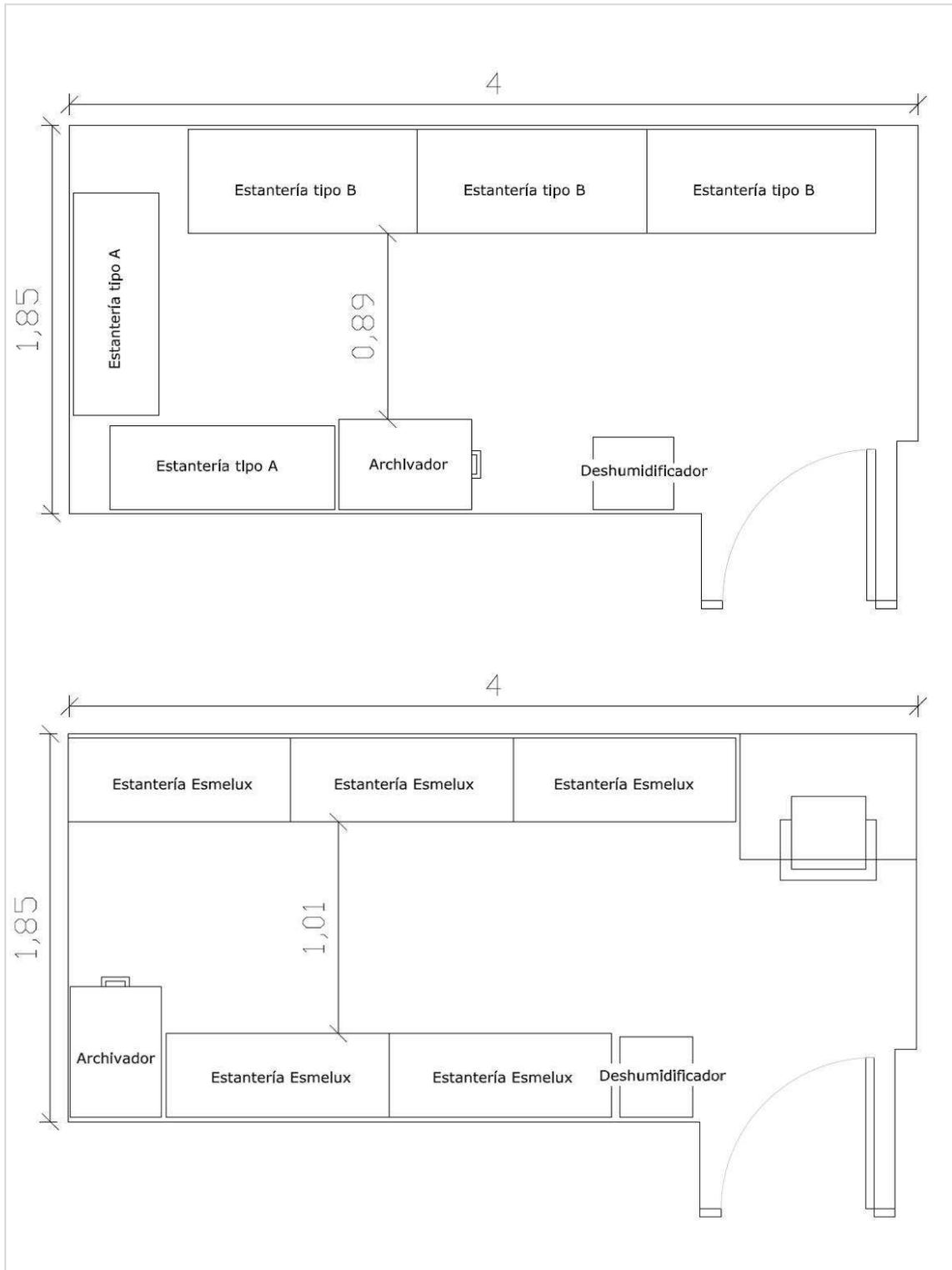


Fig. 23. Plano del almacén. Arriba: configuración actual.
Abajo: Propuesta 2.

