



Comité Técnico Normas, prácticas recomendadas y estrategias







Comité Técnico Normas, prácticas recomendadas y estrategias

Manejo y almacenamiento de soportes de audio y de video

IASA-TC 05

Editores Dietrich Schüller, Albrecht Häfner

Colaboradores

George Boston, Kevin Bradley, Mike Casey, Stefano S. Cavaglieri, Jean-Marc Fontaine, Lars Gaustad, Albrecht Häfner, Stig-Lennard Molneryd, Richard Ranft, Dietrich Schüller, Nadja Wallaszkovits

> Autores invitados Friedrich Engel, Patrick Feaster, Sebastian Gabler

> Revisado por el Comité Técnico (CT) de la IASA

Traducción: Mateo Pliego Revisión de traducción, edición de textos y corrección ortotipográfica: Laura Elena Pulido Corrección de estilo: Leopoldo Ortega Carmona Revisión técnica: Julio Delgado Revueltas y Miguel Nieto Cooney Diseño y formación: Jorge R. Aguilar Aceves

Impreso y hecho en México por Fonoteca Nacional del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, noviembre de 2015

Publicado por la Asociación Internacional de Archivos Sonoros y Audiovisuales (IASA-TC 05)

Manejo y almacenamiento de soportes de audio y de video (IASA-TC 05)

Editado por Dietrich Schüller y Albrecht Häfner

Primera edición: 2014 Primera edición en español: 2015

Esta publicación constituye una guía para archivistas audiovisuales de nivel profesional en el manejo y el almacenamiento de objetos físicos de audio y de video

Se incluyen referencias bibliográficas y un índice

ISBN 978-0-9930690-0-0

© International Association of Sound and Audiovisual Archives (IASA) 2015

Salvo con fines de preservación, ninguna parte de este libro puede reproducirse por impresión, fotocopia, microfilm o cualquier otro medio sin el permiso por escrito de la Mesa Ejecutiva de la IASA.

La Asociación Internacional de Archivos Sonoros y Audiovisuales es una compañía limitada por garantía en el Reino Unido. Dirección oficial registrada: Kemp House 152, City Road, London ECIV 2NX

Traducción: Mateo Pliego
Revisión de traducción, edición de textos y corrección ortotipográfica: Laura Elena Pulido
Corrección de estilo: Leopoldo Ortega Carmona
Revisión técnica: Julio Delgado Revueltas y Miguel Nieto Cooney
Asesor en traducción de terminología: Fernando Osorio Alarcón
Diseño y formación: Jorge R. Aguilar Aceves
Coordinación editorial: Benjamín Rocha

Impreso y hecho en México por Fonoteca Nacional del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, noviembre de 2015

Contenido

| <u> </u> | Introduccion | 4 |
|----------|--|----|
| 2 | Tipos de soportes, principios de grabación, composición, | |
| | estabilidad física y química, deterioro por reproducción | 9 |
| 3 | Preservación pasiva: factores ambientales, manejo y almacenamiento | 31 |
| 4 | Instalaciones de almacenamiento y transporte | 48 |
| 5 | Preparación ante desastres: fuego, agua y suministro | |
| | ininterrumpido de energía eléctrica | 55 |
| 6 | Conclusión | 57 |
| Bil | oliografía selecta | 58 |
| ĺno | lice | 62 |
| Lis | ta de miembros del Comité Técnico | 64 |

I INTRODUCCIÓN

I.I De la conservación del soporte a la preservación del contenido

Un cambio fundamental en el paradigma para la preservación audiovisual empezó hace apenas 25 años. Hasta entonces, la preservación del audio y del video se guiaba por el modelo tradicional que aún es válido para los archivos de documentos de texto y para los museos de todo el mundo: salvaguardar los objetos puestos a su cuidado.

Sin embargo, hacia 1990 los archivistas de audio comenzaron a darse cuenta de que seguir este principio a la larga hubiera sido en vano. Era obvio –y ese es el tema de esta publicación– que los soportes de audio y de video son vulnerables. La mayoría son inestables en comparación con casi todos los documentos de texto. Además, puesto que son documentos que deben ser leídos por una máquina para conocer la información que contienen, la disponibilidad de equipos de reproducción para recuperar su contenido era tan importante como la integridad de los soportes.

Por ese tiempo se hacía también evidente que las tecnologías digitales y el ritmo acelerado de la innovación técnica creaban nuevos formatos, en sucesiones cada vez más rápidas y, por lo tanto, con ciclos de vida más cortos. Esto confrontaría a los archivistas con el reto adicional de mantener el equipo de reproducción para un formato específico en condiciones operables para un número de formatos en constante crecimiento.

Lo anterior condujo a un cambio de paradigma: salvaguardar el contenido, no el soporte original, era el nuevo mantra.

Esto se logra copiando los contenidos de una plataforma de preservación a otra más innovadora. A fin de evitar pérdidas en el copiado, este tiene que realizarse en el ámbito digital. Los contenidos analógicos, por lo tanto, tienen que digitalizarse y, junto con los contenidos digitales previos a las tecnologías de la información, convertirse en archivos binarios, los cuales habrán de resguardarse, como todos los archivos informáticos, en repositorios digitales adecuadamente equipados y administrados.

Mientras que en sus inicios este nuevo paradigma fue aceptado, no sin controversia, a partir de los primeros años de la década de 1990 fue ampliamente adoptado para archivar audio, y aceptado, posteriormente, para los archivos de video. De la misma manera, debido al cambio global de la proyección de películas analógicas a digitales, y la disminución de la producción industrial de películas analógicas, este principio es ahora ampliamente aplicado en la preservación filmica.

I.2 El papel de la IASA

Los miembros de la IASA han participado activamente en este proceso y la IASA, como organización, siempre ha sido una plataforma abierta a dicho desarrollo. En consecuencia, este principio ha sido codificado como un estándar por el Comité Técnico de la IASA en La salvaguarda del patrimonio sonoro: ética, principios y estrategia de preservación, comúnmente conocido como IASA-TC 03, el cual ha llegado a su tercera versión, disponible en ocho idiomas. El mensaje en síntesis es:

La preservación del audio a largo plazo (e implícitamente también la del video) solo se puede lograr convirtiendo los contenidos en archivos digitales y conservándolos como cualquier otra información computarizada.

Consecuentemente, después de la codificación del principio, la IASA-TC 04 publicó en 2004 *Production and Preservation of Digital Audio Objects* (Producción y preservación de objetos digitales de audio) y está preparando IASA-TC 06, *Production and Preservation of Digital Video Objects* (Producción y preservación de objetos digitales de video).

Se puede encontrar más información acerca de estas publicaciones en el sitio web de la IASA en http://www.iasa-web.org/iasa-publications.

1.3 Fundamentos para esta publicación

¿Por qué la IASA publica este documento ahora, al final de la era de los soportes audiovisuales tradicionales?

Es verdad que una parte considerable de los acervos de audio y de video¹ en el ámbito mundial –típicamente aquellos que son propiedad de radiodifusoras y archivos nacionales de países ricos— ya han sido digitalizados, o están en proceso de digitalizarse para su preservación a largo plazo. Aunque la nueva metodología para la preservación audiovisual a largo plazo fue aceptada universalmente hacia finales del siglo ××, aún queda una parte considerable del legado audiovisual almacenada en los soportes originales. La razón principal es, obviamente, la carencia de recursos. Pero también falta un sentido de urgencia para completar la digitalización del contenido.

Hay una ventana de tiempo en constante reducción para completar el proceso de digitalización antes de que desaparezca el precario número de equipos reproductores en condiciones operables, requeridos para la lectura de formatos tradicionales. Actualmente, esta ventana se estima entre 10 y 15 años,² lo que hace imperativo la provisión de condiciones óptimas de almacenamiento. Esto es particularmente importante para los archivos en zonas climáticas húmedas y calientes. El propósito de esta publicación es asistir a los archivos y repositorios para optimizar las condiciones de almacenamiento, como una medida temporal, antes de que la preservación profesional a largo plazo, por medio de la digitalización, pueda financiarse y organizarse.

Además, optimizar la esperanza de vida ayuda a que los archivos sigan las recomendaciones de la IASA-TC 03 para mantener los originales en un almacenamiento adecuado después de haberse digitalizado y como un resguardo ante los avances técnicos, haciendo posible la creación de mejores copias.

Sin embargo, bajo ninguna circunstancia deben considerarse estos lineamientos como una solución absoluta. Es peligroso suponer que la conservación convencional (preservación pasiva) puede ser un método viable para lograr la conservación a largo plazo, por ejemplo, de una colección de medios en diversos soportes. Inevitablemente el deterioro será progresivo y finalmente limitará la recuperación de los contenidos almacenados. Una amenaza aun mayor es la creciente dificultad para conseguir equipo de reproducción en buenas condiciones de funcionamiento y encontrar repuestos para mantenerlo en operación. Para muchos formatos sobre cinta la escasez de equipo ya es muy severa. Tarde o temprano, incluso los soportes preservados con mayor cuidado se volverán totalmente irreproducibles. La preservación activa, siguiendo los lineamientos de IASA-TC 03 y IASA-TC 04, es absolutamente imperativa.

I En el ámbito mundial los acervos de los archivos de audio y video se calculan en cerca de 200 millones de horas. Esta cifra considera la existencia de múltiples copias de un solo original.

² Por lo general, para los documentos con soporte en cinta magnética la ventana de tiempo puede ser más corta; para los soportes mecánicos y ópticos probablemente más larga.

1.4 Contenido, organización, bibliografía y citas

El TC 05 se enfoca en medidas para optimizar las condiciones para la preservación de la integridad física y química de los soportes tradicionales, hápticos de audio y video. Se centra en aquellos soportes de sistemas de grabación que han sido aceptados en el mercado y que conforman el 99% (o más) de todas las colecciones de audio y video. No es un manual de sistemas de grabación audiovisual, por lo que no analiza la amplia variedad de discos instantáneos de audio, ni los sistemas de grabación que son raramente utilizados, como el alambre magnético y la cinta de acero, el sistema Philips-Miller, el selenófono, etc., o los video discos mecánicos como el TED (Television Electronic Disc). Sin embargo se explican, hasta cierto punto, los principales sistemas de grabación para brindar un conocimiento básico de las funciones y características específicas de los soportes: por qué y cómo el manejo y almacenamiento podría afectar negativa o positivamente su integridad física y química, y cuáles daños o procesos de deterioro afectarían la recuperación del contenido.

El TC 05 no es un catálogo meramente de qué hacer o qué no hacer. Las medidas óptimas de preservación son siempre un compromiso entre muchos parámetros, a menudo en conflicto, sobreimpuestas por la situación individual de una colección en lo que respecta a las condiciones climáticas, instalaciones disponibles, personal y situación financiera.

Ningún consejo significativo puede ofrecerse para todas las situaciones posibles. EITC 05 explica los principales problemas y proporciona al archivista una base para tomar decisiones responsables de acuerdo con una situación específica. Esta es la razón por la cual, por ejemplo, se recomiendan rangos de almacenamiento climático en vez de cifras estrictas, las cuales con frecuencia desencadenan un falso sentimiento de seguridad, mientras que cada valor seleccionado es solo un acuerdo. Este es también el motivo por el que el TC 05 no ofrece un "código de prácticas" general, puesto que difícilmente se adecuaría a la diversidad de estructuras, contenidos, tareas y circunstancias ambientales y financieras de las colecciones. No obstante, se exhorta con firmeza a los archivos a desarrollar y codificar, dentro de las limitaciones físicas y químicas, sus propios manuales de procedimientos.³

Este conjunto de guías, en términos generales, está dividido en dos partes principales. La primera parte (Sección 2) explica los principales tipos de soportes de audio y de video, su composición y sus principios de grabación, la estabilidad física y química y el deterioro ocasionado por la reproducción normal.

La segunda parte (Secciones 3 a 5) brinda consejos sobre las mejores prácticas para la preservación pasiva a través de una manipulación cuidadosa y condiciones apropiadas para su almacenamiento y traslado.

Finalmente, debe señalarse que la limpieza y la restauración de los soportes no son temas que se encuentren en esta publicación. Estos aspectos son parte de la extracción de la señal y se han analizado en IASA-TC 04, capítulo 5.

La bibliografía enlista libros y artículos, incluida la información electrónica, que se ha convertido en la "fuente principal" de la bibliografía sobre la preservación audiovisual. En general, la información y las recomendaciones de esta publicación, con bases en un conocimiento común e indiscutible, no están mencionadas específicamente. Sin embargo, se dan referencias cuando –debido a nuevas experiencias, nueva información o investigación– se actualizan las recomendaciones, o se sugieren variantes de las anteriores. Adicionalmente, cabe destacar que este libro contiene

³ El Código de Principios del Archivo Sonoro de la Biblioteca Nacional Británica puede servir como un ejemplo estructural; en A.Ward, 1990, Apéndice I.

información de fuentes primarias: observaciones y apreciaciones basadas en las experiencias que los autores han acumulado a lo largo de años y décadas.

Ya que estas guías se concentran en el manejo y el almacenamiento, no existen, en general, análisis de variantes y discrepancias entre las publicaciones concernientes a la composición y/o deterioro de materiales.

Las referencias cruzadas de la IASA-TC 04 se realizan en la segunda edición (2009) de estas guías.

1.5 Responsabilidad

Esta es una publicación que forma parte de la serie del Comité Técnico de la IASA: Estándares, prácticas recomendadas y estrategias.

Los autores colaboradores son los siguientes miembros del Comité Técnico:

George Boston Kevin Bradley Mike Casey Stefano Cavaglieri Jean-Marc Fontaine Lars Gaustad Albrecht Häfner Stig-Lennard Molneryd Richard Ranft Dietrich Schüller Nadja Wallaszkovits

y los autores invitados: Friedrich Engel Patrick Feaster Sebastian Gabler

A menos que se cite de modo diferente, los dibujos técnicos son de Albrecht Häfner; las fotografías de Dietrich Schüller y Nadja Wallaszkovits.

La publicación fue revisada por el Comité Técnico de la IASA.

Este texto ha sido compuesto y revisado con gran cuidado. Representa el conocimiento actual y la previsión vigente de riesgos. Sin embargo, la gran variedad de materiales y las condiciones concretas, tanto ambientales como de manejo, pueden requerir soluciones individuales, por lo que este texto pretende ser una guía general. Muchos aspectos que determinan la estabilidad física y química de los soportes y sus componentes todavía no se comprenden en su totalidad. Por lo tanto, ni los editores, los autores, el Comité Técnico ni la IASA como asociación pueden considerarse responsables por daño o pérdida que pudiera atribuirse a las recomendaciones o las opiniones expresadas en el texto.

Los editores agradecerán los comentarios sobre posibles omisiones, errores, desarrollos novedosos o experiencias que arrojen nueva luz en torno de las recomendaciones que aquí se brindan.

Las publicaciones hechas en equipo, en las que participan expertos comprometidos en su trabajo profesional, representan un reto. Por consiguiente, la realización de esta guía tomó más tiempo de lo esperado originalmente. Los editores expresan su agradecimiento a los colaboradores por sus aportaciones, al Comité Técnico por su revisión y apoyo, a los editores de la IASA, Bertram Lyons y Richard Ranft, por su asistencia y gran esfuerzo para la conversión del manuscrito en versión impresa y ediciones en la web y, finalmente, a la Junta de la IASA, a los miembros de la IASA y a otros lectores por su paciente espera para su conclusión.

Dietrich Schüller Albrecht Häfner Septiembre de 2014

2 TIPOS DE SOPORTES, PRINCIPIOS DE GRABACIÓN, COMPOSICIÓN, ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA, DETERIORO POR REPRODUCCIÓN

2.1 Soportes mecánicos

2.1.1 El principio de grabación. Los soportes mecánicos constituyen los más antiguos tipos de soportes utilizados comúnmente para la grabación y la reproducción de audio. El primer sistema de grabación real fue el fonógrafo de cilindro, inventado por Thomas A. Edison en 1877, 4 mejorado y comercializado a partir de 1888. Originalmente, pensado como un instrumento de oficina para fines de dictado, se hizo popular para grabaciones académicas de lenguaje y música étnica, de la década de 1890 a la de 1950. Los cilindros también fueron utilizados por la industria fonográfica para la música pregrabada. Sin embargo, este formato tuvo menos éxito comercial que el disco de gramófono y, aunque se siguió usando para grabar, las reproducciones con este tipo de soporte desaparecieron del mercado a fines de la década de 1920. Los formatos mecánicos de disco dominaron el mercado de la música pregrabada desde los inicios del siglo xx hasta la década de 1980, cuando fueron reemplazados por el disco compacto.

En la grabación de un soporte mecánico el sonido, que es una función de la variación de la presión del aire, se transforma en movimientos de una aguja de corte y es grabado en una superficie de un medio rotatorio. Esto se realizó originalmente por métodos puramente mecánicos: el sonido era capturado por un cuerno y movía una membrana en el extremo cerrado del cuerno. La membrana estaba unida directamente, o a través de una palanca, a una aguja de corte que grababa el movimiento de la membrana en la superficie de un cilindro de cera rotatorio o a un disco. En la reproducción del sonido se invierte el proceso: una aguja es movida por el surco modulado y acciona una membrana cuyas vibraciones son amplificadas por el cuerno.

A mediados de la década de 1920 este proceso acústico-mecánico fue reemplazado por un sistema electromagnético en el cual el sonido es transformado por un micrófono en una señal eléctrica que mueve una aguja de corte accionada eléctricamente. La reproducción también fue mejorada con tocadiscos de sistemas eléctricos, cuyas señales amplificadas son convertidas en movimientos mecánicos por una membrana, en un altavoz o en audífonos. Recientemente se ha desarrollado un sistema de reproducción de soporte mecánico de tipo óptico, sin contacto, el cual, sin embargo, por diversas razones no ha logrado mayor aceptación. (Para la recuperación de la señal de soportes mecánicos, véase IASA-TC 04, secciones 5.2 y 5.3.)

2.1.1.1 Cilindros. En el caso de los cilindros el surco es cortado en forma helicoidal a lo largo de la superficie. La modulación de la señal del sonido es grabada de manera vertical ("cresta y valle").

⁴ Este primer "fonógrafo de aluminio" de 1877-1878, que grababa al marcar una hoja de papel metálico envuelta temporalmente alrededor de un cilindro, se diferencia normalmente del posterior "fonógrafo de cilindro", que grababa al cortar un surco en un soporte cilíndrico permanente.

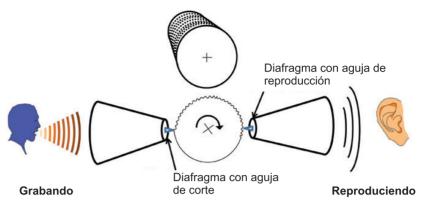


Figura 1: Principio de grabación y reproducción de cilindros.

Existen cilindros instantáneos y por reproducción. La producción de copias del cilindro fue posible mediante un proceso de copiado del máster que permitía realizar un número limitado de cilindros esclavos. Otro proceso fue la producción de réplicas a partir de un negativo galvanoplástico, un tubo de cobre que llevaba el surco "invertido" en la superficie de su lado interno. Estos negativos se utilizaron para hacer moldes de cera o para crear tubos positivos de celuloide (nitrato de celulosa), producidos con vapor a alta presión. El tubo de celuloide era luego estabilizado insertando un núcleo de yeso o de otros materiales.





Figura 2: Cilindros maquilados: de cera (izquierda), de celuloide (centro) y de cera Pathé.

Figura 3: Cilindros de maquila: de cera, afectados por moho (izquierda) y un Edison Concert (derecha).