PRESUPUESTOS

PROPUESTA 1

3 cuerpos de estantería LK211040 (170,49 €/ud ⁸⁵)	511,47 €
(IVA y envío incluido).	
6 cajas tipo A (Ref. 8703.005.502) (7,64 €/ud ⁸⁶)	45,84 €
93 cajas tipo B (Ref. 9232000) (6,39 €/ud)	594,27 €
49 tapas ⁸⁷ (Ref. 8705.820.502) (3,68 €/ud)	180,32 €
(IVA y envío incluido).	

TOTAL..... 1.331,9 €

PROPUESTA 2

5 cuerpos de estantería Esmelux ⁸⁸ (2 módulos iniciales + 3 adicionales)	839,23 €
Envío	67,14 €
IVA	190,34 €
51 cajas tipo A (7,64 €/ud)	389,64 €
63 cajas tipo B (6,39 €/ud)	402,57 €
57 tapas (3,68 €/ud)	209,76 €
(IVA y envío incluido).	

TOTAL..... 2.098,68 €

⁸⁵ Catálogo de Bienes Homologados de la Junta de Andalucía. Mobiliario 2001/2004. Sin referencias bibliográficas (facilitado por el MASE).

⁸⁶ Precios de presupuestos reales ofrecidos al Museo por Schoeller Allibert. Fuente válida para propuestas 1 y 2.

⁸⁷ Válidas para ambos formatos de caja.

⁸⁸ ESMELUX. "Estantería metálica modular 2.500 mm altura". En: *Esmelux.com* [en línea] Esmelux, 2017 [consulta:20 de agosto de 2017]. Disponible: <https://www.esmelux.com/estanter%C3%ADa-met%C3%A1lica-modular-2.500-mm-altura>

4 Conclusiones

La gran problemática en la conservación de metales arqueológicos es su factor de deterioro intrínseco: la corrosión. Cuando tras la extracción del yacimiento estos son almacenados sin haber sido sometidos a un tratamiento curativo previo continúan e incluso aceleran su proceso de destrucción natural.

Tras nuestro acercamiento a la legislación y criterios establecidos por la disciplina, en materia de almacenaje de bienes culturales metálicos, hemos visto que no hay un documento que concrete suficientemente las condiciones en que dicho almacenaje debe efectuarse para detener este proceso.

Aunque los museos vienen desde hace años mejorando sus almacenes y estableciendo controles colectivos, esto no detiene la corrosión, y dado el volumen de fondos resulta imposible intervenir individualmente las piezas. Ante esta realidad aparentemente inabarcable será necesario, por parte del personal implicado, conocer bien los procesos intrínsecos de deterioro del metal y buscar soluciones a la medida de cada museo persiguiendo lograr un entorno de almacenaje adecuado.

Como aproximación al tema hemos estudiado el caso del Almacén de Metales del MASE, analizando sus propios factores de deterioro, tanto desde una clasificación general como desde la propuesta por Stefan Michalsky. A partir de aquí hemos realizado una evaluación de riesgos para las piezas de este almacén.

Como resultado al estudio, hemos diseñado una propuesta de mejora del sistema de almacenaje en función de las necesidades detectadas. Por último, y en atención al problema de la falta de espacio, se ha propuesto una optimización del mismo.

5 Índice de ilustraciones y tablas

Ilustración de portada: Espejo de bronce con restos de tejido, sin nº de registro (S/N).

Procedencia: Carmona/Anfiteatro Tumba 72, Urna 2, Nicho III. Localización: MASE.

Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.

Fig. 1 Fotografía aérea del MASE en el Parque de María Luisa, Sevilla, España. Fuente: Portal de Museos de Andalucía, 2017.

Fig. 2 Fotografía satélite con medición de distancia mínima entre el MASE y el río. Fuente: Google Maps, 2017.

Fig. 3 Gráfico de Humedad Relativa y Temperatura en el exterior del Museo. Tratamiento de datos: Patricia Iglesias, 2017. Fuente: Sensor nº 15 del equipo de mediciones Hanwell del MASE.

Fig. 4 Gráfico de espacio dedicado a los distintos almacenes. Tratamiento de datos: Patricia Iglesias, 2017. Fuente: ANDRÉS TORRALBA, I. y otros, 2007.

Fig. 5 Distribución de los almacenes del MASE en el edificio. Diseño: Patricia Iglesias, 2017. Fuente: Plano de la 1ª planta facilitado por el MASE, el resto extraído de ANDRÉS TORRALBA, I. y otros, 2017.

Fig. 6 Interior del almacén de metales del MASE. Detalle del mobiliario. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.

Fig. 7 Interior del almacén de metales del MASE. Detalle del mobiliario. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.

Fig. 8 Interior del almacén de metales del MASE. Detalle del mobiliario. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.

Fig. 9 Interior del almacén de metales del MASE. Detalle de las instalaciones. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.

Fig. 10 Diversidad de envases/sub-envases utilizados en el MASE. Fotografías y diseño: Patricia Iglesias, 2017.

- Fig. 11 Gráficos de HR y Tª registrados en el almacén de metales y los mismos datos superpuestos con los registros del exterior, en el Parque María Luisa. Tratamiento de datos: Patricia Iglesias, 2017. Fuente: Sensores nº 9 y 15 del equipo de mediciones Hanwell del MASE.
- Fig. 12 Riesgos para la colección derivados de daños en los envases. Fotografías y diseño: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 13 Movimiento de piezas. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 14 Puerta de acceso al almacén desde el Salón de Actos y extintor junto a ella. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 15 Radiologger Hanwell (Sensor nº9) y termohigrógrafo, localizados en el almacén de metales. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 16 Deshumidificador Oasis D165HG. Fuente: LLC dba Oasis International, 2016.
- Fig. 17 *Tintinabulum* romano, nº registro CACCE1870, MASE. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 18 Fragmento de metal, nº registro CACCE1909, MASE. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 19 Capacidad de carga actual y potencial de la estantería tipo A. Diseño: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 20 Capacidad de carga actual y potencial de la estantería tipo B. Diseño: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 21 Capacidad de carga potencial de la estantería Esmelux. Diseño: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 22 Cajas euroformato utilizadas en las propuestas. Diseño: Patricia Iglesias, 2017.
- Fig. 23 Plano del almacén y elementos de mobiliario: configuración actual y propuesta de mejora. Fuente: Patricia Iglesias, 2017.
- Ilustración de contraportada: Mejora de almacenamiento. Ajuar médico, sin nº de registro (S/N). Procedencia: Carmona/Anfiteatro. Localización: MASE. Fotografía: Patricia Iglesias, 2017.



- Tabla 1 Documentos relacionados con el patrimonio metal. Fuente: DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E., 2015.
- Tabla 2 Recomendaciones para el almacenaje y manipulación de metales Fuente: DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E., 2015.
- Tabla 3 Normas AENOR relativas a conservación del patrimonio cultural. Fuente: DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E. , 2015.
- Tabla 4 Recomendaciones para el almacén. Fuente: VERNER y HORGAN, 1979.
- Tabla 5 Evolución cronológica del edificio y su colección. Varias fuentes (véase las notas a pie de página).
- Tabla 6 Factores de deterioro externos. Fuente: Sensores nº 9 y 15 del equipo de mediciones Hanwell del MASE.
- Tabla 7 Almacenes internos del MASE. Fuente: ANDRÉS TORRALBA, I. y otros., 2017.
- Tabla 8 Estadísticas de HR y Tª en el almacén de metales. Tratamiento de datos: Patricia Iglesias, 2017. Fuente: Sensor nº 9 del equipo de mediciones Hanwell del MASE.
- Tabla 9 Diversos sistemas de registro conviviendo en la identificación de fondos. Fuente: Patricia Iglesias, 2017.
- Tabla 10 Diversas fuentes documentales utilizadas en el Museo. Fuente: Patricia Iglesias, 2017.
- Tabla 11 Evaluación de los 9 agentes del deterioro propuesta por Stefan Michalsky. Fuente: Patricia Iglesias, 2017.
- Tabla 12 Evaluación de un décimo agente de deterioro no incluido por Michalsky. Fuente: Patricia Iglesias, 2017.
- Tabla 13 Síntesis de resultados y posibles soluciones. Fuente: Patricia Iglesias, 2017.