Las variadas composiciones de cera utilizadas para este tipo de cilindros son bastante estables químicamente si se almacenan de manera adecuada. La cera, sin embargo, es altamente susceptible al crecimiento de hongos y, como muchos cilindros fueron almacenados de modo inadecuado en sus primeros años de vida, la infección por hongos (micosis) se encuentra con frecuencia. Los hongos atacan agresivamente la superficie del cilindro y, al parecer, se enfocan en la cera como fuente primaria de alimentación. Además, el proceso de digestión está relacionado con la secreción de ácidos y enzimas, dañando aún más el material de los cilindros. Su eliminación completa es imposible. Por lo tanto, es de gran importancia la prevención de nuevos crecimientos de hongos. La descomposición química también puede ocurrir bajo las mismas condiciones que estimulan el crecimiento de hongos. Normalmente esto toma la forma de "eflorescencia", que puede confundirse con el moho, pero implica la separación de los materiales constitutivos en la composición del jabón metálico.

La superficie de nitrato de celulosa de los cilindros de celuloide es muy frágil, pero no se ha registrado el deterioro catastrófico como el que ocurre en las películas cinematográficas de

nitrato. Mecánicamente, todos los cilindros de cera y los núcleos de yeso de los cilindros de celuloide son en extremo frágiles.

2.1.1.2 Discos de surco ancho (discos de gramófono). Emile Berliner inventó el gramófono en 1887. El trazo del surco es una espiral en la superficie del disco. Por lo general la modulación de los surcos es lateral, a diferencia del cilindro, cuyo surco es vertical. Solo algunos formatos de disco (Pathé, Edison) tienen surcos de corte vertical. La gran ventaja de la forma del disco, aparte de su facilidad de almacenamiento, es que los negativos galvanoplásticos pueden elaborarse fácilmente y utilizarse para la reproducción por impresión o prensado. Como el número de impresiones es limitado, el primer negativo metálico ("padre") sirve únicamente como un molde maestro para el positivo metálico ("madre"), que se utiliza para producir un número ilimitado de estampadores de metal ("hijos"), que se emplean como herramientas de prensado para la producción de copias. Este método, establecido a inicios del siglo xx, se sigue usando para los discos de microsurco (vinilos) y para la producción de CD, DVD y Blue Ray DVD.

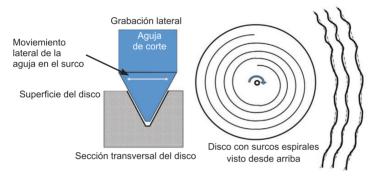


Figura 4: Principio de grabación de discos de surco ancho y microsurco.

2.1.1.2.1 Discos de surco ancho por reproducción. La mayoría de los discos de surco ancho —llamados discos de *shellac* (goma laca)— consisten en una mezcla de polvos minerales unidos entre sí por aglutinantes que originalmente contenían resina de goma laca. Estos materiales, en general, son muy estables químicamente si se mantienen en condiciones bastante secas. Sin embargo, son frágiles, pues cuando se caen, se rompen. Además de los discos de goma laca existieron otros tipos de discos, de diferentes materiales, en cantidades muy pequeñas. Estos fueron con frecuencia de menor estabilidad, como por ejemplo los discos Edison Diamond, que son en extremo susceptibles a la humedad.⁵

2.1.1.2.2 Discos instantáneos. Fueron medios de grabación que tuvieron mucho auge en las estaciones de radio antes de la llegada de la cinta magnética. Estos discos sirvieron para grabar y reproducir señales sin la necesidad de procesos galvanoplásticos y de prensado. Sus superficies son lo suficientemente suaves para permitir el corte del surco, pero lo suficientemente resistentes para permitir cierto número de reproducciones. La mayoría de estos discos son grabaciones únicas. Si bien no son reconocibles por su particular apariencia, casi todos los discos instantáneos pueden identificarse por sus etiquetas escritas a mano o a máquina.

Hay discos homogéneos hechos de un solo material simple como aluminio, zinc, PVC o gelatina, así como discos laminados que están compuestos de un sustrato y una superficie de revestimiento hecha de diferentes materiales y en la cual se realizaba la grabación.

⁵ Para más detalles sobre los primeros discos de surco ancho, consúltese St-Lauren, 1996.

2.1.1.2.2.1 Discos de laca. El tipo de discos instantáneos más difundido es el laminado: el disco de laca o acetato. El revestimiento de laca, que es principalmente de nitrato de celulosa, comúnmente plastificada con aceite de castor o alcanfor, es el que contiene la información. El sustrato que da soporte a la capa de la información del disco, por lo general, es de metal (por ejemplo aluminio o zinc); algunos son de vidrio, cartón o papel.

Los discos de laca pueden ser fácilmente identificables, ya que el material base usualmente se puede ver entre las capas externas de laca, ya sea dentro del agujero central o en el borde del disco (IASA-TC 04,5.2.2.5).

El nitrato de celulosa se descompone constantemente con el paso del tiempo por las reacciones que en él provocan el vapor de agua y el oxígeno. Este proceso produce ácidos que actúan como catalizador en estas reacciones de hidrólisis. Los niveles altos de temperatura y humedad acelerarán aún más estas reacciones. La degradación gradual, aunada a la pérdida de los plastificantes, ocasiona que el recubrimiento de laca se vuelva cada vez más quebradizo y que se vaya encogiendo. Como la laca está unida a un sustrato que no se puede encoger, las tensiones internas dan como resultado el agrietamiento y el desprendimiento de la capa de laca, favoreciendo la pérdida de la capa que contiene el sonido. La inestabilidad mecánica de las bases de cartón o papel a menudo da como resultado superficies irregulares o agrietadas, en tanto que la fragilidad de las bases de vidrio a menudo resulta en discos rotos.



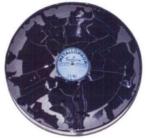




Figura 5: Disco de laca con base metálica en proceso de deterioro, 1990-2001.

Figura 6: Disco de laca con base de cartón en proceso de deterioro (Stig-Lennard Molneryd).

Las tensiones mecánicas son difíciles de detectar. Por tanto, los discos de laca no deben exponerse a tensiones mecánicas o térmicas. Como su esperanza de vida es impredecible, las grabaciones en estos discos deben, inmediatamente, transferirse a archivos digitales antes de que se pierdan.

- **2.1.1.2.2.2 Otros discos instantáneos.** Adicionalmente a los discos de laca, todos los demás discos instantáneos, independientemente de su composición particular, deben considerarse en situación de alto riesgo.
- **2.1.1.3 Discos de microsurco (LP, vinilos).** De finales de la década de 1940 en adelante se adoptó un nuevo material para la fabricación de discos impresos: un copolímero de cloruro de polivinilo (PVC) y de acetato de polivinilo (PVA) fue introducido para dos nuevos formatos diferentes. La compañía disquera RCA lanzó un disco de siete pulgadas (17 cm) de 45 rpm de tres minutos por lado; en cuanto a su duración, fue una continuación del antiguo formato del disco de goma laca. Columbia inició el LP de diez pulgadas (25 cm), alargándolo después a doce pulgadas (30 cm), y los dos corren a 33 1/3 rpm. Sus tiempos de reproducción son de 15 y 25 minutos por lado, respectivamente. Este nuevo material, con su estructura casi amorfa, permitió

una representación mecánica de la señal con una calidad mucho más fina, lo que hizo surcos más estrechos, velocidades más bajas y, por lo tanto, hizo posible tiempos de reproducción más largos. La estructura amorfa del plástico también produjo menos ruido en la superficie en comparación con los discos de goma laca.

El copolímero PVC/PVA, coloquialmente llamado "vinilo", es químicamente muy estable. Con excepción de unos pocos de los primeros discos, un disco de vinilo está en buenas condiciones químicas. El material es comparativamente suave y, por lo tanto, vulnerable al daño por ralladura o abrasión.

Cuando surgieron los discos de microsurco se fabricó un pequeño número de estos mediante moldeado por inyección, usando estireno. Estos discos pueden ser identificados por su ligereza y por su superficie relativamente opaca, a diferencia de la superficie brillante de los vinilos. En cuanto a la reproducción, tienen un nivel más alto de silbido (siseo) en la superficie que los discos de vinilo. No se han observado problemas respecto a la estabilidad sistémica en este tipo de LP.

2.1.2 Deterioro por reproducción

2.1.2.1 Friabilidad general. En todos los formatos mecánicos la reproducción deteriora la forma del surco, hasta cierto punto. En específico, los cilindros y los discos de surco ancho reproducidos en equipo histórico con frecuencia se han dañado por la alta inercia y las fuerzas excesivas de exploración o rastreo de la señal de los viejos mecanismos de lectura. Adicionalmente, las formas de las agujas y los materiales inapropiados, así como el funcionamiento deficiente del equipo, aumentan el daño en el surco. Los discos de microsurco también se deterioran cuando se reproducen en equipo desalineado y/o de baja calidad. Como resultado, la mayoría de los discos mecánicos preservados no conservan la forma original del surco ni la calidad original del sonido. Sin embargo, un equipo cuidadosamente elegido y ajustado, aunado a la manipulación de un experto, permite la reproducción de todos los soportes mecánicos sin mayor perjuicio. 6

Los cilindros, los primeros discos de goma laca y todos los discos instantáneos deben ser manejados por especialistas con experiencia. Los contenidos de los discos de goma laca de 1930 en adelante y de los discos de microsurco pueden ser transferidos a plataformas digitales por personal calificado con un entrenamiento especial.

- **2.1.2.2** Alineación y mantenimiento del equipo. Los brazos del fonocaptor de vástago de los reproductores de discos necesitan una alineación cuidadosa con los siguientes parámetros:
- Longitud efectiva para minimizar el error (inevitable) del ángulo tangencial de rastreo o exploración (tracking). Error (TTA).
- Ajuste correcto de la fuerza de rastreo (presión de la aguja).
- Compensación adecuada de deslizamiento o patinado (antideslizamiento, anti-skating).
- Ajuste correcto de la altura del brazo del fonocaptor (paralelo al disco durante la reproducción), lo que asegura el ángulo vertical de rastreo (véase IASA-TC 04, 5.2.4, 5.3.4).

Para los brazos del fonocaptor tangenciales la alineación está restringida a la posición de la aguja y a la fuerza de rastreo.

⁶ Incluso los cilindros de cera no se deteriorarán si son reproducidos pocas veces por expertos que utilicen equipos modernos y agujas bien seleccionadas.

La reproducción óptica de soportes mecánicos ha sido explorada por ingenieros durante décadas. Sin embargo, uno de los principales argumentos a favor –evitar el deterioro de los surcos por reproducción mecánica– solo tiene valor teórico. Para la reproducción óptica y su potencial véase IASA-TC 04, 5.2.4.14

El mantenimiento comprende:

- · Limpieza cuidadosa y frecuente de la aguja.
- Limpieza ocasional del plato y la banda de transmisión.
- Brazo del fonocaptor: limpieza ocasional de los carriles guía.
- Soportes del plato: lubricación ocasional con aceite de baja viscosidad libre de ácido.

Para limpiar componentes de goma y de plástico únicamente debe usarse agua destilada con un poco de detergente suave.

Las máquinas reproductoras de cilindros modernas deben ser alineadas y mantenidas en estricta conformidad a las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

Es un imperativo llevar y cuidar los cuadernos o bitácoras de trabajo para cada pieza del equipo y cuidar la documentación de todos los trabajos de alineación y mantenimiento.

- **2.1.3** Estrategias de acceso a colecciones de soportes mecánicos. Debido a la susceptibilidad de deterioro por reproducción, las estrategias van encaminadas a restringir la reproducción de los soportes mecánicos al mínimo absoluto. Antes de la era digital las colecciones de las radiodifusoras y de las bibliotecas nacionales tenían al menos dos copias de los discos reproducidos masivamente: una de acceso y una "intocable" para la preservación. Las grabaciones únicas en cilindro o discos instantáneos fueron transferidas a cinta magnética, de la que se poseían al menos dos copias nuevamente, una de acceso y otra para preservación. Dichas estrategias deben seguirse hasta que su preservación a largo plazo, a través de la digitalización, pueda completarse (IASA-TC 04). La solicitud de acceso a colecciones que no se han digitalizado en su totalidad funciona como un detonador para priorizar su digitalización.
- **2.2 Soportes magnéticos.** La grabación magnética se inventó en el siglo XIX. Los dispositivos de grabación que empleaban alambre de acero o cinta de acero se utilizaron en menor medida junto con el cilindro y el gramófono. Esta tecnología llegó a ser muy usada en una mayor escala con el desarrollo de la cinta magnética en su forma moderna, en la década de 1930.
 - **2.2.1 Principio de grabación.** Un soporte magnético se mueve a través de una cabeza de grabación electromagnética. La cabeza produce un campo magnético que varía según la señal que recibe del dispositivo de grabación. Esta información magnética es "congelada" dentro del soporte magnético a medida que pasa por la cabeza. Las señales grabadas pueden recuperarse corriendo la cinta a través de una cabeza de reproducción o lectura (muchas veces idéntica a la cabeza de grabación), que recoge el campo magnético y lo convierte de vuelta en una señal eléctrica. En las grabadoras analógicas de audio la cabeza es estacionaria. Las señales analógicas de video, así como las señales de audio y de video digital, requieren un ancho de banda mayor que la señal analógica de audio. Esto se logra al aumentar considerablemente la velocidad de grabación. Este incremento en la velocidad no se logra solamente por un movimiento más rápido, pues la cantidad de cinta que se necesitaría sería excesiva. El problema, generalmente, se resuelve con una cabeza rotatoria que escribe a través del ancho de la cinta a alta velocidad, mientras que la velocidad lineal de la cinta es mucho menor.

Es fundamental entender que, con el fin de recuperar óptimamente la señal de una cinta, es esencial un estrecho contacto entre la cinta y la cabeza, razón por la que es importante mantener limpias las cintas y las máquinas, así como las áreas de almacenamiento y manejo (véanse 3.5.1 y la figura 25).

Para las especificaciones de grabación en disco duro, véase 2.2.2.

Mediante el uso del efecto Kerr la información magnética también puede leerse ópticamente. Este principio se emplea con soportes óptico-magnéticos (2.3.1.4). También es empleado en el proceso de recuperación de cintas de respaldo en computadoras de alta densidad. Este principio no se ha desarrollado más allá del nivel experimental en lo que se refiere a la lectura de cintas de audio grabadas de modo convencional.

2.2.1.1. Cintas magnéticas. La grabación de cinta magnética, en su forma actual, fue desarrollada en la década de 1930 por AEG Telefunken y fue introducida para su uso profesional en 1936. Fue ampliamente usada en la radio alemana. Sin embargo, a causa de la Segunda Guerra Mundial su uso se restringió a Alemania. Después de la guerra llegó a Estados Unidos, desde donde se extendió a todo el mundo. A finales de la década de 1940 e inicios de la de 1950 el uso de esta tecnología de grabación se concentró principalmente en las industrias de comunicación y de grabación. No obstante, a partir de la década de 1950 se desarrollaron las grabadoras domésticas de audio, las cuales operaban a velocidades más lentas y empleaban formatos de un medio y un cuarto de pista para reducir los costos de la cinta magnética. Sin embargo, esto fue a expensas de la calidad de grabación. También durante la década de 1950 el equipo portátil de grabación transistorizado estuvo disponible, haciendo posible la grabación de sonido en cualquier lugar del mundo. Esto llevó a una crecimiento acelerado de colecciones de grabaciones de sonido, particularmente en los campos de la documentación cultural, lingüística, antropológica y etnomusicológica. En la década de 1960 se desarrollaron los formatos de casete. De estos, el casete compacto pronto llegó a ser el formato predominante en el mercado y aún sigue vigente.

Además de la cinta magnética, las grabadoras de alambre magnético se elaboraron en Estados Unidos en la década de 1940. Estas también fueron muy populares en Europa en las décadas de 1950 y 1960.

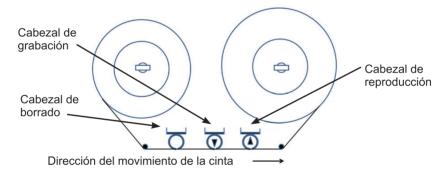


Figura 7: Principio de grabación de una cinta magnética de audio. En esta grabación lineal la velocidad de escritura es igual a la velocidad de la cinta.

Después de varios experimentos, la grabación digital de audio en cinta magnética se introdujo en la década de 1980. Todos estos antiguos formatos profesionales y semiprofesionales son ahora obsoletos. En 1987, la R-DAT (cinta de audio digital de cabeza rotatoria), un formato de casete de grabación digital, se comercializó y adquirió cierta popularidad en los círculos profesionales y semiprofesionales. Sin embargo, desde alrededor de 2005 también se volvió obsoleto. Ahora todos los formatos de cinta magnética están prácticamente en desuso. La grabación de audio, la posproducción y el almacenamiento han llegado a formar parte del mundo IT (tecnología informática) con sus formatos y soportes específicos.

A partir de 1956 la cinta magnética también fue usada para la grabación de video. Varios formatos profesionales de carrete a carrete se desarrollaron y se utilizaron hasta finales de los años se-

tenta. A estos les siguieron formatos profesionales de casete analógico y digital. Para grabaciones domésticas, los primeros formatos de carrete abierto estuvieron disponibles alrededor de 1970, y hacia 1980 se convirtieron en opción de uso común. De estos, el formato VHS sobrevivió hasta hace poco. Para las pequeñas cámaras de video portátiles (handy cams), un sistema de casete de 8 mm se hizo popular (Video8, VideoHi8), que siguió vigente hasta principios de la década de 2000. Los formatos domésticos digitales se introdujeron en 1996. El formato Mini DV predominó en las cámaras de mano portátiles en los inicios de la primera década del 2000, pero también se hizo obsoleto, y fue reemplazado por sistemas de grabación óptica, disco duro y estado sólido ("memoria flash"). El mismo desarrollo para los últimos formatos profesionales de cinta de video sigue en curso.

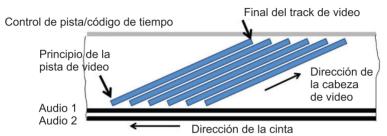


Figura 8: Principio de grabación magnética de video. Los altos anchos de banda de las señales de video requieren elevadas velocidades de grabación, que son alcanzadas con una cabeza rotatoria que escribe pistas angostas de video a través de una cinta que se mueve a una velocidad lineal mucho más lenta. El principio de grabación de escaneo helicoidal también se emplea para formatos de video digital y R-DAT.

Por consiguiente, el video se ha desarrollado de forma similar al audio. Los formatos específicos de video patentados están siendo reemplazados por formatos de archivo de datos. La grabación, la posproducción y el almacenamiento, así como el audio, han llegado a formar parte del mundo IT.

Algunos formatos de casete de video han sido utilizados solo con el propósito de grabar audio (IASA-TC 04, 5.5.7).

Más allá de los formatos específicos de audio y de video, los magnéticos son los formatos de almacenamiento más importantes en el mundo IT. La cinta magnética representa un papel relevante como medio de respaldo para computadoras, y las unidades de disco duro (HDD) han tenido un crecimiento tremendo en aplicaciones tanto profesionales como caseras. Ambos tipos de soportes se han convertido en eje central para el resguardo profesional de audio y de video. Aunque esta publicación se centra en las cintas de audio y de video tradicionales, los principios básicos que se describen son válidos también para los medios informáticos magnéticos.

2.2.1.1.1 Componentes de la cinta magnética y su estabilidad. La cinta magnética está compuesta por dos capas principales: la película de base y la capa magnética. Además, muchas cintas tienen un revestimiento en la parte posterior para mejorar las propiedades de rebobinado y reducir las cargas electrostáticas.

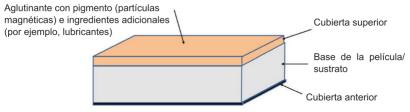


Figura 9: Capas de la cinta magnética.

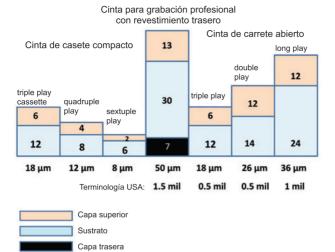


Figura 10: Secciones transversales de diversas cintas magnéticas de audio. El revestimiento trasero puede encontrarse también en cintas LP y DP (Friedrich Engel).