6 Bibliografía

ANDRÉS TORRALBA, I. y otros. *Proyecto de rehabilitación integral del Museo Arqueológico de Sevilla* (TFM) [en línea], Universidad de Granada, 2007, [consulta: 15 de junio de 2017]. Disponible: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/524>

BERENGUER SUBILS, M. J. *NTP 521: Calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios* [en línea]. Barcelona: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 1999 [consulta: 16 de abril de 2017]. Disponible: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/501a600/ntp_521.pdf

DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E. (coord.). *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en materiales metálicos* [en línea]. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015 [consulta: 15 de marzo de 2017]. Disponible: https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=15035C

DÍAZ MARTÍNEZ, S. y GARCÍA ALONSO, E. *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico* [en línea]. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2011. Disponible: <http://www.calameo.com/books/000075335c184bd7c7b68>

GARCÍA ALONSO, E. (Coord.). "La conservación y restauración del bronce". En: GARCÍA ALONSO, E. (Coord.). *Los bronces romanos en España* (Catálogo de la Exposición). Madrid: Ministerio de Cultura, 1990, pp. 153-161.

HERRÁEZ, J. A., ENRÍQUEZ DE SALAMANCA, G., PASTOR ARENAS, M. J. (y otros) *Seguimiento y análisis de las condiciones ambientales. Manual del Alumno*. Madrid: IPCE, 2014.

HERRÁEZ, J. A., ENRÍQUEZ DE SALAMANCA, G., CIRUJANO, C. (y otros). *Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales* (Plan Nacional de Conservación Preventiva) [en línea], Madrid: MECD, 2014 [consulta: 22 de julio de 2017]. Disponible: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/d/20020C/19/0>

HERRERO DELAVENAY, A. "De almacén a centro de conservación de colecciones". *Almacenes de museos. Espacios internos, propuestas para su organización. Revista del Comité Español de ICOM* [en línea], 2011, Nº 3, pp. 8-15 [consulta: 20 de julio de 2017]. Disponible: http://www.icom-ce.org/recursos/ICOM_CE_Digital/03/ICOMCEDigital03.pdf

ICOM. *Código de Deontología para los museos* [en línea]. París: ICOM, 2013 [consulta: 27 de julio de 2017]. Disponible: http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Codes/code_ethics2013_es.pdf

ICCROM-UNESCO. *Manual de Gestión de Riesgo de Colecciones* (Borrador) [en línea]. Roma: ICCROM-UNESCO, 2009 [consulta: 15 de julio de 2017]. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001862/186240s.pdf>

LADKIN, N. "Gestión de las colecciones". En: THÉVENOT, J. (coord.). *Cómo administrar un museo: Manual práctico* [en línea]. París: Unesco, ICOM, 2006, pp. 17-30 [consulta: 1 de julio de 2017]. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001478/147854s.pdf>.

LAFUENTE FERNÁNDEZ, D. "Conservación preventiva del patrimonio cultural metálico en museos. Estudio de la presencia de ácidos orgánicos mediante captadores pasivos". *Estrat Crític: Revista d'Arqueologia* [en línea] 2011, Nº 5, Vol. 3, pp. 69-81 [consulta: 10 de mayo de 2017]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/artículo/5010190.pdf>

LAMBERT, S. "RE-ORG: A methodology for reorganizing museum storage developed by ICCROM and UNESCO". *CeROArt* [en línea], 2011, Nº 6 [consulta: 1 de abril de 2017]. Disponible: <http://ceroart.revues.org/2112>

LE THOMAS, P. J. *La metalurgia*. Barcelona: Ed. Martínez Roca, 1969.

LORENZO MORILLA, J. "La creación del museo arqueológico de Sevilla". *Atrio: Revista de Historia Del Arte*, 1992, Nº 4, pp. 139-145.

MICHALSKY, S. *Humedad relativa incorrecta* [en línea]. Roma: ICCROM (editor de la edición en español), 2009a [consulta: 9 de julio de 2017]. Disponible: http://www.cncr.cl/611/articles-56474_recurso_10.pdf

MICHALSKY, S. *Los niveles ABC para la valuación de riesgos en las colecciones museísticas e información para interpretar los riesgos derivados de una incorrecta Humedad Relativa y Temperatura* [en línea]. Madrid: Instituto Canadiense de Conservación (borrador, edición en español), 2009b [consulta: 23 de julio de 2017]. Disponible: http://ge-iic.com/files/grupoconservacionpre/Michalski_Madrid.pdf

MICHALSKY, S. "Preservación de las colecciones". En: THÉVENOT, J. (coord.). *Cómo administrar un museo: Manual práctico* [en línea]. París: Unesco, ICOM, 2006, pp. 51-90 [consulta: 25 de julio de 2017]. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001478/147854s.pdf>

MICHALSKY, S. "Relative Humidity and Temperature Guidelines: What's Happening?". *CCI Newsletter* [en línea], 1994, Nº 14, pp. 6-8 [Consulta: 23 de julio 2017]. Disponible: <http://www.musecc.com/wp-content/uploads/2010/12/Relative-Humidity-and-Temperature-Guidelines.pdf>

MICHALSKY, S. *The ABC Method: a risk management approach to the preservation of cultural heritage* [en línea]. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2016 [consulta: 27 de julio de 2017]. Disponible: http://canada.pch.gc.ca/DAMAssetPub/DAM-PCH2-Museology-PreservConserv/STAGING/texte-text/risk_Manual_2016_1486742306045_eng.pdf

LORENZO MORILLA, J. "La creación del Museo Arqueológico de Sevilla". *Atrio* [en línea], 1992, Nº4, pp. 139-145 [consulta: 30 de marzo de 2017]. Disponible: <https://www.upo.es/depa/webdhuma/areas/arte/atricio4/13.pdf>

MOUREY, W. "Les reserves". En: *La conservation des antiquités métalliques. De la fouille au musée*. París: LCRRA, 1987, pp. 89-90.

RODRIGO DEL BLANCO, J. "Los nuevos almacenes del Museo Arqueológico Nacional". *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* [en línea] 2014, Nº 32, pp. 281-294 [consulta: 20 de marzo de 2017]. Disponible: <http://www.man.es/man/dms/man/estudio/publicaciones/boletin-man/MAN-Bol-2014/MAN-Bol-2014-32-Rodrigo.pdf>

SAN MARTÍN MONTILLA, C. "Un largo camino rico en experiencias. La gestión del Museo Arqueológico de Sevilla: un valor por actualizar". *Mus-A: Revista de los museos de Andalucía* [en línea], 2006, Nº 7, pp. 67-73 [consulta: 27 de marzo de 2017]. Disponible: http://www.juntadeandalucia.es/cultura/museos/media/docs/PORTAL_musa_n7.pdf

SANZ GAMO, R. y FONTES BLANCO, F. "Mover un museo. Una experiencia en el Museo Arqueológico Nacional". *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* [en línea] 2011-2012-2013, Nº 29-30-31, pp. 177-214 [consulta: 18 de julio de 2017]. Disponible: <http://www.man.es/man/dms/man/estudio/publicaciones/boletin-man/MAN-Bol-2011-2013/MAN-Bol-2011-2013-Sanz-y-Fontes.pdf>

TÉTREULT, J. *Contaminantes* [en línea]. Roma: ICCROM (editor de la edición en español), 2009 [consulta: 22 de julio de 2017]. Disponible: http://www.cncr.cl/611/articles-56474_recurso_7.pdf

TORRUBIA FERNÁNDEZ, Y. "El Museo Arqueológico de Sevilla en el Convento de la Merced". *Laboratorio de Arte: Revista Del Departamento de Historia Del Arte* [en línea], 2006, Nº 19, pp.

503–515 [consulta: 14 de marzo de 2017]. Disponible: institucional.us.es/revistasarte/19/028%20torrubia.pdf

UNESCO. *Museum Internacional - Las Reservas* [en línea], 1995, Vol. 47, Nº 4 [consulta: 15 de julio de 2017]. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001030/103041so.pdf>

VERNER JOHNSON, E. y C. HORGAN, J. *Museum collection storage. Protection of the cultural heritage. Technical handbooks for museums and monuments, nº 2* [en línea]. París: UNESCO, 1979 [consulta: 23 de julio de 2017]. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0004/000423/042316eo.pdf>

7 Documentación electrónica

ABCdesevilla. "El Ministerio de Cultura revisará a la baja la reforma del Museo Arqueológico de Sevilla". En: *Sevilla.abc.es* [en línea] Diario ABC S.L., 2017 [consulta:]http://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-ministerio-cultura-revisara-baja-reforma-museo-arqueologico-sevilla-201703172343_noticia.html

AEMET. "Valores climatológicos normales. Sevilla Aeropuerto". En: *Aemet.es* [en línea] AEMET, 2017 [consulta:] Disponible: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=5783&k=and>.