2.2.1.1.1.1 Materiales con soporte de película. Conforme se fueron desarrollando las cintas magnéticas se utilizaron los siguientes materiales: papel, acetato de celulosa (AC), cloruro de polivinilo (PVC), poliéster (tereftalato de polietileno, PET o PE), así como naftalato de polietileno (PEN).

El acetato de celulosa se usó desde mediados de la década de 1930 hasta que se desvaneció a principios de la década de 1970. Estas cintas pueden identificarse sosteniendo el rollo de cinta a contraluz, pues con raras excepciones es translúcido.

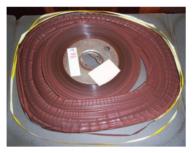
Hay dos procesos de deterioro en las cintas de acetato: uno es el de la hidrólisis, muy investigado en la preservación de películas cinematográficas y ampliamente conocido como el "síndrome del vinagre" (véase 3.1.1). El otro proceso de deterioro es la pérdida de los plastificantes: las cintas afectadas se tornan quebradizas.

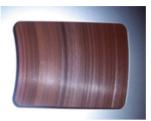
Las cintas de audio de acetato, en general, son menos afectadas por estos procesos de deterioro que las películas cinematográficas de acetato. Específicamente, el síndrome del vinagre es hasta cierto punto un problema crítico masivo, que es menos efectivo en las cintas de audio. Aunque la hidrólisis está claramente relacionada con altos niveles de humedad relativa, lo que exige un almacenamiento con baja humedad, estudios anteriores ya publicados (por ejemplo: FIAF, 1.3, 11.2.4, 11.2.11.3) han recomendado niveles medios de humedad relativa para prevenir la pérdida de plastificantes. Esto no ha sido confirmado por estudios más recientes.

Las cintas de audio de acetato también sufren diversas deformaciones geométricas. Ya que un contacto directo entre la cinta y la cabeza es un requerimiento básico para la extracción óptima de una señal, tales deformaciones impiden que el contacto requerido pueda lograrse. Una mayor tensión de la cinta para generar el contacto con la cabeza no es conveniente, pues las cintas se rompen debido a su fragilidad.⁷

⁷ Sin embargo, varios autores han reportado que la reproducción de cintas quebradizas puede mejorarse si se almacenan un tiempo en condiciones de humedad alta: el vapor restituye por un tiempo la plasticidad perdida. Recientemente se han desarrollado procesos para reproducir cintas quebradizas al refrescar la elasticidad de manera permanente mediante la sustitución de un plastificante (Academia Austriaca de las Ciencias, 2012; Wallaszkovits et al., 2014).

Cabe destacar que los casos severos de ambos tipos de deterioro –hidrólisis y fragilidad–ocurren principalmente en las cintas de fabricación alemana de inicios de la década de 1940, y de modo más generalizado en las cintas de Alemania del Este y de la Unión Soviética que se produjeron en la década de 1960.





Figuras II y 12: Típica cinta de acetato, quebradiza, antes y después de ser reacondicionada (rebobinada en un carrete): el rollo deforme de cinta puede rescatarse con la ayuda de un Wickelretter (véanse 3.4.2.1 y la figura 24).

Muchas otras cintas de acetato también están afectadas. Sin embargo, es importante señalar que las cintas de acetato de otras fuentes de producción se encuentran en buenas condiciones, flexibles y reproducibles.

Un efecto colateral –y una ventaja– de las cintas de acetato es que se rompen sin estirarse (a diferencia del PET, véase abajo). Generalmente esto permite empalmar las cintas rotas sin que se pierda la señal grabada.

Las cintas de PVC fueron producidas principalmente en Alemania entre 1944 y 1972, y hasta ahora no han sufrido ningún deterioro químico sistemático. Este tipo de cintas no han experimentado pérdida de plastificante y han conservado su flexibilidad. Sin embargo, debido a su conducta electrostática sus propiedades de rebobinado no son óptimas.

Como prácticamente todas las cintas de PVC se produjeron en Alemania, la identificación de cintas profesionales es sencilla por su marca en el reverso. Las cintas de consumo pueden identificarse por la marca en los tramos guía o cinta líder, si es que estos tramos han sobrevivido. En las cintas de PVC es significativa su dúctil plasticidad, lo que es una gran ventaja si se comparan con las cintas de acetato de similar antigüedad.

Además de los experimentos iniciales de grabación magnética en Alemania en la década de 1930, y su uso ocasional después de la Segunda Guerra Mundial, solo muy pocas cintas con soporte de papel se manufacturaron a finales de la década de 1940 en Estados Unidos.

El PET ha remplazado gradualmente a las cintas de acetato y PVC a partir de finales de 1950. Desde entonces se ha utilizado para todo tipo de cintas magnéticas. Mecánicamente es bastante resistente y hasta ahora no se ha observado deterioro químico sistemático en las cintas en soporte PET.8 No obstante, a diferencia de la cinta de acetato, el PET se estira antes de romperse, lo que ocasiona cintas y señales irrecuperables. Esto exige equipos de reproducción de alta precisión y un rebobinado preciso, particularmente cuando la cinta que se va a reproducir es delgada.

Los espesores de los soportes de la película plástica varían entre las 30 micras para la cinta de

⁸ En la década de 1990 se discutió un escenario teórico, mismo que quedó interrumpido y no se materializó en la práctica.

reproducción de audio estándar, y hasta las 6 micras para las cintas delgadas de casete de audio y de video. Los soportes más delgados de acetato y PVC producidos son cintas de carrete abierto DP (15 micras de espesor), mientras que es posible fabricar soportes más delgados con PET y PEN. El PEN se usa para cintas delgadas de video digital y cintas de computadora para respaldos informáticos.

Con el fin de obtener una unión estable en las capas de pigmento, así como en el revestimiento en la parte posterior, los soportes de película se cubren con capas delgadas (fracciones de micra) de imprimación o *primer* que aplica el fabricante, o que se incorpora durante la aplicación misma de la capa magnética.

2.2.1.1.1.2 Pigmentos magnéticos. El primer pigmento magnético usado en la década de 1930 fue el hierro carbonilo. Sin embargo, este fue pronto remplazado por un óxido férrico (γFe₂O₂), que ha sido usado en todas las cintas magnéticas de audio de carrete abierto, en casetes compactos de tipo IEC I, y en el primer formato de video (cuádruplex de 2 pulgadas). El yFe₂O₂, es café rojizo y químicamente estable. Debido al tamaño de sus magnetos básicos tenía una capacidad limitada para grabar la alta densidad de información requerida, reduciendo las velocidades de grabación y el ancho de las cintas. Para poder desarrollar cintas más pequeñas capaces de manejar el ancho de banda de las señales de video se empleó, desde inicios de la década de 1970, el bióxido de cromo (CrO₃). Esto permitió mayor densidad de información, velocidades de grabación más bajas y cintas más delgadas. El bióxido de cromo y sus sustitutos (óxido férrico ferroso Fe,O, con impurezas de cobalto) son de color gris oscuro y se han utilizado principalmente en la grabación de video analógico y casetes compactos tipo IEC II. Hasta ahora no se ha observado inestabilidad química. Desde mediados de la década de 1970 se produjeron los casetes de doble capa: una capa de óxido de fierro se cubría con una capa delgada de CrO₂ (bióxido de cromo). Estandarizadas como tipo IEC III, estas cintas de casetes mejoraron los índices de la relación señal-ruido (S/N).

El pigmento magnético más reciente está hecho de partículas de hierro puro (MP). Es utilizado para formatos digitales de video, R-DAT y casetes compactos tipo IEC IV. Debido a su natura-leza química es potencialmente propenso a la oxidación. Después de algunos problemas con las primeras cintas de este tipo se desarrollaron métodos que han prevenido, hasta ahora, una oxidación generalizada. Sin embargo, a mediano y largo plazo, las cintas MP, así como las cintas ME (cintas con una capa magnética producida por evaporación al alto vacío) deben considerarse como soportes en situación de alto riesgo. Las cintas MP tienen un color similar a las cintas de cromo, pero con una reflectividad "metálica" en sus superficies.

2.2.1.1.1.2.1 Estabilidad de la información magnética. Un factor en la estabilidad de la información magnética es la coercitividad⁹ del material magnético. En el curso de su desarrollo se han empleado pigmentos magnéticos cada vez con mayor coercitividad. La coercitividad del carbonilo de hierro es de 150 Oersted (Oe) aproximadamente; las cintas regulares de $\gamma \text{Fe}_2 \text{O}_3$ están entre los 300 y los 400 Oe; las cintas de CrO $_2$ están normalmente entre los 600 y 700 Oe; y las cintas MP y ME llegan a los 1500 Oe. Para las cintas de grabación de datos la coercitividad puede estar por encima de los 2500 Oe. 10

⁹ La coercitividad es la propiedad de un pigmento magnético dado para resistir a cambios de orientación magnética o reorientación ("borrado"). Se define por el nivel de campo magnético que se necesita para la (re)orientación, que se expresa en Oersted (Oe) (Oersted es la unidad de la intensidad de campo magnético en el sistema cegesimal, y recibe su nombre del físico danés Hans Christian Ørsted). Entre más alta la coercitividad, más alta la resistencia de la información magnética a la reorientación (o borrado) por campos magnéticos externos.

¹⁰ En la grabación de audio analógico estos diferentes valores de coercitividad han sido la principal razón para la necesidad de ajustar la polarización en cada tipo de cinta.

Además de campos externos, las temperaturas más allá del punto Curie (véase 3.2.1.5) y la acción magnetostrictiva pueden desestabilizar la orientación magnética.

La magnetostricción es la desorientación de la alineación magnética por impactos mecánicos. Excepto para las primeras cintas de Fe_3O_4 , este efecto es insignificante. La magnetostricción se utiliza positivamente para borrar señales de ruido producidas por transferencia por contacto de una capa a otra de la cinta magnética [N. del T, a este deterioro se le llama *print-through*] (IASA-TC 04, 5.4.13).

Contrariamente a los temores generalizados, la información magnética no desaparece con el tiempo. Las cintas magnéticas mantendrán sus propiedades por largos periodos si están correctamente producidas, almacenadas y manejadas.

2.2.1.1.1.3 Aglutinantes de pigmentos. Los pigmentos magnéticos son polvos que necesitan unirse entre sí y en la cinta. En la producción inicial de cintas se utilizó el acetato de celulosa, seguido por copolímeros de poliuretanos. Los aglutinantes antiguos del acetato son la causa de la efusión seca del pigmento (*dry pigment shedding*) por lo tanto de su pérdida, y son considerados un riesgo, como lo son, en general, las cintas de acetato. La mayoría de las cintas de fines de las décadas de 1950 y 1960 no han mostrado problemas serios de deterioro en sus aglutinantes.

Sin embargo, las cintas de las décadas de 1970 y 1980 sufren frecuentemente de inestabilidad en las capas de pigmentos. Esto se manifiesta como una efusión de la capa de pigmento, formando un depósito pegajoso generalmente conocido como síndrome de derrame pegajoso o sticky shed syndrome (2.2.1.1.2).

- **2.2.1.1.1.4 Lubricantes.** Los revestimientos magnéticos también contienen lubricantes, comúnmente ácidos grasos y ésteres, para minimizar la fricción entre la cinta y las cabezas. El revestimiento actúa como una esponja que libera el lubricante a través de poros. La cantidad de lubricante es mayor para video que para audio debido a las velocidades más altas de grabación y lectura. Los poros y, por consiguiente, una liberación adecuada del lubricante son determinados por el proceso de satinado durante la manufactura. Algunos lubricantes tienden a exudar y cristalizarse en la superficie de la cinta, particularmente el ácido esteárico, a temperaturas menores a 8°C. Esto ocasiona que se atasquen las cabezas de reproducción. El lubricante excedente puede ser removido mecánicamente con la ayuda de temperaturas elevadas. La relubricación mencionada en varios sitios web y en publicaciones debe tomarse con precaución, ya que es imposible dosificar la aplicación de los lubricantes en las cantidades mínimas que realmente se requieren. Los excedentes de lubricante son difíciles de retirar de las guías de la cinta, de las cabezas y del cabestrante, y pueden interactuar posteriormente con otras cintas que se reproduzcan en esos equipos (Schüller, 2014).
- **2.2.1.1.1.5** Revestimiento en el reverso. Se originó en Alemania con el fin de mejorar el manejo seguro de las cintas con rebordes en los estudios de radio. El revestimiento en el reverso garantiza un rollo en el que la cinta quede ajustada y segura, sin riesgo de que se desenrolle. A partir de la década de 1970 este revestimiento llegó a ser ampliamente aplicado en las cintas de audio y de video. Por lo general, las propiedades de rebobinado aumentan por la aspereza de la cinta delgada y mediante la adición de carbono negro, y este, también, mejora la conductividad y elimina cargas electrostáticas.
- **2.2.1.1.2** El llamado síndrome de cinta pegajosa o sticky shed sindrome (SSS). A partir de mediados de la década de 1970 con frecuencia se han observado cintas pegajosas y desprendimientos de pigmento. Estas cintas a menudo rechinan durante la reproducción debido

a la fricción del pigmento pegajoso y las partículas de aglutinante depositadas en los rodillos guías de reproductores y en las cabezas de audio y de video. Esto obstruye la cabeza y conduce a una pérdida significativa de las altas frecuencias (audio), o a un completo desajuste de la señal (video).

La explicación más frecuente de estos problemas ha sido la hidrólisis de los aglutinantes del pigmento. Ya que este tipo de hidrólisis es reversible hasta cierto punto, las cintas por lo general pueden reacondicionarse para su reproducción exponiéndolas a baja humedad y a temperaturas elevadas (o a una combinación de las dos; véanse los detalles en IASA-TC 04, 5.4.3.4).

Sin embargo, investigaciones recientes¹¹ revelan que hay otras posibles razones que explican el estado pegajoso de las cintas: exudación del *primer*, excedentes dispersos de agentes de descomposición, exudación del lubricante y, finalmente, dispersión desigual del endurecedor. A excepción de este último, que es irreparable, se puede usar un tratamiento similar al de la hidrólisis del aglutinante: temperatura elevada¹² a la par de una limpieza mecánica. Esto ayudará a que las cintas sean reproducibles el tiempo suficiente para transferir su contenido.

2.2.1.1.3 Proceso de producción e integridad individual de una cinta determinada como factores de estabilidad. En tanto que la composición química es una base indispensable, el proceso de producción se considera incluso de mayor importancia para la estabilidad de la cinta: la velocidad en la aplicación del revestimiento, la dispersión apropiada de los componentes, la temperatura y la presión del proceso de satinado son solo algunos de los factores que determinan la estabilidad de las capas de pigmento. Esto puede llevar a un rendimiento diferente de los lotes del mismo tipo de cinta y, a veces, incluso de cintas de un mismo lote.



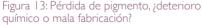




Figura 14: Un caso raro de pérdida total de pigmento. Lo más probable es que se trate de un problema de producción.

Adicionalmente, la integridad física de la superficie de la cinta representa un papel importante. Un equipo de reproducción con un mal mantenimiento puede rayar la superficie de la cinta y facilitar, a través de esas abrasiones, la entrada de agentes desestabilizadores, como la humedad.

Por ello, los análisis químicos tienen un valor limitado para evaluar la calidad y predecir la esperanza de vida de la cinta. Más aún, como la composición y la producción de cintas varían mucho,

¹¹ Schüller, 2014.

¹² Las temperaturas empleadas en dichos procesos han variado entre los 60°C (solo para audio) y los 40°C. Puesto que las altas temperaturas pueden deformar mecánicamente las cintas, lo cual es grave en especial para las cintas de video, y puesto que puede incidir negativamente en la vida futura de las cintas, actualmente se sugiere utilizar la temperatura más baja posible que sea efectiva.

las recomendaciones y los resultados de una investigación válidos para un tipo de cintas, o incluso solo para un lote, no necesariamente pueden ser extrapolados a otras, y mucho menos a todas las cintas. Por lo tanto, deben tomarse con reserva las declaraciones y recomendaciones hechas por publicaciones basadas en un número limitado de muestras de cintas comunes que ni siquiera hayan sido identificadas (Schüller, 2014).

2.2.1.1.4 Deterioro por reproducción. A diferencia de los soportes mecánicos, las cintas magnéticas modernas bien preservadas pueden reproducirse cientos de veces sin pérdida de calidad mensurable. Sin embargo, una condición para el correcto manejo de los soportes es contar con un equipo de reproducción de última generación bien conservado. Las máquinas viejas o mal conservadas pueden dañar las cintas severamente y hasta destruirlas durante la reproducción.

2.2.1.1.4.1 Alineación y mantenimiento del equipo (solo de reproducción). Los reproductores de cintas magnéticas necesitan una alineación cuidadosa de conformidad con los siguientes parámetros:

- Posición vertical, azimut, ángulo envolvente de la cabeza de reproducción (siempre que se tenga que hacer un cambio en el ajuste de la cabeza de grabación para compensar errores de esta para una grabación dada); es imperativo que las cabezas se realineen para ajustarse a los niveles correctos inmediatamente después de que se haya llevado a cabo la reproducción.
- Posición vertical de los rodillos guías de la cinta para asegurar su recorrido horizontal y para evitar la posición asimétrica de los rollos de las cintas en los carretes y otros bujes abiertos.
- Calibración de la tensión de la cinta en los modos de reproducción y embobinado, particularmente si se van a reproducir cintas de acetato de celulosa quebradizas o delgadas (uso doméstico o amateur).
- Alineación del amplificador de reproducción de acuerdo con el estándar de velocidad y ecualización (la alineación depende de la cabeza de grabación; por ello, al cambiar la cabeza para diferentes formatos de pistas se requerirá una realineación del amplificador o el uso de un amplificador adaptable a diferentes ajustes).

El mantenimiento comprende:

- La limpieza de las cabezas y de la trayectoria de la cinta. La frecuencia de la limpieza depende de lo abrasivo de las cintas en uso. Todas las superficies de trayectoria de la cinta deben mantenerse en perfectas condiciones para evitar cualquier ralladura de la superficie (2.2.1.1.3), así como para evitar fluctuaciones de velocidad irregulares y garantizar un contacto liso/parejo de la cabeza con la cinta.
- Desmagnetizar con frecuencia (diariamente) las cabezas y los rodillos guías (3.7.2.1.1).
- La revisión completa de la alineación y recalibración cada 50 a 100 horas de reproducción.

Es imperativo llevar una bitácora de cada uno de los equipos y una documentación cuidadosa de todas las tareas de alineaciones y los trabajos de mantenimiento (IASA-TC 04, 5.4).

2.2.1.1.5 Estrategia de acceso a colecciones de cintas magnéticas. Aun cuando, en contraste con los soportes mecánicos, las cintas magnéticas pueden reproducirse cientos de veces sin un deterioro mensurable de la grabación siempre y cuando se use un equipo moderno y bien conservado, hay un riesgo estadístico de que se dañen las cintas por un mal funcionamiento imprevisto del equipo de reproducción. En particular las cintas delgadas de carrete abierto (LP, DP y TP) y todos los formatos de casete son propensos a tales amenazas, raras pero impredecibles. En la era analógica esto ha llevado a la estrategia de copiar cintas originales vulnerables a cintas de estudio de audio de mayor resistencia, y hacer copias de grabaciones de frecuente demanda para

ser escuchadas. Ya sea que se disponga de sistemas de almacenamiento digital o no, esta estrategia todavía es válida en la era digital, ya que la mayoría de las grabaciones originales de audio y de video son extremadamente vulnerables. Los CD y DVD han probado ser los medios ideales para copias de acceso, mas no para másters o copias de preservación. Con las colecciones de soportes mecánicos la demanda para su acceso es un indicativo para priorizar su digitalización.