AGENCIA SINC. "El primer sistema que mide el pH en el aire". En: *Agenciasinc.es* [en línea] Agencia SINC, 2017 [consulta: 14 de abril de 2017] Disponible: <http://www.agenciasinc.es/Noticias/El-primer-sistema-que-mide-el-pH-en-el-aire>

SCHOELLER Allibert. "Cajas apilables". En: *Shop.schoellerallibert.com* [en línea] Schoeller Allibert, 2017 [consulta: 7 de mayo de 2017]. Disponible: <https://www.schoellerallibert.com/es/productos/cajas-apilables/cajas-norma-europa/>

CONSEJERÍA de Cultura de la Junta de Andalucía. "Instituciones culturales: Centro de Depósito del Museo Arqueológico de Sevilla". En: *Juntadeandalucia.es* [en línea]. Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 11 de marzo de 2017]. Disponible: http://www.juntadeandalucia.es/cultura/web/consejeria/instituciones_culturales/96fd9168-4c58-11e3-9bb9-000ae4865a05

CONSERJERÍA de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. "Informe de calidad del Aire Ambiente/Junio 2017". En: *Juntadeandalucia.es* [en línea] Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 24 de agosto de 2017]. Disponible: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/atmosfera/informes_siva/meses17/IMA1706.pdf

ESMELUX. "Estantería metálica modular 2.500 mm altura". En: *Esmelux.com* [en línea] Esmelux, 2017 [consuta:20 de agosto de 2017]. Disponible: <https://www.esmelux.com/estanter%C3%ADa-met%C3%A1lica-modular-2.500-mm-altura>

GOOGLE Maps. *Google.es* [en línea]. Google, 2017 [consulta: 15 de junio de 2017]. Disponible: <https://www.google.es/maps/@37.3737912,-5.984077,1866m/data=!3m1!1e3>

IAPH. "Patrimonio Inmueble de Andalucía". En: *iaph.es* [en línea]. Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 17 de marzo de 2017]. Disponible: <http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/resumen.do?id=i21893>

ICOM. "Definición del Museo". En: *Icom.museum* [en línea] ICOM, 2017 [consulta: 20 de julio de 2017] Disponible: icom.museum/la-vision/definicion-del-museo/L/1/

ICOM. "Publications Database". En: *Icom.museum* [en línea] ICOM, 2017 [consulta: 23 de agosto de 2017]. Disponible: icom.museum/resources/publications-database/publication/internacional-conference-on-museum-storage-13-17-december-1976/

INSTITUTO Geográfico Nacional. "Tabla de estadísticas sísmicas de la Península Ibérica". En: *ign.es* [en línea]. IGN, 2017 [consulta: 12 de julio de 2017]. Disponible: http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/SIS-Tablas_estadisticas_P Iberica.pdf

MINISTERIO de Cultura, Educación y Deporte. "Adecuación del Museo Arqueológico de Sevilla. Memoria del proyecto". En: *Mecd.gob.es* [en línea]. MECD, 2017 [consulta: 11 de marzo de 2017]. Disponible: http://www.mecd.gob.es/giec/Obras/proyectos/museos/Arqueologico_Sevilla.html

MINISTERIO de Cultura, Educación y Deporte. "Inauguración del Museo de Málaga". En: *Mecd.gob.es* [en línea] MECD, 2017 [consulta: 20 de abril de 2017] Disponible: <https://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/museos/destacados/2016/inauguracion-malaga.html>

MIS extintores. "Tipo y clasificación de los extintores". En: *Misextintores.com* [en línea] Mis extintores, 2017 [consulta: 22 de julio de 2017] Disponible: <http://www.misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>.