2.2.2 Unidades de disco duro (HDD). Desde mediados de la década de 1950 los discos duros (hoy comúnmente llamados unidades de disco duro o HDD) se han desarrollado como dispositivos de almacenamiento informático. El prototipo de los discos duros actuales fue la unidad de disco Winchester, elaborado en 1973. Desde mediados de la década de 1980 el desarrollo técnico ha llevado a un incremento constante de capacidades a precios cada vez menores, lo que ha hecho de los HDD el medio principal de almacenamiento para computadoras personales y, en particular, para sistemas de almacenamiento masivo. Este desarrollo también ha hecho que disminuya el uso de discos ópticos grabables como dispositivos de almacenamiento, luego de haber sido populares para guardar contenidos audiovisuales a finales de la década de 1990 y principios de la década del 2000.

2.2.2.1 Principio de grabación y componentes. Las unidades de disco duro consisten en una o más unidades internas de discos rotatorios, normalmente hechos de aluminio, vidrio o cerámica, cubiertos con una capa ferromagnética delgada (10-20 nm) y montados en un perno. Cuando están funcionando, los discos actuales giran a velocidades de entre 4,200 y 15,000 rpm. Una cabeza magnética —por lo general una sola, aunque a veces varias— para cada unidad interna escribe y lee la información de y desde la capa magnética.

La cabeza está montada en un motor impulsado por un *brazo activador* que permite el rápido acceso a cualquier parte del disco. Para hacer posible la mayor proximidad al disco, evitando dañar la capa magnética, la cabeza está diseñada en una forma aerodinámica que le permite deslizarse en un colchón de aire o de gas que lo mantiene alejado de la superficie. La cabeza "vuela" a una distancia de fracciones de nanómetro (apenas a unas moléculas de gas de distancia de profundidad) de la superficie del disco para poder leer las señales de onda corta. Esta distancia espacial es importante para evitar choques fatales de la cabeza causados por su contacto con la superficie del disco. Por ello, los HDD no deben exponerse a impactos mecánicos mientras están funcionando.

Hasta hace poco la grabación longitudinal era estándar, comparada con la grabación convencional en cinta magnética. Desde 2005 se ha introducido la grabación perpendicular, la cual permite mayor densidad de datos, de tres veces o más que la grabación longitudinal convencional.

Mientras que originalmente rotaban en el aire, las unidades internas de los discos modernos ahora están embebidas en una atmósfera de gas helio. El disco está sellado, lo que lo protege, hasta cierto punto, de cualquier entrada de partículas de polvo. La temperatura es, asimismo, un factor crítico: los fabricantes indican una temperatura máxima de 40-55°C para que el disco funcione de manera segura.

- **2.2.2.2 Tamaños de los discos.** Actualmente los principales tamaños de las unidades de disco duro son de 3.5 y 2.5 pulgadas. Los discos más pequeños, desarrollados para computadoras portátiles, son de menor tamaño y están desapareciendo, si no es que ya son obsoletos, y están siendo reemplazados por memorias en estado sólido.
- **2.2.2.3 Esperanza de vida.** La esperanza de vida (LE) [por sus siglas en inglés] de las unidades de disco duro se remite con frecuencia al "Tiempo promedio hasta que falle" (MTBF o MTTF), que para un producto común es de 1 a 1.5 millones de horas. Sin embargo, estas cifras provienen de pruebas de laboratorio y no son significativas respecto a la LE de un medio de-

terminado. Las medidas de fallas más realistas son los índices de error anualizados (AFR), que indican la *probabilidad* de falla de un disco en relación con su antigüedad expresada como el porcentaje de falla de este entre un gran número de discos. Los valores normales estimados están por debajo de 10% para los primeros cinco años. De cualquier manera, ninguno de estos valores permite una predicción significativa de la esperanza de vida real de un disco en particular. Sin embargo, los indicadores más altos relacionados con futuros y posibles errores de funcionamiento son las alertas de falla inteligentes, si estas se monitorean de manera adecuada.

La vida comercial práctica de un disco duro en un servidor, específicamente su rendimiento económico, es un factor esencial. Normalmente, los discos duros se mantienen en operación entre tres y siete años.

Los debates sobre la vida útil de los HDD por largos periodos (varias décadas) no han conducido a resultados concluyentes.

Resumiendo, una unidad de disco duro individual es un soporte de datos inherentemente poco fiable. Sin embargo, el guardar muchas copias de cada archivo en un sistema de almacenamiento masivo, bien manejado, consistente en múltiples unidades de disco duro con protocolos de autorrevisión y autocorrección, es un método eficiente y seguro de almacenamiento a largo plazo (IASA-TC 04, 6.3.14-21).

- **2.2.3 Soportes magneto-ópticos (MOD).** Mientras la información se almacena magnéticamente, la grabación y la lectura son ópticas. Dada su arquitectura similar a la de los discos ópticos, los soportes magneto-ópticos son tratados en el inciso 2.3.1.4.
- 2.3 Soportes ópticos. Los soportes ópticos son los soportes audiovisuales más antiguos. Se han usado para la representación de la imagen analógica por más de 170 años. Sin embargo, para el almacenamiento de señales de audio y de video están entre el grupo de soportes más recientes. Aunque se han desarrollado formatos de cintas ópticas, no han tenido aceptación en el mercado. Por ello, los soportes de audio y de video están restringidos a los formatos de disco.¹³
 - **2.3.1 Principio de grabación.** Este es diferente al de los soportes fotográficos que funcionan absorbiendo cantidades variables de luz. Los discos ópticos dependen de la creación de pistas de tamaño microscópico que cambian el reflejo de un rayo láser, permitiendo así la recuperación de la señal grabada.

El antepasado de los discos ópticos fue el Laser Vision Disc, que fue desarrollado para señales de video analógicas a finales de la década de 1970. La tecnología y los parámetros de formato, mas no el tamaño, fueron retomados por el disco compacto, que fue comercializado como un formato de audio digital copiado o prensado en 1982 (CD-A, definido como el estándar del Libro Rojo*).

Pronto se descubrió que más allá del audio, los CD podían ser también un medio ideal para la divulgación de información general, como textos, gráficos e imágenes en movimiento, lo cual dio origen, en 1985, a la producción del CD para copiar o reproducir información (CD-ROM, 14 es-

¹³ En la versión original en inglés se empleó la palabra disk para referirse al disco analógico y óptico, y para el disco magnético se usó el término disc, como aparece en la segunda edición de la IASA-TC 04.

^{*} N. del T. El documento denominado *Red Book* (Libro Rojo), define el estándar para los CD-A. Pertenece a un conjunto de estándares conocido como *Rainbow Books* que contiene las especificaciones técnicas para todos los formatos de la familia de discos compactos. La primera edición del *Red Book* fue publicada en 1980 por parte de Philips y Sony y fue adoptada por el Digital Audio Disc Committee (Comité del Disco Digital de Audio) y ratificada bajo la norma IEC 908.

¹⁴ Para la terminología de la clasificación de los discos ópticos esta publicación sigue el criterio reciente: los

tándar del Libro Amarillo). En 1987 le siguió el CD interactivo (CD-I, estándar del Libro Verde). Hacia 1991 se desarrollaron los CD grabables (CD-R, estándar Libro Anaranjado) y los CD regrabables (CD-RW, también dentro del estándar del Libro Anaranjado). Finalmente, en 1993, el CD de video estándar (CD-V o VCD, estándar del Libro Blanco) ha ganado gran popularidad en Asia Oriental.

Para incrementar la capacidad de los discos ópticos, principalmente para adecuarlos para almacenar películas de video, el DVD (*Digital Versatile* o *Video Disc*) se introdujo desde 1995 usando los mismos principios de grabación que el CD. Al disminuir la longitud de onda del láser, y consecuentemente las dimensiones de las pistas, la capacidad de almacenamiento se incrementó siete veces por cada capa del DVD. Hacia 2005-2006 la capacidad de almacenamiento se aumentó otra vez para que los discos ópticos fueran capaces de almacenar señales de HDTV. De los dos formatos en competencia, el HD DVD y el disco Blu-ray (BD), finalmente se impuso el segundo, mientras que el HD DVD se suspendió. El Blu-ray hace uso del láser de onda corta ("láser azul-violeta"), el cual permitió dar un paso más en la miniaturización de la representación de señal, y con ello incrementar la densidad de la información.

Por último, en este contexto deben mencionarse los discos magneto-ópticos (MOD). Utilizados originalmente en el mundo de la informática para el almacenamiento de datos, han perdido su importancia inicial con el impresionante aumento de la capacidad de almacenamiento de las unidades de disco duro (HDD) a precios cada vez más bajos. En el ámbito comercial, sin embargo, los discos magneto-ópticos han adquirido cierta popularidad en forma de minidiscos regrabables (MD).

2.3.1.1 CD, VD y BD (-ROM) por reproducción. Estos discos consisten en un cuerpo transparente de policarbonato, de 1.2 mm de espesor, y son reproducidos mediante moldeo por inyección usando una matriz "de prensado" negativa metálica. La superficie superior de este cuerpo lleva una pista espiral de *pits* (orificios) y *lands* (valles) de diferentes longitudes. La superficie con orificios está cubierta con una capa reflejante de aluminio, que a su vez está recubierta con una laca protectora. Esta superficie también lleva la información de la etiqueta. Un láser "lee" la información desde abajo; está enfocado de tal manera que alcanza los orificios y los valles o áreas planas que forman la pista. La profundidad de los orificios es de ¹/₄ de la longitud de onda del láser, lo que da un cambio en el reflejo del rayo láser en la transición entre los orificios y las áreas planas. Tales cambios representan los 1 digitales, mientras que ningún cambio representa los 0.

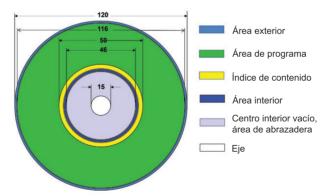


Figura 15: La partición de un CD-ROM; figuras en milímetros.

discos para copiar o replicar datos originalmente utilizados para datos generales se denominaron CD-ROM (ROM = Read Only Memory). Con la llegada de los CD para grabar y reescribir, esta terminología se volvió inconsistente. Publicaciones recientes acerca de los discos ópticos los dividen en –ROM (para copiado una sola vez), –R (grabables) y RW o RAM (reescribibles/ regrabables). Los tres tipos de discos pueden contener audio, video e información general.

Los DVD tienen pistas más estrechas y longitudes más cortas de orificios/valles que los CD; usan un láser de longitud de onda más corta. El disco básico es de solo 0.6 mm de espesor. En los DVDs de un solo lado, una segunda capa virgen de policarbonato está pegada a la otra mitad del contenedor de la información. En los discos que tienen dos lados se une la segunda mitad portadora de información. Además, es posible añadir una segunda capa semitransparente (doble capa) a cada capa de información. Esto hace que haya dos capas legibles de cada lado, casi cuadruplicando la capacidad de almacenamiento.

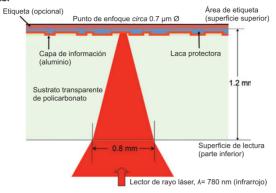
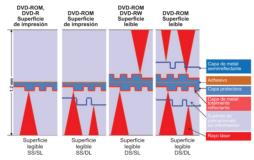


Figura 16: Estructura de capas y principio de lectura de un CD-ROM.



SS = un solo lado (single sided) DS = dos lados (double sided) SL = una sola capa (single layer) DL = capa dual (double layer)

Figura 17: Estructura de las capas de los DVD.

Los discos Blu-ray reproducidos (BD) consisten en dos cuerpos de policarbonato laminado de diferentes grosores. El cuerpo de abajo es el más delgado, lleva la pista de orificios-valles (pit-land) y en su lado superior está cubierto por una capa reflejante. La pista es más estrecha que la de un DVD o un CD. El segundo cuerpo es más grueso, lleva la etiqueta en su superficie. A diferencia de los DVD no hay discos de doble cara, pero se pueden conseguir BD de doble capa.

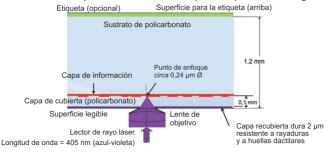


Figura 18: Estructura de las capas de un disco Blu-ray.

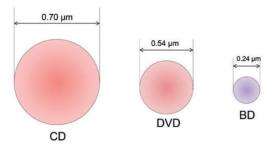


Figura 19: Puntos de enfoque del CD, DVD y BD.

2.3.1.2 Discos ópticos grabables (Dye Discs, CD-R, DVD-R, BD-R). La capa de información consiste en un surco en la superficie superior del cuerpo de policarbonato relleno de un tinte orgánico. La grabación es realizada por un láser de mucha mayor energía que el láser de lectura, el cual aplica calor al tinte (lo "quema"). Por medio de este proceso se crea una secuencia de áreas quemadas y no quemadas. Las transiciones entre áreas quemadas y no quemadas son reconocidas por el láser lector de la misma manera que los orificios y áreas planas de los discos ROM reproducidos. Las capas reflejantes son de oro, plata, o de una aleación de plata.

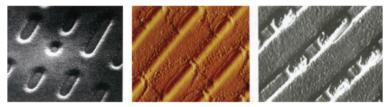


Figura 20: Orificios y valles de moldes de inyección en CD-R (izq.) vs. sus equivalencias una vez "quemadas" (centro y derecha) (Jean-Marc Fontaine).

2.3.1.3 Discos ópticos reescribibles (CD-RW, DVD-RW, BD-RW). La capa de información consiste en una aleación metálica de cambio de fase. La grabación se hace por medio de un láser que escribe al calentar la capa delgada de aleación metálica en un punto expuesto, induciendo un cambio de fase cristalina a amorfa y viceversa, controlado por la temperatura ardiente del láser que escribe (graba). Las capas dieléctricas en ambos lados de la película de aleación metálica provocan un enfriamiento rápido; las áreas calentadas mantienen el cambio después de enfriarse. Las áreas amorfas de la película reflejan la luz de un láser lector con más baja intensidad que las áreas cristalinas, permitiendo la transición entre esos dos estados al ser reconocidos (leídos). La información puede borrarse y reescribirse un número limitado de veces (hasta mil).

2.3.1.4 Discos magneto-ópticos (MOD). La capa de información es magnética, mientras que los procesos de grabación y de lectura son ópticos. La grabación se logra al calentar la capa magnética de información con un rayo láser más allá de su punto Curie (3.2.1.5), lo que permite la reorientación magnética al aplicar un campo magnético muy bajo. El proceso de reproducción hace uso del efecto Kerr (véase también 2.2.1), por medio del cual la orientación magnética de la capa de información causa diferentes ángulos de reflexión del lector láser. En realidad, los soportes magnéticos para discos magnético-ópticos, en lo que se refiere al manejo y almacenamiento, se agrupan con los discos ópticos, ya que su arquitectura es muy similar.

Los discos magneto-ópticos fueron utilizados profesionalmente como respaldos de información y medios de memoria trasportable en la década de 1990. Venían en diferentes tamaños

(90 y 130 mm) y con distintas capacidades de almacenamiento, y se guardaban en cartuchos para protegerlos de daños mecánicos y materiales ajenos a sus componentes. Los discos magneto-ópticos han perdido su importancia a partir del desarrollo de las unidades de disco duro (HDD, 2.2.2) con capacidad cada vez mayor de almacenamiento a precios cada vez más bajos.

- **2.3.1.5 Minidisco (MD).** El minidisco fue introducido en 1992 como reemplazo del casete compacto analógico. Fue popular entre los consumidores por más de una década, hasta que su uso fue disminuyendo hacia finales de la primera década del año 2000. Viene en dos versiones: como un disco magneto-óptico (2.3.1.4) para propósitos de grabación; y como un disco por reproducción para contenido pregrabado, el cual es, técnicamente, como un CD-ROM. Los minidiscos tienen 2.5 pulgadas (6.4 cm) de diámetro y se encuentran dentro de un cartucho, lo que los hace relativamente resistentes contra daños mecánicos y materia externa. Para su reproducción, véase IASA-TC 04, 5.6.10.
- **2.3.2 Componentes de los discos ópticos y su estabilidad.** El policarbonato usado para los cuerpos de los discos ópticos es un polímero transparente con un bajo factor de expansión térmico. Es resistente a la deformación por calor a temperaturas de hasta 130°C. Los primeros discos, especialmente los discos LV, reportaron problemas por la presencia de finas fisuras, lo cual volvía al polímero opaco e ilegible. Por la experiencia adquirida desde la introducción del CD en 1982, se puede esperar que los discos modernos de policarbonato sean estables durante varias décadas.

Excepto el oro, todos los materiales utilizados para producir las capas reflejantes son propensos a la oxidación. Por ello la capa protectora de laca de los CD tiene un papel importante. Debe ser resistente a la penetración de la humedad, una función que con frecuencia no operó de manera apropiada con los primeros CD. Las capas reflejantes oxidadas, particularmente las de aluminio, vuelven ilegibles los discos ópticos.

Se desconoce la estabilidad del adhesivo que mantiene unidas las dos partes de policarbonato de un CD o un BD.

La estabilidad de los tintes usados para los CD, DVD y BD grabables es un factor de gran incertidumbre. Hay tres tipos diferentes de colorantes en uso: cianina, talocianina y colorantes azoicos. Todos los colorantes son susceptibles a la luz, en específico a la radiación ultravioleta: una exposición de los discos grabables a la luz del día los volverá ilegibles en pocas semanas. Otro factor de incertidumbre es la disminución de la cantidad de colorante que se emplea en discos diseñados para correr a velocidades más altas de grabación.

La esperanza de vida de los colorantes se calcula con frecuencia entre los 5 y los 100 años, información que desde el punto de vista práctico no sirve de mucho. Se desconoce la estabilidad de las capas semitransparentes del DVD-R y del BD. Finalmente, la estabilidad de los discos regrabables también se ignora, y es incierta su esperanza de vida en comparación con los discos de colorantes.

- **2.3.3 Deterioro por reproducción.** No hay deterioro (medible) por reproducción en los discos ópticos.
- **2.3.4 Alineación y mantenimiento del equipo.** Los lectores de discos ópticos son productos elaborados masivamente no ajustables, lo cual es parte del problema explicado abajo (2.3.5). El mantenimiento se restringe a una limpieza ocasional de los lentes, con la ayuda de un disco limpiador, y de la charola de carga.

2.3.5 Calidad de la grabación como factor constitutivo de la esperanza de vida de los discos ópticos grabables. Los discos ópticos grabables (CD-R, DVD-R, BDR) se han vuelto medios muy populares para grabar audio, video y datos informáticos. Como sucede con muchos otros soportes digitales, su confiabilidad depende de un sofisticado sistema de corrección de error que permite la reconstrucción total de la información, incluso si pequeñas partes del medio se han vuelto ilegibles por daño, deterioro o envejecimiento. La capacidad de corrección es limitada y por ello la calidad de grabación se convierte en un factor importante para la esperanza de vida. Una grabación perfecta, casi sin errores, ofrece una capacidad de corrección mayor para compensar los efectos del manejo y el envejecimiento y, por lo tanto, aumenta la esperanza de vida. No obstante, si los discos ópticos comienzan su vida con un alto índice de error, entonces queda poca capacidad para compensar futuras fallas. La vida de estos discos será más corta. Consecuentemente, la IASA ha definido recomendaciones sobre errores máximos aceptables para discos ópticos, a fin de maximizar su esperanza de vida, cualquiera que esta sea (IASA-TC 04, 8.1.9).

Un problema mayor al quemar discos ópticos grabables es la interacción entre discos vírgenes (discos no grabados) y las grabadoras (quemadores). Para ello no hay estándares definidos y los procesos de ajuste automatizado no siempre funcionan suficientemente bien. Hay pruebas que han demostrado que las combinaciones aleatorias escogidas de discos vírgenes y grabadoras producen resultados 50% aceptables y 50% no aceptables. Por tanto, para quemar de manera confiable discos ópticos grabables se necesitarían pruebas más extensas de estas combinaciones, el control de cada uno de los discos producidos y revisiones más a fondo, a intervalos regulares. Ya que estas pruebas requieren un trabajo intenso y el equipo para ellas es caro, se usan sistemas más confiables de almacenamiento y, en última instancia, más económicos que los discos ópticos grabables para el almacenamiento profesional de información. ¹⁵

- **2.3.6 Formatos y medidas.** Los Discos de Visión Láser analógicos fueron fabricados en 300 y 200 mm, principalmente de dos lados, es decir, dos discos pegados por la parte trasera. Para la familia de discos digitales los diámetros son de 120 mm para todos los tipos de discos, excepto algunos CD y BD que se pueden conseguir con un diámetro de 80 milímetros.
- 2.4 Soportes en estado sólido (también llamados dispositivos semiconductores). Las memorias de estado sólido son aparatos de almacenamiento de circuito electrónico sin partes movibles. Estas han sido fabricadas desde los años cincuenta usando diferentes tecnologías. Son de particular interés en el contexto de esta publicación las llamadas memorias flash, desarrolladas desde la década de 1990. Como soportes removibles de información vienen en varios formatos: SD y muchos otros más, y las denominadas memorias USB. Con un incremento en la capacidad de almacenamiento, acompañado de una drástica caída en los precios, se han vuelto populares como soportes de información de memoria electrónica transportable, y más recientemente, como remplazos de los HDD en computadoras portátiles ligeras.
 - **2.4.1 Principio de grabación y estabilidad.** Las memorias flash pertenecen al grupo de memorias de estado sólido no volátil, que retienen la información sin una fuente de energía eléctrica. Las celdas de la memoria consisten en transistores que pueden guardar información por muchos años. En tanto que la capacidad de lectura se describe, generalmente, como indefinida, los ciclos de programación-borrado se estiman entre varios miles hasta un millón. Debido a su relativa solidez contra impactos mecánicos y resistencia a una gama de temperaturas prolongadas, se utilizaron originalmente en aplicaciones militares.

Respecto a su esperanza de vida no se cuenta con predicciones reales confiables. Esto es de menor interés, en tanto que los precios son significativamente más altos que los de los HDD

¹⁵ J. M. Fontaine, 2000.

(hard disc drive). Lo cual los hace (todavía) poco atractivos para el almacenamiento a largo plazo. Aunque, en general, las memorias flash han comprobado su solidez para el almacenamiento a corto plazo, específicamente en grabaciones de campo, incluso bajo condiciones adversas, es imperativo no confiar en un solo soporte, sino copiar el contenido en otro medio de almacenamiento, tan pronto como sea posible, antes de transferirlo a un sistema de almacenamiento digital seguro.

3 PRESERVACION PASIVA: FACTORES AMBIENTALES, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Agua/humedad (sección 3.1)

Temperatura (sección 3.2)

Condiciones de almacenamiento climático (sección 3.3)

Deformación mecánica (sección 3.4)

Polvo, materias extrañas, contaminación del aire (sección 3.5)

Luz, radiación ultravioleta, rayos X (sección 3.6)

Campos magnéticos aislados (sección 3.7)

Limpieza de soportes (sección 3.8)

Cada sección abarca los diferentes soportes: mecánicos, magnéticos, ópticos y en estado sólido.

- 3.1 Agua/humedad. El agua es el enemigo natural más importante de todos los soportes audiovisuales. Tiene influencias químicas directas e indirectas en la estabilidad de los soportes. Las influencias químicas son la hidrólisis y la oxidación de varios componentes de los soportes, así como la disolución de algunos materiales de los mismos.
 - **3.1.1 Hidrólisis.** Es una reacción química que involucra agua, omnipresente en forma de humedad en el aire como agente central. Algunos polímeros son propensos a la hidrólisis. Los iones ácidos y metálicos actúan como catalizadores propiciando dichos procesos de deterioro. La reacción cambia las propiedades físicas y químicas del polímero original, formando con frecuencia un derivado que actúa como un autocatalizador que refuerza el proceso destructivo. Algunos procesos hidrolíticos son (parcialmente) reversibles; otros no lo son.
 - **3.1.1.1 Síndrome del vinagre.** Una descomposición hidrolítica del polímero, ampliamente conocida, es el llamado *síndrome del vinagre*. Este proceso que deteriora las películas de acetato de celulosa (AC) de modo irrecuperable fue observado por primera vez a finales de la década de 1940. Sin embargo, se ha padecido más ampliamente a partir de la década de 1980, en particular en archivos de películas cinematográficas ubicados en zonas tropicales. El ácido acético es uno de los productos del proceso de hidrólisis del AC y actúa como un autocatalizador para acelerar la reacción química. Por su olor se ha llegado a conocer como *síndrome del vinagre*. Al avanzar el proceso las películas afectadas pierden su estructura y devienen inservibles.

Los soportes de las películas cinematográficas de sonido magnético de AC están particularmente en situación riesgo por las propiedades catalíticas del metal en forma de óxido de hierro, utilizado como pigmento magnético. Las cintas de audio de acetato de celulosa también son afectadas, pero no al grado desastroso de las películas cinematográficas, debido a sus masas subcríticas. Aparte del olor, las tiras de detección de ácido acético ayudan, objetivamente, a evaluar el proceso. La hidrólisis del AC es irreversible.

3.1.1.2 Degradación del aglutinante del pigmento. Algunos aglutinantes de las cintas magnéticas modernas (2.2.1.1.2) también son propensos a la hidrólisis, provocando que se vuelvan pegajosas. Puesto que los efectos de este tipo de hidrólisis son reversibles, hasta cierto grado, las cintas se pueden reacondicionar para su reproducción exponiéndolas a baja humedad y a temperaturas elevadas, o a una combinación de ambas. Para más detalles, véase IASA-TC 04, 5.4.3.3. Sin embargo, investigaciones recientes han revelado que la hidrólisis en los aglutinantes es solo una de las varias razones del llamado síndrome de derrame pegajoso (2.2.1.1.2).

Preservación pasiva

3.1.2 Contacto directo con agua. Un breve contacto con agua sólo es peligroso para algunos tipos de discos instantáneos, como los que están hechos de gelatina, cartón, etc., y para las unidades de disco duro. Para otros soportes el agua no es peligrosa de manera inmediata, siempre y cuando el contacto sea breve y el soporte se limpie con cuidado si el agua estaba sucia, y que los soportes sean secados meticulosamente después de haber entrado en contacto con el agua. De hecho, limpiarlos con agua destilada es un paso que se recomienda al preparar discos de vinilo y de goma laca para su reproducción, utilizando una máquina profesional para limpiar discos (IASA-TC 04, 5.2.3, 5.3.3).

El mayor problema con los soportes expuestos al contacto con el agua es el reto logístico de limpiar y secar los soportes contaminados, particularmente los soportes para casetes de cinta magnética. Otro problema logístico es separar los soportes de materiales de papel y cartón, como los álbumes LP, y secarlos antes de que sean afectados por moho. Si se afectan grandes cantidades, el secado por congelamiento al vacío, exitosamente desarrollado para el rescate de papel y materiales de los libros, puede ser la única oportunidad para salvaguardar materiales de papel y cartón que acompañan al material audiovisual. La aplicación de este procedimiento en los soportes audiovisuales, y específicamente en cintas magnéticas, no ha sido, hasta ahora, investigada suficientemente. (Para prevención de influjo véase 4.2.)

- **3.1.3 Oxidación.** La oxidación es otra reacción provocada por el agua. Es una amenaza potencial para los pigmentos magnéticos de partículas de metal puro, no óxidos, como los que se utilizan en los casetes compactos tipo IEC IV, para R-DAT y para la mayoría de los formatos de video digital (2.2.1.1.1.2). La oxidación también afecta las capas reflejantes de los discos ópticos, excepto las que están hechas de oro.
- **3.1.4 Inducciones dimensionales.** La humedad también tiene inducción sobre las dimensiones (elongación y contracción) de los materiales utilizados como componentes de los soportes audiovisuales. Para las cintas de acetato, el coeficiente de humedad relacionado con la expansión se estima 15 veces más alto que el de las cintas con soporte de poliéster. ¹⁶ Se debe tener en cuenta un considerable cambio de dimensión para varios materiales usados para discos instantáneos, como los de cartón o gelatina, o los que portan la información en laca.
- **3.1.5 Inducción indirecta por biodegradación.** El agua causa biodegradación, específicamente moho (crecimiento de hongos), resultado de una larga exposición a humedades relativas (HR) de 70% y más altas. Hongos de varios tipos se encuentran en todos lados en el mundo y afectan a casi todos los soportes audiovisuales. Los hongos "se comen" la superficie de los soportes mecánicos analógicos, lo cual provoca un exceso de ruido en la superficie; este es un problema particular de los cilindros de cera. Los hongos crecen sobre las capas de pigmento de las cintas magnéticas, lo que vuelve difícil o imposible su reproducción. También se ha advertido que los hongos afectan a los CD y los vuelven irreproducibles. La prevención química de los hongos debe verse como último recurso. Nunca se pueden excluir las interacciones químicas adversas, particularmente con la variedad existente de aglutinantes magnéticos de pigmentos. El tratamiento químico puede también poner en peligro la salud del personal del archivo.

Por su potencial para afectar desfavorablemente los soportes, tanto de manera directa como indirecta, el crecimiento de hongos debe prevenirse manteniendo baja la humedad relativa. Cualquier contacto directo con el agua, aun cuando sea permitido en principio, debe ser lo más breve posible.

3.1.6 Interrelación humedad-temperatura. Debe señalarse que la humedad relativa y la temperatura están interrelacionadas (para más detalles, véase 3.2.3).

16 FIAF, 1986, 1.1.1.1.2.

3.2 Temperatura

3.2.1 Inducciones físicas

3.2.1.1 Inducciones dimensionales. La temperatura influye en el tamaño de los materiales: generalmente los soportes se expanden cuando sube la temperatura y se encogen cuando baja. Esto es cierto también para las cintas. Las cintas de poliéster tienen un coeficiente de expansión térmica más bajo, mientras que en las de AC se estima tres veces más alto.

Los rollos de las cintas de acetato de celulosa y de PVC se aflojan si la temperatura sube y se aprietan con temperaturas más bajas. Sin embargo, las películas con soporte PET presentan una anomalía: están pretensadas, lo que causa que sus coeficientes de expansión térmica sean significativamente más altos en la dimensión de su espesor que en la de su longitud. Por ello las cintas de PET enrolladas "se hinchan" cuando sube la temperatura –cada capa de la cinta se vuelve más gruesa—, lo que no se compensa por el estiramiento. Esto incrementa la tensión dentro del rollo de la cinta. Contrariamente, las cintas de PET se aflojan cuando baja la temperatura. Cuando cambian las condiciones climáticas se exigen diferentes medidas de relajación para las cintas de acetato de celulosa y para las de PVC, y otras condiciones de relajación para las cintas PET (3.2.4).

Los cambios dimensionales son particularmente peligrosos para los discos de laca. Un cambio de temperatura puede provocar que se agriete el revestimiento de este tipo de discos debido a los distintos coeficientes de expansión térmica del sustrato de metal o de vidrio y del frágil revestimiento de laca.

Ante estas desventajas y amenazas potenciales, específicamente para los materiales de las cintas y los discos de laca, la estabilidad de la temperatura es de mayor importancia que el valor absoluto que se elija (3.3).

- **3.2.1.2 Inducciones irreversibles en polímeros.** Para algunos polímeros utilizados como componentes de soportes audiovisuales las temperaturas elevadas inducen a un deterioro irreversible. Si se calientan más allá de ciertas temperaturas, sus propiedades se alteran y no se restauran después de bajar de nuevo la temperatura. Los umbrales de la temperatura difieren mucho dependiendo de los materiales, pero se puede establecer que las temperaturas hasta los 35°C no causan efectos irreversibles inmediatos ni llevan a un deterioro en ninguno de los soportes audiovisuales actuales.
- **3.2.1.3 Materiales termoplásticos.** Este grupo de polímeros se ablanda a altas temperaturas. Estos polímeros se usan en la producción de contenedores, estuches, etcétera. La exposición descuidada de estos materiales a altas temperaturas, incluso a la luz del sol, puede inducir a una deformación irreversible. Esto es también una amenaza para los discos de vinilo.
- **3.2.1.4** *Print-through.* La temperatura influye en el *print-through* sobre las cintas magnéticas: el aumento del *print-through* se eleva con el paso del tiempo a temperaturas altas y disminuye con temperaturas bajas (véase 3.7.2.5).
- **3.2.1.5 El punto Curie.** La estabilidad magnética (coercitividad) depende de la temperatura. A partir del punto Curie y más allá de él, la estabilidad magnética se pierde. El punto Curie más bajo del pigmento magnético ampliamente usado es de 128°C para el bióxido de cromo, mientras que para el hierro y el óxido de hierro está por encima de los 300°C. Este fenómeno, sin embargo, es utilizado positivamente en la grabación magneto-óptica (2.3.1.4).

Preservación pasiva

- **3.2.1.6 Rango de temperatura.** Para extender la esperanza de vida, los materiales fotográficos con frecuencia se almacenan a temperaturas por debajo del punto de congelación. Para las cintas magnéticas no se aconseja el almacenamiento frío porque algunos lubricantes, no todos, exudan a temperaturas por debajo de los 8°C (2.2.1.1.1.4). Por otro lado, no se deben sobrepasar los 35°C (3.2.1.2). Dentro de este rango, la temperatura sólo afecta las dimensiones físicas de los soportes y la velocidad de los procesos químicos.
- **3.2.2 Inducción química indirecta.** La temperatura determina la velocidad de los procesos químicos y, por tanto, el envejecimiento o el deterioro. De acuerdo con los límites asentados en 3.2.1.6, se puede afirmar, como regla general, que la velocidad de los procesos químicos aumenta al doble con un incremento de 10°C o, por otro lado, la velocidad de envejecimiento disminuye en 50% al bajar la temperatura 10°C, duplicando así la esperanza de vida.
- **3.2.3 Interrelación temperatura-humedad.** La temperatura determina la cantidad absoluta de agua que el aire puede contener en forma gaseosa (vapor). Temperaturas más altas contienen mayor cantidad de vapor, mientras que temperaturas más bajas contienen menos. Si una habitación dada es enfriada sin deshumidificar el aire al mismo tiempo, se alcamza el 100% de humedad relativa. A esta temperatura, llamada punto de rocío, los vapores se condensan en forma de agua en las superficies más frías (véase la figura 30). Cualquier aire acondicionado debe, por lo tanto, controlar ambos parámetros de manera simultánea (véase 4.3). La mayoría de los equipos de aire acondicionado convencionales no deshumidifican lo suficiente y, con ello, de manera inadvertida, elevan la humedad relativa y se incrementa la amenaza para los soportes, contrarrestando los beneficios de la baja temperatura.
- **3.2.4 Cambios de temperatura/humedad.** Como se mencionó arriba en 3.2.1.1, estos cambios pueden ser más peligrosos para los soportes que mantener parámetros absolutos de temperatura y humedad estables que estén por debajo de lo óptimo recomendado. Las variaciones de temperatura y también las de humedad causan cambios de dimensión, ocasionando una tensión innecesaria de los soportes. Los que están en un riesgo más alto son los discos compuestos de diferentes materiales, por ejemplo los discos de laca, aunque también se afectan las cintas magnéticas, específicamente los formatos de exploración helicoidal de alta densidad. El otro peligro básico es la posibilidad de condensación al llevar soportes fríos a un ambiente cálido.

En consecuencia, las condiciones de almacenamiento permanente deben diseñarse para que los cambios de temperatura y humedad sean mínimos. Durante el traslado los soportes deben protegerse en contenedores apropiados, con una logística adecuada (véase 4.8). Los cambios de parámetros climáticos por largos periodos requieren aclimatarse en etapas (en fases). Para todos los materiales, excepto para los discos de laca, las variaciones de temperatura gradiente no deben exceder los 3°C y las variaciones de humedad no deben exceder el 5% en un periodo mayor a 24 horas. Además, para compensar las tensiones en el embobinado de las cintas debido a los cambios de temperatura (3.2.1.1), las cintas de AC y PVC deben relajarse, rebobinándolas cuando se trasladen a condiciones de almacenamiento más frescas, y las cintas de PET y PEN cuando se lleven a condiciones de almacenamiento más rescas, y las cintas de PET y PEN cuando se lleven a condiciones de almacenamiento más cálidas. Los discos de laca, por la amenaza de que se agrieten debido a los diferentes coeficientes de expansión entre el revestimiento y el sustrato, corren peligro al moverse de un clima a otro. Por lo tanto, se deben reducir estos traslados al mínimo y acompañarlos de largos periodos de aclimatación (por etapas) durante varios días.

El riesgo de condensación, al llevar soportes fríos a áreas más tibias, no debe subestimarse. Debe permitirse una suficiente ventilación hasta que la temperatura del soporte se equilibre.

3.3 Conclusiones para la elección de las condiciones de almacenamiento climático.

Con base en el análisis anterior, queda claro que la elección de las condiciones de almacenamiento está principalmente determinada por dos principios en conflicto: mantener bajas la humedad y la temperatura (para retardar el deterioro químico), y evitar los cambios climáticos (para prevenir la condensación y minimizar la tensión mecánica, especialmente importante para las cintas y los discos de laca).

Valores mínimos/máximos que deben respetarse:

| Humedad | Máximo absoluto para una contingencia prolongada | 60% RH |
|-------------|--|----------------------------|
| | Mínimo | 25% RH |
| Temperatura | Máximo absoluto | 35°C |
| | Mínimo | 8°C para cintas magnéticas |

Como se explicó, los valores precisos entre estos máximos/mínimos no tienen una influencia inmediata negativa o positiva. Sin embargo, a mediano y a largo plazo determinan la esperanza de vida de los soportes. Aun así, es de mayor importancia la estabilidad de las condiciones climáticas seleccionadas (3.2.1.1, 3.2.3 y 3.2.4).

Las siguientes definiciones constituyen recomendaciones para el almacenamiento:

| Humedad (rangos) | Media | 40-50% RH |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| | Baja | 25-35% RH |
| | Variabilidad ⁽¹⁾ | estrecha ± 3% RH relajada ± 5% RH |
| Temperatura (valores medios) | Cuarto (2) | – 20° C |
| | Fresco | entre 8 y 12°C |
| | Variabilidad (3) | estrecha ± 1°C relajada ± 3°C |

⁽¹⁾ Las variaciones permisibles en torno a los valores medios son desviaciones de baja frecuencia (anuales).

Téngase en cuenta que los rangos de temperatura/humedad y su variabilidad no deben sumarse. El valor medio seleccionado debe mantenerse dentro de la variabilidad permisible.

Condiciones de almacenamiento recomendadas

| Colecciones | Humedad | Var. | Temperatura | Var. |
|---|---------|-------------------|-------------|-------------------|
| Almacenamiento de acceso Colecciones de cintas de uso frecuente | Baja | Rango limitado | Ambiente | Rango limitado |
| Soportes mecánicos y ópticos (excepto discos de laca) | Media | Rango amplio | Ambiente | Rango amplio |

⁽²⁾ Este valor medio de la condición de la "temperatura ambiente" refleja la situación en zonas climáticas moderadas y no es necesariamente obligatorio para las zonas tropicales. Ahí sería prudente escoger una temperatura media más alta, por ejemplo 25°C, e invertir el ahorro de los costos de electricidad en una deshumidificación efectiva. Esto también mejorará el bienestar de los empleados del archivo, quienes, generalmente, no encuentran aceptables las condiciones climáticas de trabajo de primer mundo.