MUSEO Arqueológico Nacional. "Biografías/ Joaquín María de Navascués y de Juan". En: *Man.es* [en línea] MECD, 2017 [consulta: 14 de abril de 2017] Disponible: <http://www.man.es/man/museo/historia/personal/biografias/navascues.html>

PORTAL de Museos de Andalucía. “Museo Arqueológico de Sevilla”. En: *Museosdeandalucia.es* [en línea]. Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 11 de marzo de 2017]. Disponible: http://www.museosdeandalucia.es/cultura/museos/MASE/index.jsp?redirect=S2_2.jsp

PORTAL de Museos de Andalucía. “Museo Arqueológico de Sevilla/Colecciones”. En: *Museosdeandalucia.es* [en línea] Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 31 de marzo de 2017] Disponible: http://www.museosdeandalucia.es/cultura/museos/MASE/index.jsp?redirect=S2_3.jsp.

PORTAL de Museos de Andalucía. “Museo Arqueológico de Sevilla/Información general: servicios e instalaciones”. En: *Museosdeandalucia.es* [en línea] Junta de Andalucía, 2017 [consulta: 31 de marzo de 2017] Disponible: http://www.museosdeandalucia.es/cultura/museos/MASE/index.jsp?redirect=S2_1_2.jsp

QUIMILOCK. “VpCI-126 Ficha Técnica”. En: *Quimilock.es* [en línea] Quimilock, 2017 [consulta: 17 de julio de 2017] Disponible: <http://quimilock.es/corrosion/upload/ficheros/1cf074d062bc6ffe9abb1ea3d4f176ed.pdf>.

QUIMILOCK. “VpCI-140 Ficha Técnica”. En: *Quimilock.es* [en línea] Quimilock, 2017 [consulta: 17 de julio de 2017] Disponible: <http://quimilock.es/corrosion/upload/ficheros/887e4a7b4c3f1c536f324dd5d913725c.pdf>

UNESCO. “Herramienta de auto-evaluación para depósitos de museos”. En: *Re-org.info* [en línea]. UNESCO, 2017 [consulta: 2 de abril de 2017]. Disponible: <http://www.re-org.info/es/download/244/34/16>

8 Anexos

EVALUACIÓN RÁPIDA DE CONSERVACIÓN			
EMBALAJE			Puntos
¿Las piezas están sujetas o pueden moverse por la caja?	A	Sujetas	0
	B	Medianamente sujetas	1
	C	Sueltas	2
ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PIEZA			Puntos
¿Se mantienen de una sola pieza?	A	Enteras	0
	B	Fragmentadas	4
	C	Disgregadas	8
ESTADO DE LA SUPERFICIE			Puntos
¿Observas focos de corrosión activos?	A	No	0
	B	Levemente	15
	C	Claramente	20
TOTAL DE PUNTOS			

RESULTADOS	0	Almacenaje correcto: puedes concentrarte en el control ambiental.
	1-6	Puedes mejorar el almacenaje. Prueba a fijar la posición de las piezas.
	8-10	Podrías perder información de la pieza. Planifica con el conservador-restaurador un tratamiento de consolidación.
	15-21	Las piezas están en peligro. Prioriza un tratamiento urgente de conservación curativa.
	22-30	Probablemente hemos perdido la información de estas piezas. Consulta con el conservador-restaurador si es posible salvarlas.

Anexo 1: Propuesta de ficha de evaluación del estado de conservación de las piezas y de su embalaje. Patricia Iglesias, 2017.

	
MUSEO ARQUEOLÓGICO DE SEVILLA	
	
ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTO DE PIEZAS	FECHA:
	MOTIVO:
	RESPONSABLE:
MOVIMIENTO DE	
<input type="checkbox"/> CAJAS <input type="checkbox"/> ENVASES <input type="checkbox"/> PIEZAS	Nº DE CAJAS: ----- Nº DE ENVASES: ----- Nº DE PIEZAS: -----
IDENTIFICACIÓN	
NÚMEROS DE REGISTRO:	DENOMINACIÓN DE CAJA O ENVASE:

Anexo 2: Sugerencia de ficha de movimientos, Patricia Iglesias, 2017.