⁽³⁾ Las variaciones permisibles son desviaciones de baja frecuencia (anuales).

| Colecciones | Humedad | Var. | Temperatura | Var. |
|--|-----------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Almacenamiento de preservación Colección de cintas | Baja | Rango | Fresco | Rango |
| Soportes mecánicos y ópticos (excepto discos de laca) | Media a baja | limitado Rango amplio | Ambiente a fresco | limitado Rango amplio |
| Almacenamiento de acceso y preservación | | _ | | |
| Discos de laca | Media | Rango limitado | Ambiente | Rango limitado |

Las condiciones climáticas de los estudios y los laboratorios deben ser las mismas o muy parecidas a las condiciones de almacenamiento. Siempre que sea posible, el trabajo con soportes (por ejemplo, inspecciones de rutina) almacenados en condiciones de humedad fresca y baja deberá llevarse a cabo en el mismo lugar; de no ser así, los soportes deberán ser aclimatados adecuadamente.

La selección de parámetros para humedad y temperatura siempre implica un acuerdo entre accesibilidad, confort y la salud de los operadores, por un lado, y los costos por el otro.

Además, debe señalarse que incluso los parámetros más bajos asequibles no previenen el deterioro, sino que sólo lo retardan. Por ello, los archivos deben escoger parámetros que puedan mantener las 24 horas del día durante todo el año. Dentro de los rangos permisibles, la estabilidad es más importante que los valores absolutos de temperatura y humedad.

- **3.4 Deformación mecánica.** La deformación mecánica es la mayor amenaza que afecta a todos los tipos de soportes audiovisuales.
 - **3.4.1 Soportes mecánicos.** Los soportes frágiles (cilindros y discos de goma laca) requieren una atención especial para su manejo y traslado. Hay que tener un cuidado extremo al montar los cilindros en los aparatos de reproducción equipados con vástagos metálicos (mandriles). Grietas invisibles pueden ocasionar que se revienten estos cilindros al montarse con una presión muy alta. Además, no se recomienda guardar los cilindros en estantería móvil. La mejor protección al transportarlos se logra al empacarlos de manera ajustada en contenedores que absorban los impactos.

Todos los soportes mecánicos son propensos a daños en la superficie, lo que causará artefactos sonoros (clics, chisporroteos, etcétera). Adicionalmente, la información que trasmiten los surcos es amenazada especialmente por daños mecánicos provocados por malos ajustes de los equipos y por el uso de un tipo no adecuado de agujas. En ambos casos pueden causar un daño considerable (IASA-TC 04, 5.2 y 5.3).

Todos los soportes mecánicos son susceptibles a daños físicos, su manejo requiere personal con habilidades manuales y un entrenamiento especial.

3.4.2 Soportes magnéticos

3.4.2.1 Cinta magnética. La integridad mecánica es un factor comúnmente subestimado en la preservación de las cintas magnéticas. Para minimizar la tensión, en particular en cintas de acetato quebradizas y todo tipo de cintas delgadas, su manejo debe optimizarse usando un equipo de reproducción de última generación que permita una menor tensión de la cinta, y pro-

porcionando un contacto estrecho entre la cinta y la cabeza. Este equipo va a permitir también un rápido rebobinado a velocidades relativamente bajas, rebobinado para almacenamiento a largo plazo o *library wind*.

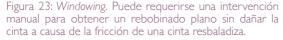
Lo más importante es que todas las cintas de carrete abierto y las cintas de casete deben almacenarse en rollos que presenten un rebobinado absolutamente plano y homogéneo, pues todo rebobinado que presente vueltas de cinta fuera de eje del rollo causará que los bordes de la cinta se doblen. Por lo general, uno de los dos bordes es la referencia que guía a la cinta a través del equipo reproductor, en especial con los formatos de cabezas rotatorias. Cualquier malformación en los bordes dará como resultado un movimiento vertical de la cinta, que causará una variedad de efectos en el momento de la reproducción, como una oscilación del equilibrio estéreo en audio o el "parpadeo" y problemas de *tracking* (rastreo de la señal) en las grabaciones de video. La mejor manera de lograr un rebobinado plano y parejo es rebobinar la cinta hacia adelante, hasta el final, después de usarla, y regresarla completa a velocidad de *library wind*. Los equipos reproductores que no puedan hacer esto deben repararse o cambiarse. Algunas cintas, sin embargo, pueden resistirse a un rebobinado plano y parejo incluso con el uso de la opción de *library wind*. En estos casos la cinta debe reproducirse a una velocidad alta para lograr un rebobinado plano para su almacenamiento.



Figura 21: Una cinta que no fue rebobinada hasta el final. Las vueltas de cinta fuera de eje del rollo en el embobinado causan una deformación en esta área. Para rebobinados planos y parejos las cintas y los casetes deben rebobinarse hasta el final.



Figura 22: Un rebobinado disparejo causando deformación en los bordes de la cinta.





Las tapas (soportes o platos laterales) de los carretes o bobinas de plástico y metal deben estar absolutamente planos para evitar que toquen la cinta al reproducirla y, específicamente, cuando esta corre en modo rápido. Además, las cintas guías o cinta líder deben ajustarse para asegurar que los rollos se formen en el centro de los carretes, evitando que las cintas se aprieten en las tapas del carrete. Las ranuras o huecos en los centros del carrete para sujetar la cinta líder a menudo ocasionan una deformación permanente en varias vueltas de la cinta después de muchos años de almacenamiento. Los carretes deformes deben reemplazarse, de preferencia por centros que no tengan ranuras. Las marcas permanentes de las ranuras pueden eliminarse cambiando ligeramente de posición el líder en la ranura. El reposicionamiento regular, sin embargo, sería necesario para evitar nuevas deformaciones.

El uso de centros sin tapas empezó con el magnetofón alemán original en la década de 1930 y se mantuvo para aplicaciones en estudios y en radio, en Europa Continental y después en Europa Oriental. El uso de este tipo de centros requiere cintas con revestimiento en la parte trasera (back-matted), reproductores con un control adecuado de la tensión en todos sus modos operativos y, sobre todo, un manejo hábil y cuidadoso. Las cintas que han sido embobinadas libremente se almacenan en sus centros, quedando suspendidas adecuadamente en el centro de la caja. Puede suceder, sin embargo, que el rollo se deshaga debido a la presión en el centro o a un rebobinado suelto (véase la figura II). La reconstitución del rebobinado requiere habilidad manual y paciencia. Existen aparatos especiales, conocidos como Wickelretter, que tienen centros articulados que pueden reducir el diámetro del centro para que entre este en la circunferencia de rollo que ha perdido su buje, y después, ajustarse hacia fuera hasta alcanzar un diámetro que asegure el rollo de cinta mientras se rebobina lentamente en un nuevo carrete.



Figura 24: Wickelretter, aparato para ayudar al rescate de rollos cuando los centros se han salido.

Una vez que las cintas de acetato se vuelven quebradizas tienden a perder el plano horizontal durante el rebobinado rápido. Por lo tanto, una buena precaución es rebobinarlas en centros, núcleos o bujes (spools).

Con las cintas en casete, el procedimiento de carga y descarga [N. del T, enhebrado y desenhebrado de la cinta en el mecanismo de carreteo del reproductor] constituye una tensión significativa para la cinta, dando como resultado *drop outs* [N. del T, desprendimientos de partículas de los elementos que forman la imagen y el sonido] después de realizar ese procedimiento decenas de veces. Asimismo, los mecanismos que no estén funcionando bien pueden atorarse y dañar la cinta, si no es que destruirla. En consecuencia, los casetes solo deben cargarse o descargarse en las partes donde no hay nada grabado, al principio o al final de la cinta. Si se hace esto, las cintas que se atoren pueden repararse cortando la parte dañada sin pérdida del material grabado. De ahí que, al grabar un programa en un casete debe dejarse suficiente espacio en blanco como área de carga y descarga, al principio y al final de la cinta.

Debe llevarse a cabo una limpieza regular de los rodillos guías y las cabezas de la cinta, al menos cada día, usando herramientas lo suficientemente suaves para no dañarlas. Este tipo de daño rayaría la superficie de la cinta, lo que pondría en peligro su estabilidad química (2.2.1.1.3).

- **3.4.2.2 Unidades de disco duro.** Las unidades de disco duro no deben exponerse a sacudidas mecánicas debido a sus partes móviles. Más aún, debe señalarse que el daño por sacudidas es más probable cuando están en funcionamiento que cuando no lo están, cuando la cabeza lectora está detenida de manera segura y lejos de la superficie del disco duro. Las grabadoras de disco duro siempre deben manejarse con sumo cuidado, en particular cuando estén grabando o reproduciendo.
- **3.4.3 Discos ópticos.** Los discos ópticos deben mantenerse sin daños mecánicos ni rasguños. Los rasguños en la superficie de lectura obstruirán o desviarán el rayo láser, al mismo tiempo que una capa protectora dañada en los CD y BR pondrá en peligro la estabilidad química de la capa reflejante. Escribir sobre las capas protectoras (el lado de la etiqueta) solo puede hacerse en discos grabables y únicamente con plumas de fieltro especiales para CD. Las plumas ordinarias de fieltro no deben usarse ya que sus solventes pueden disolver la laca protectora. Escribir con lápices de punta dura o plumas atómicas puede alterar mecánicamente su recuperación. Debe evitarse doblar los discos ópticos, pues esto puede agrietar la capa reflejante. Por lo tanto, cuando se extraiga el disco óptico a partir del buje de sujeción (orificio central del CD) se debe hacer con ambas manos, una para sujetar el mecanismo y la otra para extraer el disco.
- **3.4.4 Soportes en estado sólido.** La experiencia cotidiana con los soportes en estado sólido de información sugiere un nivel de dureza para resistir algunos golpes, por ejemplo cuando caen al suelo. Debe recordarse, sin embargo, que por su estructura microscópica algunas tensiones mecánicas podrían conducir a su inmediata destrucción, por ejemplo al doblarse las memorias USB en el bolsillo.

3.5 Polvo, materias extrañas, contaminación, plagas

3.5.1 Efectos. El polvo y las materias extrañas producen diversos efectos en los soportes audiovisuales: en los soportes mecánicos causan desviaciones de las agujas, que resultan en ruidos (clics). En las cintas magnéticas, el polvo y las materias extrañas pueden obstruir la cabeza reproductora e impedir un contacto estrecho entre la cabeza y la cinta, lo que causa la pérdida de alta frecuencia en el audio, y en el video la caída rápida de la señal. En los discos ópticos el lector láser es obstruido, lo cual puede conducir a errores incorregibles y, a la larga, al silencio.

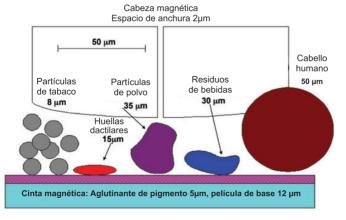


Figura 25: Proporción de partículas de materias extrañas de diferentes tamaños obstruyendo el contacto entre la cabeza y la cinta.

3.5.2 Origen y prevención. Una de las mayores fuentes de contaminación por polvo es el polvo mineral. Este es un problema particular en países áridos. Los archivos en esos lugares deben estar equipados con ventanas y puertas perfectamente selladas, que pueden mejorarse con trampas de aire en las entradas. Otra fuente importante en los ambientes urbanos son las partículas textiles. Los pisos alfombrados, generalmente usados en las oficinas en la década de 1970, quedan absolutamente prohibidos en todo archivo audiovisual. Los pisos deben ser de concreto, cubiertos o sellados con materiales químicamente inertes, laca o minerales no abrasivos (del tipo de suelo de terrazo) El piso debe ser de un color que haga visible el polvo típico local y que no lo disimule. La prevención del polvo es más efectiva con filtros mecánicos en los equipos de aire acondicionado. Además, una presión un poco más alta en las áreas de almacenamiento y en los laboratorios previene la entrada de polvo en las áreas o cuartos blanco [N. del T, contaminación cero] al crear una corriente de aire fuera del edificio a través de alguna grieta en las paredes.

Aparte de minimizar el polvo en los ambientes de almacenamiento y de manejo, como medida general, la protección de los soportes individuales debe tomarse en cuenta con base en las consideraciones analizadas en el apartado 4.7. Incluso en buenas condiciones generales los riesgos residuales de intrusión de polvo deben ser minimizados tratando de que los soportes estén el menor tiempo posible fuera de sus contenedores apropiados. Los LP deben almacenarse con las aberturas de las fundas exteriores e interiores en diferentes posiciones. Las charolas de los reproductores de discos ópticos que no se estén usando deben mantenerse cerradas para prevenir depósitos de polvo que puedan contaminar los discos.

Las huellas dactilares empeoran los problemas del polvo. Actúan como pegamento para el polvo y proveen alimento a los hongos. Tocar las superficies de reproducción con los dedos desnudos debe quedar absolutamente prohibido: se recomienda el uso riguroso de guantes de algodón sin pelusa. Hay que tener cuidado especial al sacar discos analógicos de sus fundas y al devolverlos a ellas y evitar tocar su superficie en el área de los surcos. Voltear los discos requiere también habilidad manual y entrenamiento.





Figuras 26 y 27: Cómo se sostiene un disco sin tocar las áreas con surcos.

Las comidas y bebidas, sobre todo los refrescos endulzados, son una amenaza mayor para los soportes, en especial para los casetes de cinta magnética. Por lo tanto, queda absolutamente prohibido comer y beber en todos los espacios en donde se manejen o se almacenen soportes audiovisuales.

Con la cinta magnética también hay problemas que provienen de la constitución interna de la cinta y constituyen un obstáculo mayor para su reproducción, algunos de estos problemas son: abrasión seca (principalmente con cintas de acetato viejas), lubricantes exudados y manchas de cintas hidrolizadas. Antes de reproducirse estas cintas necesitan tratamiento y limpieza (IA-SA-TC 04, 5.4.3).

- **3.5.3 Contaminación del aire.** Específicamente, los desechos industriales gaseosos pueden afectar los soportes audiovisuales de muchas maneras. Hay indicadores que sugieren que los gases industriales pesados pueden tener una influencia negativa en la condición de la cinta magnética. ¹⁷ Por otro lado, se puede suponer que los ambientes que cumplen con los estándares modernos, establecidos para el interés en la salud humana, no serán inmediatamente dañinos para los soportes audiovisuales. Si los archivos se encuentran cerca de áreas industriales sería bueno considerar un filtrado apropiado del aire. Además, la exposición de los materiales a vapores causados por remodelaciones, como el uso de pintura y el pegamento, debe también considerarse como una situación crítica. Se deben tomar las medidas apropiadas para evitar cualquier exposición (prolongada) a esos vapores. Finalmente, los residuos del humo de tabaco se acumulan en las superficies de los soportes y del equipo, por ejemplo, en las lentes de los reproductores de discos ópticos. Esta es otra razón, además del riesgo de incendio, para prohibir fumar, particularmente si se cuenta con formatos modernos de alta densidad de información.
- **3.5.4 Plagas.** En las áreas tropicales en particular hay una gran variedad de insectos y plagas que son difíciles de mantener fuera de los laboratorios y de los archivos. Generalmente, los más amenazados son los materiales de papel asociados con los soportes audiovisuales, como las fundas y los forros interiores de los LP. También las termitas y otros insectos tienden a introducirse en los casetes. No se puede dar una prevención específica más que mantener los laboratorios y las áreas de almacenamiento lo más sellados posible. Cualquier prevención química debe interactuar en los soportes. La fumigación, como generalmente se aplica en los archivos (de papel) en zonas tropicales para combatir materiales de papel afectados por insectos, no se recomienda por las posibles interacciones, desconocidas, con los componentes de los soportes, sobre todo en las cintas magnéticas.
- 3.6 Luz, radiación ultravioleta (UV), rayos X
 - **3.6.1 La Luz y la radiación ultravioleta.** Tienen varios efectos que deterioran los soportes audiovisuales. Muchos polímeros, por ejemplo el PVC, se deterioran al estar expuestos de manera prolongada o permanente a la luz. Es en extremo peligrosa la influencia de la luz para la vida de los discos ópticos grabables (dye discs) [N. del T, discos de colorantes]. Hay pruebas que han demostrado que la exposición permanente de esos discos a la luz del día, y específicamente a la luz solar directa, los puede volver ilegibles en semanas. ¹⁸ No se ha investigado hasta qué grado podrían verse afectados los discos guardados en sus contenedores, pero no en espacios de almacenaje oscuros, si quedaran expuestos a pequeñas cantidades de luz durante algunos años. Se debe prestar especial atención a asegurarse de que no haya una exposición directa a la luz solar, lo cual puede causar también temperaturas por encima de los límites de seguridad.

Muchos archivos audiovisuales han instalado en sus bóvedas de almacenamiento sistemas de luz ultravioleta de baja potencia. Esta es una buena precaución, particularmente en archivos con mucho movimiento, donde las luces se mantienen encendidas mucho tiempo o de manera permanente.

3.6.2 Rayos X. Los rayos que son emitidos por los equipos de seguridad de los aeropuertos, a diferencia de lo que sucede con las películas fotográficas no reveladas, no afectan los soportes de audio y de video. Hay pruebas que demuestran que dosis extremadamente altas, letales, uti-

¹⁷ Cintas profesionales de video del mismo lote fueron almacenadas en iguales condiciones de temperatura/RH en los archivos de televisión austriacos en Viena y en Linz. Las cintas de Linz, una ciudad industrial con serios problemas de contaminación del aire en ese tiempo, sufrieron daños significativos en el aglutinante del pigmento, no así las de Viena. Pese a que se investigó profesionalmente, el fenómeno no pudo explicarse consistentemente.

¹⁸ Kunej, 2001.

lizadas para descontaminar objetos de gérmenes, como esporas de ántrax, no dañan las señales grabadas. Sin embargo, no se sabe si dicho tratamiento, y hasta qué grado, pueda influir en la esperanza de vida a futuro de los materiales tratados.

- 3.7 Campos magnéticos aislados. Son el enemigo natural de las grabaciones magnéticas. Las señales grabadas magnéticamente son susceptibles al deterioro por borrado, y este depende de la coercitividad del material magnético, o sea, la resistencia a la reorientación de un material dado, orientado magnéticamente. También depende del tipo de representación de la señal, la cual tiene una sensibilidad que varía hasta alcanzar un borrado parcial. La representación de la señal más sensible es la grabación de audio analógica (lineal). Esto ocurre también en las pistas de audio lineal (analógico) de las cintas de video. Las grabaciones más resistentes a la distorsión causada por campos magnéticos son el audio FM, todo el video y todas las representaciones digitales. Los umbrales permitidos de campos magnéticos son dados, por lo tanto, para representaciones analógicas (lineal) de la señal de audio.
 - **3.7.1 Umbrales de los campos magnéticos.** Para pigmentos de óxido de hierro de coercitividad media, como se usan regularmente para las grabaciones analógicas de audio de carrete abierto (coercitividad alrededor de 400 Oe), el máximo permitido de potencias de campo se ha determinado en:

```
5 Oe (= 400 A/m) CA
25 Oe (= 2000 A/m) CC
```

Estos umbrales han sido establecidos a 50% de esos niveles en los que se han podido medir influencias de campos magnéticos en cintas de audio pregrabadas. Las cintas de cromo y metal tienen una coercitividad más alta.

- **3.7.2 Fuentes de campos magnéticos aislados.** Los campos magnéticos son producidos comúnmente por motores de corriente alterna (CA) y por transformadores. Las líneas de alimentación de CA no muestran campos externos significativos, siempre que los conductores estén muy cercanos (como normalmente es el caso). Los campos de corriente continua (CC) son radiados por imanes permanentes [N. del T, material que puede ser imantado y que es capaz de generar un campo magnético persistente]. Contrariamente a lo que se teme, el campo magnético de tierra física es demasiado débil para influir en las grabaciones magnéticas.
- **3.7.2.1 Amenazas comunes para los archivos audiovisuales.** Las más peligrosas fuentes de campos magnéticos aislados comúnmente utilizados en los archivos audiovisuales son los micrófonos y audífonos dinámicos, los altavoces y los instrumentos activados por bobinas (medidores de niveles). Puesto que la intensidad de campo cae exponencialmente con la distancia, incluso los campos más fuertes producidos por estos aparatos, a una distancia de 15 cm de las cintas grabadas, están muy por debajo del umbral de CC arriba mencionado. Finalmente, los borradores de cintas magnéticas, que se utilizan para borrar cintas de audio y de video analógico, tienen campos magnéticos demasiado fuertes y no deben emplearse en áreas donde se manejen o se almacenen cintas grabadas. Al sacar dichos artefactos de las áreas de manejo y almacenamiento debe tenerse en mente que las paredes normales no los protegen de los campos magnéticos. Para los riesgos relacionados con el traslado, véase 4.8.
- **3.7.2.1.1.** Desmagnetización del equipo de reproducción (de-gaussing). Para prevenir las influencias negativas en las cintas grabadas, las guías y las cabezas de metal de todas las cintas deben desmagnetizarse a intervalos regulares (a diario, o después de cada diez horas de uso). Los campos magnéticos de corriente continua disminuyen la proporción señal/ruido (S/N) y pueden incrementar las distorsiones no lineales. Para el mantenimiento de equipos de

reproducción de cintas magnéticas y para evitar la magnetización accidental, nunca deben usarse desarmadores u otras herramientas magnéticas. Asimismo, los módulos de las cabezas solo deben cambiarse una vez que las máquinas se hayan desconectado.

- **3.7.2.2** Amenazas generales. Se deben evitar, absolutamente, los postigos de puertas magnéticos de vitrinas y las calcomanías adheribles con imanes, pues su contacto inmediato accidental con cintas magnéticas es dañino. Los portapuertas electromagnéticos que se emplean para divisiones de incendios deben revisarse debido a las intensidades de campo. Los estantes móviles operados con motores eléctricos y las cintas transportadoras deben revisarse, al igual que los motores de las aspiradoras empleadas en las áreas de almacenamiento. No deben realizarse trabajos de soldadura eléctrica junto a los soportes magnéticos; se debe mantener, por lo menos, un metro de distancia. También se aconseja revisar los alrededores de las áreas de almacenamiento ya que las paredes no protegen de los campos magnéticos aislados. Puede haber transformadores caseros o motores de elevador inmediatamente adyacentes a las paredes exteriores, especialmente en los edificios vecinos, sin que se tenga noticia de ellos. Para el transporte de cintas magnéticas, véase 4.8.3.
- **3.7.2.3 Estantes de metal.** Contrariamente a los temores de la década de 1950, normalmente los estantes de metal no son peligrosos para almacenar grabaciones magnéticas. Se debe tener cuidado para evitar que los estantes, accidentalmente, se conviertan en un sistema conductor de rayos en caso de una descarga eléctrica (3.7.2.4.1). Por ello, conectar a tierra física (aterrizar) los estantes de metal, como lo requiere la regulación de seguridad general, debe discutirse con especialistas. No es muy probable que los estantes magnéticos tengan un campo magnético permanente. Si un estante lo tiene, quizá provenga del uso de imanes recolectores (pick-up magnets) durante su fabricación. ¹⁹
- **3.7.2.4 Pulsos electromagnéticos (EMP).** Son estallidos de radiación magnética de banda ancha, únicos, de alta intensidad y extremadamente cortos. Aunque el campo magnético de un EMP exista por un tiempo muy corto puede ser muy fuerte, poniendo en peligro los soportes de información de dos maneras: los soportes magnéticos pueden reorientarse y por lo tanto su información puede borrarse, los soportes en estado sólido pueden ser destruidos por voltajes altos inducidos por fuertes campos magnéticos. Aparte de los soportes de información, los EMP artificiales constituyen una preocupación en particular por su potencial destructivo para el equipo electrónico, las instalaciones eléctricas y para edificios enteros por ser vectores de incendio. Puesto que los campos electromagnéticos se propagan a la velocidad de la luz no hay advertencia posible.

Hay diversas formas naturales y artificiales de EMP, hechas por el hombre. En la preservación audiovisual, solo tres formas son de interés particular: los relámpagos, otras descargas electrostáticas y los EMP como resultado de una explosión nuclear.

3.7.2.4.1 Rayos. Aunque no se han reportado daños por pararrayos en el curso de la caída de un rayo, no es improbable que esto sí haya ocurrido en algunas ocasiones y haya pasado inadvertido. En caso de que caiga un rayo, el campo magnético que emite un pararrayos depende de la corriente que este genere y de la distancia a la que se encuentre del pararrayos. Los rayos en zonas climáticas moderadas tienen una corriente promedio de 25-30 kA. ²⁰ Sin embargo, en áreas tropicales se han registrado rayos de hasta 400 kA. Mientras que para 60 kA es suficiente una

¹⁹ Mediciones sistemáticas de estantes de metal han mostrado permanentes campos de corriente continua de hasta I Oe. Puede ser aconsejable especificar ese nivel como el máximo permitido al ordenar los estantes de acero, y medirlo cuando los entreguen.

²⁰ En Austria, por ejemplo, los rayos promedio no exceden los 30 kA. Por ello, los pararrayos están especificados para resistir un rayo de hasta 60kA.

distancia de aproximadamente cinco metros para disminuir el campo hasta el umbral de 25 Oe, la distancia que se necesita para un rayo tropical de 400 kA sería de 33 metros aproximadamente. No obstante, en un sistema de pararrayos diseñado apropiadamente, el rayo es desviado a varios conductores verticales, separados, para que cada uno absorba parte de la corriente total. Esto, en la práctica, reduce la distancia de seguridad que se requiere entre el pararrayos y los soportes magnéticos. Se debe hacer todo para evitar que los estantes metálicos, las tuberías, la calefacción central, etc., se conviertan en parte del sistema de pararrayos en caso de que caiga uno (3.7.2.3). El diseño de protección de rayos debe cumplir con el código IEC 1024-1 [N. del T. International Electrotechnical Commission].

Esta amenaza potencial generalmente es un factor subestimado en la preservación audiovisual, pero debe considerarse con cuidado al revisar la seguridad del archivo o al diseñar nuevas construcciones.

3.7.2.4.2 Otras descargas electrostáticas (ESD). El material aislante puede cargarse de electrostática por electricidad friccional. Por ejemplo, los cuerpos humanos pueden cargarse hasta de 30 kV tras haber caminado por una alfombra bien aislada, en particular con una humedad relativa muy baja. Al tocar cualquier objeto conductor ocurre una descarga a través de una pequeña chispa que crea un EMP muy corto y alto, el cual puede dañar e incluso destruir componentes electrónicos susceptibles; esta es otra razón adicional para elimar el uso de las alfombras en los archivos audiovisuales, además de la prevención del polvo.

Otro efecto proviene de los discos y las cintas magnéticas cargadas electrostáticamente, sobre todo de aquellas hechas de PVC. Al reproducirlos, las descargas electrostáticas se vuelven audibles como clics, tanto en la salida de la máquina como acústicamente en el cuarto. Tales descargas no dañan los soportes, pero su presencia es molesta en la reproducción y debe evitarse descargando los soportes antes o durante la reproducción.

3.7.2.4.3 EMP artificial. En lo que se refiere a la preservación audiovisual, el EMP artificial más relevante sería el producido por un arma nuclear (NEMP). La fuerza de su campo magnético dependería de varios factores (fuerza de la detonación, diseño del arma, altitud de la explosión), y sería suficientemente fuerte para borrar las grabaciones magnéticas sin blindaje, pero también indirectamente peligrosa para destruir el hardware electrónico, instalaciones eléctricas y las construcciones, debido a los altos voltajes inducidos en conductores metálicos.

3.7.2.2.4 Protección contra EMP. Aunque teóricamente los archivos audiovisuales pueden correr un peligro considerable con los NEMP, la probabilidad de que esto suceda es, sin embargo, extremadamente baja. La protección contra los EMP para los equipos y soportes magnéticos puede proporcionarse encerrándolos en una jaula de Faraday y usando circuitos de protección apropiados (separación galvánica, desviadores de excesos de voltaje) en todas las líneas de corriente. Los edificios y los cuartos individuales pueden protegerse cubriéndolos completamente con una red de alambre de metal aterrizada.

Generalmente, entre más alta sea la frecuencia de la radiación electromagnética, más cerrada deberá ser la malla metálica. Como el espectro de los impulsos es indefinido, teóricamente, una protección efectiva requerirá una hoja de metal altamente conductora, sellada en su totalidad, por ejemplo, de cobre, que esté bien aterrizada.

3.7.2.5 *Print-through.* Es el copiado o transferencia no intencional de señales entre capas adyacentes del rollo de la cinta magnética. El problema viene de una dispersión irregular de la coercitividad a través de las partículas de una cinta determinada. Mientras que las partículas de alta coercitividad resisten a la reorientación causada por los campos magnéticos de la capa ad-

yacente, un pequeño porcentaje de partículas de baja coercitividad es sensible a la reorientación. El *print-through* ocurre inmediatamente después de grabar y al primer contacto de las dos capas sobre el carrete de rebobinado, y se incrementa logarítmicamente con el tiempo.²¹ Aparte de la sensibilidad general de una capa magnética dada, el nivel de *print-through* también depende del grosor de la cinta.²² El alto indice de incremento de este nivel aumenta con la temperatura, y de igual forma por la presencia de campos magnéticos externos y de baja intensidad.

Con la norma internacional de rebobinado *oxide in* [N. del T, rebobinado con el lado de la emulsión de óxido hacia adentro], la impresión es más fuerte en la capa exterior que en la capa interna de la señal nodriza. Cuando las cintas se almacenan en el carrete de suministro, el pre-eco "antinatural" es más fuerte que el post-eco y, por lo tanto, menos molesto. Por ello, el almacenamiento *tails-out* (con la cola de la cinta afuera) ha ganado gran popularidad. Con el estándar de almacenamiento alemán *oxide-out* (*B-wind*) se aplica lo contrario.

Puesto que el *print-through* es causado por partículas inestables de baja coercitividad, este puede eliminarse, en gran medida, rebobinando la cinta varias veces en la velocidad más rápida que permita el equipo lector antes de reproducirse. Esto hace uso del efecto magnetestrictivo en partículas de baja coercitividad.²³

Para minimizar el *print-through* en futuras reproducciones, las cintas reproducidas deben ponerse a temperatura de almacenamiento y después ser rebobinadas varias veces para mantener el nivel inicial de *print-through* al mínimo.

Debe recordarse que cualquier falla al minimizar el *print-through* antes de la transferencia hará que la señal impresa sea parte de la nueva grabación.

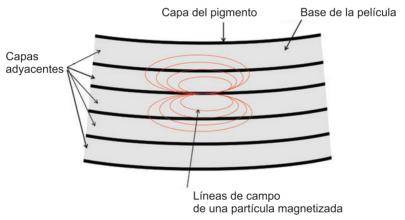


Figura 28: Interferencia mutua de las capas magnéticas adyacentes.

²¹ Su aumento en la primera unidad de tiempo es la misma que en las siguientes diez y luego cien (o cualquiera otra serie exponencial) de unidades de tiempo.

²² Dada su proporción de longitud de onda-grosor de la cinta, y debido a la percepción óptima de la señal en el rango de baja a mediana frecuencia, alrededor de 1000 Hz, la molestia subjetiva también depende de la velocidad de la grabación. Así, el *print-through* es significativamente más molesto en una grabación en cinta estándar de38 cm/s que, por ejemplo, en un casete compacto con una baja velocidad de grabación de 4.76 cm/s.

²³ Con la mayoría de las cintas, un *print-through* acumulado de 224 días podría reducirse por debajo del nivel de 24 horas, rebobinando la cinta tres veces en modo de rebobinado rápido (Schüller, 1980).

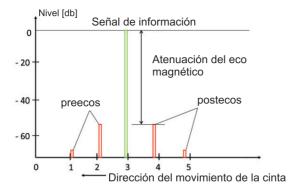


Figura 29: Pre-ecos y post-ecos.

3.8 Limpieza de soportes. ²⁴ Para evitar los efectos descritos en el numeral 3.5, los soportes deben limpiarse para remover todo tipo de materias extrañas, así como residuos y componentes de deterioro químico. Por principio, todo soporte incorporado a un archivo debe limpiarse antes de ingresar a las áreas de almacenamiento. Esto es particularmente importante para colecciones sucias y con polvo en zonas climáticas áridas, así como para soportes o colecciones completas afectadas por hongos. Antes de ser trasladadas deben revisarse una vez más en busca de polvo, mugre y otras materias ajenas, y limpiarse apropiadamente.

La siguiente secuencia de acciones debe aplicarse a todos los soportes (con algunas excepciones):

Aire comprimido limpio. Para aplicaciones poco frecuentes se puede conseguir en latas presurizadas. Para uso frecuente se debe contar con una compresora pequeña con un filtro apropiado.

Limpieza mecánica suave. Para la remoción cuidadosa de materias extrañas sueltas en los soportes mecánicos se deben usar cepillos con cerdas más suaves que los materiales que se van a limpiar. Para las cintas deben usarse materiales suaves libres de pelusa, por ejemplo la entretela suave de poliéster Pellón[®], la cual también puede montarse en la ruta de enhebrado de la cinta. Para las cintas de casete se comercializan aparatos limpiadores. Se debe tener mucho cuidado con los discos ópticos, puesto que con frecuencia la limpieza puede dar como resultado la producción de abrasiones irreparables.

Los discos mecánicos deben limpiarse siguiendo la dirección de los surcos. Los discos ópticos deben limpiarse con una acción que sea radial o a través de la pista de la señal.

Cuando se limpien los soportes afectados por hongos y sus contenedores se debe tener en consideración la salud del personal. La limpieza se debe llevar a cabo en campanas de extracción de gases y sustancias químicas, o al aire libre, y los operadores deberán usar mascarillas.

Agua destilada. Una breve exposición al agua es permisible en la mayoría de los soportes de audio y de video. Las excepciones incluyen algunos discos instantáneos hechos de gelatina, cartón y materiales semejantes solubles en agua. Para mejorar la acción se pueden añadir agentes humectantes. Para la aplicación en los discos se comercializan aparatos de lavado. Es imperativo que todos los soportes sean secados meticulosamente después de que se les haya aplicado agua.

²⁴ Este párrafo trata solo de algunos principios básicos sobre la limpieza de los soportes. Para los detalles véanse las secciones respectivas en IASA-TC 04, capítulo 5.

Solventes químicos. Su aplicación es la última fase para limpiar residuos resistentes a los métodos más sutiles. Los solventes químicos deben aplicarse después de haber consultado fuentes confiables y a expertos. Puesto que se desconoce la composición de los soportes, en especial de cintas históricas y discos instantáneos, y su reacción ante solventes es impredecible, deben realizarse pruebas cuidadosas. Cabe señalar que reacciones desfavorables pueden no aparecer inmediatamente. La remoción de subproductos químicos con solventes debe investigarse con cuidado y con la colaboración de expertos en química. Está prohibido el uso de productos comerciales con componentes no especificados por el fabricante.

4 INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

- 4.1 Medio ambiente de almacenamiento. El control del medio ambiente en el área de almacenamiento es producto de las condiciones prevalecientes en las áreas aledañas, la construcción del edificio de almacenamiento, la calidad del aislamiento térmico y de la barrera de vapor del sellado [N. del T, de pisos, muros y techos] y la planta de aire acondicionado. Al diseñar un ambiente de almacenamiento se deben tener en cuenta estos cuatro factores. Si se toman más medidas que las necesarias en el cálculo, como por ejemplo un sistema de aire acondicionado para compensar un deficiente aislamiento, se presentan condiciones inestables y variables. Como se ha analizado anteriormente en esta publicación, la estabilidad es la más importante de todas las condiciones. A continuación se proporciona información general que puede emplearse para analizarse con un diseñador especializado.
- 4.2 Ubicación del área de almacenamiento. Lo ideal es que un área de almacenamiento esté en el centro de un edificio, ligeramente elevada sobre el nivel de la calle. Esa ubicación permitiría un control efectivo y autónomo sobre todos los factores ambientales, incluyendo temperatura, humedad, agua, polvo, contaminación, luz, así como campos magnéticos aislados. Cualquier lugar en la periferia del edificio haría el control ambiental más difícil y posiblemente menos efectivo. Cualquier lugar por debajo del nivel de la calle encarecería el aire acondicionado y dificultaría la prevención efectiva del contacto con el agua. Las bóvedas deben estar a prueba de fuego, térmicamente aisladas y protegidas contra el contacto con el agua, lo cual puede ocurrir por diversas razones.
- 4.3 Aire acondicionado y control ambiental. El aire acondicionado, el control ambiental o la tecnología para la administración de un edificio, son términos que se emplean para describir sistemas de diferente complejidad para el control y administración del medio ambiente en el interior de un edificio. Aunque estos sistemas fueron desarrollados principalmente para la comodidad de los ocupantes de los edificios, se convierten en una necesidad si los recintos van a cumplir con las condiciones de almacenamiento a largo plazo de colecciones audiovisuales como se especifican en esta publicación. En principio, los sistemas de aire acondicionado son los mismos, ya sea con fines de preservación y almacenamiento o para confort. Sin embargo, los sistemas de aire acondicionado para la colección y almacenamiento requieren mejores y más estrictos índices de tolerancia y control.
 - **4.3.1 Control de la temperatura.** El control de la temperatura se logra calentando o enfriando el aire que se inyecta en el ambiente que se va a controlar. Los sensores [N. del T, termostatos y humidistatos] ubicados en el espacio detectan las condiciones del recinto y esta información sirve para controlar los elementos que calientan o enfrían. La interacción con sensores plantea algunas cuestiones que se analizan a continuación.

Es importante señalar que enfriar es el acto de remover el calor de un espacio y transferirlo a otro.

Un sistema de enfriamiento por evaporación consiste en pasar aire a través de un ambiente húmedo y de esta manera remover la energía de calor por medio de la evaporación. Este sistema no tiene cabida en un archivo, en parte porque incrementa la humedad relativa. En cualquier caso, solo es efectivo en ambientes muy secos.

Un hecho crítico del diseño de sistemas de control ambiental es que calentar el aire reduce la humedad relativa y enfriar el aire la aumenta. Tanto una temperatura estable como una humedad estable son importantes y su control está interrelacionado. Por esta razón todo control de temperatura debe estar en sintonía con el control de la humedad (3.2.3).

4.3.2 Principios de la deshumidificación. La mayor parte del tiempo casi todos los ambientes de almacenamiento requieren deshumidificación para extraer la humedad del aire, y así cumplir con las condiciones que se especifican en esta publicación. La necesidad de humidificar, añadir humedad al aire, es mucho más rara, y si se necesita se puede lograr de manera muy sencilla. La humedad relativa, que es la manera más común de expresar la humedad en el aire, es una medida porcentual proporcional a la cantidad de humedad que el aire puede contener a cierta temperatura y presión. Esta última depende de la altitud.

La deshumidificación es la remoción de la humedad del aire para reducir la humedad relativa. Como se indicó arriba, enfriar el aire aumenta la humedad relativa. Si se baja la temperatura del aire a la larga se alcanzará un punto en el que la humedad se condense en forma de pequeñas gotas de agua. La temperatura a la que la humedad se condensa es conocida como "punto de rocío".

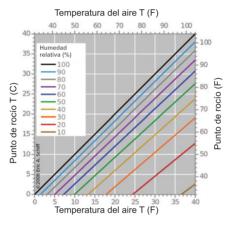


Figura 30: Tabla de los niveles del punto de rocío (por Easchiff, trabajo propio). [CC-BY- SA-3.0-2.5-2.0-1.0 (http://creativecommons.org/licences/b-sa/), vía Wikimedia Commons.]

La manera más común de deshumidificar un ambiente es enfriar el aire tratándolo a una temperatura muy por debajo del punto de rocío; de este modo se extrae la humedad del aire como gotas muy pequeñas. Posteriormente, el aire tratado se calienta hasta la temperatura requerida y la humedad relativa resultante es producto de la cantidad de humedad eliminada por enfriamiento y la temperatura final del aire procesado.

Esta estrategia, aunque práctica, sencilla y común, tiene muchos problemas. Primero, el costo de la energía para enfriar y luego calentar el aire es bastante elevado, y debe considerarse como un factor en el funcionamiento a largo plazo de cualquier ambiente. Segundo, la cantidad de humedad extraída del aire es proporcional a la temperatura diferencial, y un sistema, a menudo, tendrá que ser recalculado para que sea compatible con una amplia gama de condiciones ambientales experimentadas en diversos lugares. Este es un problema particular en ambientes frescos. Y, finalmente, es muy difícil lograr un control preciso usando estos tipos de sistemas, pues puede llevar a variaciones cíclicas, de tal manera que el sistema constantemente esté buscando ajustar las condiciones, lo cual ocasionará incrementos y reducciones regulares de temperatura y humedad. Esto, por sí mismo, resulta perjudicial para el almacenamiento de materiales de la colección. La deshumidificación desecante [N. del T, de tipo fisicoquímica] es la remoción de humedad del aire dentro de un área de almacenamiento usando una sustancia (desecante) que sea capaz de absorber la humedad. El desecante es subsecuentemente calentado, fuera del área controlada, para extraer la humedad absorbida, después de lo cual puede reutilizarse. Tales sistemas pueden alcanzar los niveles bajos de deshumidificación requeridos para el almacenamiento de archivos en la mayoría de los ambientes, y son más eficientes que los descritos arriba.

4.3.3 Sensores. Los sensores son aparatos que se emplean para detectar la humedad de la temperatura y otros aspectos de la calidad y condición del aire. La mayoría de los sensores de oficina tienen tolerancias de ±5% o mayores. Aun cuando esto es adecuado para controlar ambientes de oficina, al utilizarse en sistemas de presición, como lo es el almacenamiento de archivos, no pueden alcanzar los índices de tolerancia que se especifican en este documento.

Los sensores detectan las condiciones en el ambiente controlado y comunican esa información al sistema de aire acondicionado. En su forma más simple, cuando las condiciones están fuera de las requeridas, el sistema se enciende; cuando se cumplen, el sistema se apaga. Cuando el sistema opera de esta forma, las condiciones del ambiente controlado pueden alternar entre temperaturas altas y bajas, lo cual tiene un efecto adverso en los materiales almacenados. Para solucionar esto, los sistemas modernos con sensores de alta calidad y tecnología de control (sistemas inteligentes) se encienden y se apagan gradualmente, calentando y enfriando, lo cual crea un ambiente de almacenamiento estable.

Una práctica común es colocar sensores en los ductos de retorno del aire que se extrae del área de almacenamiento. Sin embargo, un sistema mal diseñado puede dar como resultado bolsas de aire o espacios dentro del ambiente de almacenamiento que pueden estar fuera de la especificación, pero que no sean detectados por el sistema (microclimas). Se recomienda contar con múltiples sensores, que deben ser ponderados en función de las condiciones por cumplirse en el recinto.

4.3.4 Calidad del aire y filtrado. Los sistemas de aire acondicionado están, generalmente, diseñados para reciclar el aire en un medio ambiente cerrado, añadiendo una proporción predeterminada de aire fresco proveniente del exterior. Mientras más pequeña sea la proporción de aire fresco, más fácil y más barato será mantener las condiciones que se requieren. La cantidad de aire fresco es una cuestión de salud, y la mayoría de los países tienen estándares que especifican una cifra mínima de alrededor de 10% de aire fresco. Aunque el ambiente de almacenamiento podría tener un porcentaje más bajo de aire fresco, se necesitarían sensores para determinar la acumulación de bióxido de carbono y otros gases no deseados en las áreas de almacenamiento. También es probable que los plásticos almacenados en el medio despidan gases que se acumulan en el ambiente. Por lo tanto, las cifras cercanas al 10% son una elección entre costo y aire limpio. La corriente de aire a través del recinto debe llegar a todas partes para prevenir cualquier acumulación localizada de contaminantes.

Bombear aire tratado de un área a un ambiente conllevará un aumento de polvo y de otras partículas aéreas. Los sistemas de aire acondicionado deben tener filtros que remuevan esas partículas. El tipo de filtro y el tamaño de las partículas por extraer dependerán de la calidad del aire. Además de los filtros con un buen mantenimiento, la cantidad de polvo en un ambiente puede minimizarse manteniendo una presión más alta en el recinto que la del área circundante. La categoría de cuarto limpio ISO 8, preferiblemente ISO 7, de acuerdo con ISO 14644-1, debería ser la meta para las áreas de almacenamiento y los laboratorios.²⁵

La presencia de bióxido de sulfuro, bióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno y otros gases contaminantes degradarán la expectativa de vida de los soportes almacenados en un ambiente. La mayoría de los países tienen una especificación para la calidad del aire y recomendarán la clases de filtrado necesario.

Todos los filtros requieren mantenimiento y limpieza regular para ser efectivos.

²⁵ La clasificación de cuarto limpio 100.000 de ISO 8 es igual a su antecedente US FED STD 209E, ISO 7, clasificación 10.000. [N. del T. Los cuartos limpios se clasifican de acuerdo con la pureza del aire. Existen cuartos limpios de 100000, 10000, 1000, 100, 100, 100 y hasta una partícula por pie cúbico. Y se conocen como clase 100K (ISO 8), 10K (ISO 7), IK (ISO 6), 100 (ISO 5), 10 (ISO 4) y I (ISO 3), respectivamente.]

4.4 Paredes, materiales, transferencia de calor y permeabilidad a la humedad.

La manera más efectiva de controlar las condiciones ambientales es construir un cuarto con un buen aislamiento térmico y con materiales que sean razonablemente impermeables a la transferencia de la humedad aérea [N. del T, barreras de vapor]. Los materiales de construcción estándares como paredes de yeso, ladrillos y bloques no ofrecen un aislamiento muy efectivo ante cambios de temperatura y permiten que altos niveles de humedad pasen al ambiente de almacenamiento. Si se usan estos materiales se deben aplicar selladores a todas las superficies y a todos los huecos, incluso alrededor de las puertas.

Debe considerarse el uso de compartimientos herméticos en las puertas.

Una buena manera de asegurar un ambiente de almacenamiento con una temperatura controlada es construir un aislante térmico o una estructura dentro del edificio (4.2). Las paredes de dicho aislante pueden hacerse de materiales altamente impermeables, como paneles de aluminio rígido y poliestireno, tipo sándwich, como las que se usan para construir áreas de almacenamiento de comida. Todos los espacios de entrada deben sellarse, incluyendo las puertas, los ductos eléctricos y de otro tipo, los orificios de tornillos y de componentes de reparaciones, ya que un sellado efectivo es vital para su desempeño. La mayoría de los lugares donde se emplea este tipo de tecnología para su construcción reportan haber reducido significativamente los costos del sistema de aire acondicionado. En el caso de una desastrosa pérdida de electricidad, estos ambientes de almacenamiento mantienen sus condiciones por un periodo más largo.

- **4.5 Cómo especificar a un contratista las condiciones que se requieren.** Con frecuencia es difícil especificar claramente a un constructor o a un especialista en aire acondicionado los requerimientos para un ambiente de almacenamiento. Establecer simplemente los parámetros de la temperatura meta no garantiza buenos resultados. Se deben considerar los siguientes parámetros:
 - Valor de ajuste de temperatura y humedad.
 - Tolerancias expresadas en valores por arriba y por debajo del valor de ajuste.
 - Frecuencia de cambio (el periodo del ciclo entre alto y bajo).
 - Índice de cambio (el gradiente del ciclo).
 - Cantidad de aire fresco expresado en porcentaje del aire circulado.
 - Limpieza del aire expresada en porcentaje o calidad del filtro necesario para eliminar ese contenido.
 - Corriente de aire a través del recinto.
 - Número de sensores y su ubicación, y los medios para determinar las condiciones generales.
 - Consumo de energía bajo una gama de condiciones.

Una alternativa al contrato de suministro estándar es un contrato de cumplimiento, y que este se defina con base en estándares o enfoques determinados, pero en el que el proveedor se comprometa por un periodo a mantener y manejar el sistema de tal manera que siga cumpliendo con los estándares. Esto es probablemente más caro, pero es un fuerte incentivo para que el proveedor logre, a largo plazo, las condiciones especificadas.

4.6 Estantería

4.6.1 Material. En la actualidad por lo general se utilizan estantes de metal (acero). No hay riesgo en usarlos para almacenar soportes magnéticos (3.7.2.3). Los estantes de madera, preferidos en las décadas de 1950 y 1960, no son recomendados porque los componentes químicos para su tratamiento pueden interactuar con los soportes audiovisuales.

4.6.2 Carga en los estantes. Los estantes deben ser lo suficientemente fuertes para resistir la carga de los soportes audiovisuales. El peso aproximado de un metro de soportes, incluyendo contenedores comunes es de:

Audio

| Discos de 78 rpm ("goma laca") 25 cm (10") | 72 kg |
|--|----------|
| Discos de 78 rpm ("goma laca") 30 cm (12") | 92 kg |
| Discos de vinilo de 17 cm (7", sencillos) | 21 kg |
| Discos de vinilo de 25 cm (10") | 38 kg |
| Discos de vinilo de 30 cm (12") | 54 kg |
| Carretes de cinta magnética de 13 cm (5") | 12 kg |
| Carretes de cinta magnética de 18 cm (7") | 18 kg |
| Carretes/centros (bujes) de cinta magnética de 27 cm (10.5") | 48/40 kg |
| Cintas magnéticas en bujes de 30 cm (12") | 50 kg |
| CD en cajas tipo alhajero | 7 kg |

Video

| Cinta magnética de 2": 30/45/60/90 min | 84/114/120/142 kg |
|--|-------------------|
| Cinta magnética de 1": 75/126 min | 75/87 kg |
| U-matic | 22 kg |
| Casetes de formato de media pulgada, en promedio | 8 kg |
| DVD en cajas | 6 kg |

4.6.3 Posición de almacenamiento. Todos los soportes, discos, cintas y casetes deben almacenarse verticalmente. Para los discos, los separadores de estantes deben estar a una distancia de la mitad del diámetro de los discos. Estos no deben almacenarse muy comprimidos, ni separarse tanto para evitar que queden en una posición inclinada. Las divisiones para las cintas por lo regular son del mismo tamaño de su diámetro. Mientras los soportes en uso estén fuera de su lugar se deben colocar sustitutos para mantener la posición vertical hasta que los soportes sean devueltos a su lugar.

Solo los discos suaves instantáneos, como los de gelatina o discos Decelith, deben almacenarse en forma horizontal en pequeñas pilas de no más de diez.

4.7 Contenedores. Lo ideal sería que los soportes se guardaran en contenedores químicamente inertes, diseñados para ofrecer suficiente protección contra daños mecánicos por el manejo normal y contra la luz. Con los avances en la investigación acerca de la conservación, en las últimas décadas se han comprendido las acciones autocatalíticas de varios procesos de degradación de polímeros. En consecuencia, no se recomienda el uso de almacenamiento hermético porque podrían atrapar subproductos de degradación endógena, y así, incrementar el índice de degradación. Normalmente la prevención contra el polvo se debería lograr con un aislamiento apropiado y el filtrado de aire en todo el medio ambiente de almacenamiento. Esto permitirá que el aire fluya alrededor de los soportes, lo cual ayudará a retardar, si no es que a prevenir, el deterioro autocatalítico. Donde no sea posible una prevención efectiva contra el polvo en el área de almacenamiento, la decisión respecto a la prevención del mismo en los soportes dependerá de riesgos relativos de las amenazas que provienen de cambios internos de los soportes contra las inevitables amenazas externas.²⁶

En cuanto a los contenedores inadecuados o dañados, los materiales preferidos para sustituirlos son el polipropileno y el polibutileno para las cajas de cintas magnéticas, bolsas de polietileno

²⁶ Los archivos en zonas de climas moderados pueden llegar a otras soluciones distintas de las recomendadas para ambientes calientes y áridos.

o fundas de papel libre de ácido para los discos de vinilo, y fundas de papel libre de ácido para los discos de goma laca. Para almacenar cilindros, la Association for Record Sound Collections (ARSC), en colaboración con la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos, ha desarrollado una Caja para Archivo de Cilindros.²⁷

Tanto los contenedores originales como los materiales para envolver, con frecuencia presentan varios problemas: un cartón ácido puede haberse utilizado para cajas de cintas y fundas de discos, o papel ácido en la elaboración de recubrimientos o folletos para los LP y CD, así como las etiquetas adhesivas para rotular todo tipo en casetes de audio y de video vírgenes. En los primeros días de los LP se usaban a veces fundas de PVC, lo que pudo provocar migración de plastificantes, causando daño a las superficies del LP.

Al hablar de la esperanza de vida idealmente todos los soportes deberían separarse de contenedores originales, de envolturas y otros materiales adicionales inadecuados. Todas estas acciones deben, sin embargo, considerarse con cuidado, y sopesar las mejoras de las condiciones de almacenamiento en relación con los retos financieros y organizacionales que semejante empresa demanda. La gran mayoría de los contenedores y de los materiales que los acompañan son, en sí mismos, portadores de información que es parte constitutiva del documento. Cualquier pérdida o desorden por una referencia cruzada inapropiada en partes separadas del documento, en general, causarán un daño mucho mayor a la integridad y utilidad del material que cualquier optimización teórica de la esperanza de vida. Por lo tanto se recomienda que en general se restrinjan los cambios de guardas que representen amenazas obvias e inmediatas, como fundas de LP, PVC u otras inadecuadas, o la remoción de las bolsas de plástico de las cintas de acetato de celulosa.

- 4.8 Transporte. El transporte requiere medidas adecuadas contra golpes, cambios climáticos y campos magnéticos aislados.
 - **4.8.1 Prevención de golpes.** Los soportes más sensibles a los golpes son los cilindros y los discos de goma laca. Estos necesitan un adecuado embalaje a prueba de golpes, particularmente cuando los soportes se envían por correo o por carga. El embalaje de los cilindros requiere un cuidadoso equilibrio entre la prevención de cualquier movimiento dentro de sus cajas, el movimiento de las cajas dentro de los contenedores exteriores y las medidas apropiadas para la absorción de golpes. Asimismo, se debe prestar atención a la prevención de temperaturas altas, específicamente a la exposición a la radiación solar inadvertida. Dada su importancia, el traslado de los cilindros con frecuencia se encarga a especialistas en transporte de arte (4.8.4). Los discos de goma laca necesitan empacarse en cajas que estén protegidas por otras cajas. Tanto las cajas interiores como las exteriores deben ser de cartón duro, separadas en todas direcciones por una capa de poliestireno expandido o materiales similares que amortigüen los golpes. Es imperativo que los discos dentro de la caja interior queden bien ajustados al empacarse para prevenir cualquier movimiento entre ellos. Los discos de vinilo son menos sensibles a los golpes, pero es preferible un nivel de protección similar para impedir que se dañen sus fundas. Las mismas medidas, en particular el empaque bien ajustado, son imperativas para las cintas magnéticas de carretes abierto, con el fin de evitar cualquier movimiento dentro del carrete de la cinta, o bien que se deslice fuera de este.
 - **4.8.2 Calor y humedad.** Cualquier traslado expondrá los soportes a condiciones climáticas ajenas a los parámetros de almacenamiento óptimo. Como primera medida se debe escoger un método y planear la ruta, incluyendo las estaciones del año, a fin de minimizar los riesgos y evitar la exposición a condiciones climáticas extremas. Adicionalmente, un embalaje adecuado

²⁷ Este contenedor está diseñado para almacenar una sola grabación fonográfica en cilindro de tamaño estándar. Para más detalles consúltese a Bill Klinger, presidente del Subcomité de ARSC Cylinder, en klinger@ modex.com.

debe prevenir cambios de temperatura inevitables y exposición a la humedad. Una amenaza común es la penetración de humedad en los soportes tras largos periodos en ambientes fríos y la subsecuente exposición a condiciones más cálidas y húmedas. Los ejemplos incluyen el traslado en contenedores de carga de aviones que aterricen en zonas climáticas calientes y húmedas. Las contramedidas incluyen la provisión de suficiente aislamiento térmico en el material de embalaje durante y después del traslado. Los soportes deben airearse para evitar que capten niveles altos de humedad y permitir que la temperatura vuelva lentamente a la normalidad. Cuando sea posible, los soportes audiovisuales deben transportarse en la cabina de los aviones. Su transporte en contenedores de carga despresurizados debe evitarse.

4.8.3 Campos magnéticos aislados. Los campos magnéticos producidos por los detectores de metal en los aeropuertos al revisar el equipaje de mano son, normalmente, muy débiles para influir en las señales grabadas de las cintas de audio y de video. Puesto que los detectores para el equipaje en bodega pueden producir campos magnéticos más fuertes, generalmente se recomienda que las cintas magnéticas grabadas se lleven como equipaje de mano. No hay información, sin embargo, de posibles campos magnéticos aislados peligrosos en otros sistemas de traslado, como trenes eléctricos, metro y autobuses, u otros medios eléctricos de transportación. Tales riesgos pueden ser muy bajos, pues no se han reportado incidentes que indiquen que sean fuente de peligro. No obstante, para eliminar este riesgo es aconsejable proteger los soportes magnéticos de valor excepcional llevándolos en cajas de metal de materiales muy permeables.

Sin embargo, una amenaza mayor pueden ser los autos que funcionan con electricidad, cada vez más comunes. Como todavía no hay mediciones concretas de sus campos magnéticos se aconseja mucha precaución. Es importante que las cintas se lleven en cajas de metal, o que no se utilicen dichos vehículos hasta que se conozca más sobre los posibles peligros.

4.8.4 Cooperación con transportes especializados. El traslado de gran cantidad de soportes, por ejemplo, la reubicación de colecciones completas, debe planearse y organizarse en conjunto con especialistas en el campo del traslado de obras de arte.

5 PREPARACIÓN ANTE DESASTRES: FUEGO, AGUA Y SUMINISTRO ININTERRUMPIDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

5.1 General. La preparación en casos de desastre incluye todas las medidas para prevenir, o por lo menos mitigar, los efectos negativos de incidentes inevitables de todo tipo, ya sean de origen natural, como terremotos o condiciones climáticas extremas (lo que parece que se ha vuelto algo común en años recientes), o producidos por el hombre, como disturbios civiles, guerras y otros. Los elementos básicos de la preparación ante desastres empiezan con factores como la elección del lugar para nuevos edificios para archivos. Se debe emprender también una búsqueda sistemática de riesgos intrínsecos a los edificios de los archivos existentes y sus alrededores. Es necesario preparar planes detallados para reaccionar adecuadamente en caso de desastres inevitables. Estos planes deben considerar, prioritariamente, la protección de los empleados y de los usuarios, así como la salvaguarda de la colección.

Un análisis detallado de la preparación ante un desastre está más allá del alcance de esta publicación. Las influencias del medio ambiente y las medidas preventivas específicas se han examinado en las respectivas secciones del capítulo 3. Sin embargo, a causa de los riesgos particulares que corren los soportes audiovisuales ante el fuego y el agua, estos dos aspectos se tratarán aquí.²⁸ Finalmente, debido a la absoluta dependencia de la energía eléctrica, se subraya la necesidad de un suministro ininterrumpido de energía en casos de desastre.

5.2 Fuego. La prevención y extinción del fuego es de extrema importancia. Más allá de salvaguardar materiales invaluables debe entenderse que, al quemarse, los soportes audiovisuales producen gases altamente tóxicos, considerados de alto riesgo para la salud. Además de las pérdidas irremplazables de las colecciones, el resultado de estos incidentes implicaría la descontaminación complicada y costosa de las instalaciones.

Idealmente, el edificio entero que albergue una colección audiovisual debe ser dividido en pequeñas secciones o zonas de incendio, de dimensiones apropiadas y equipadas con sistemas de detección de fuego. Las paredes, el piso y el techo de cada área de almacenamiento deben ser a prueba de incendios y contar con un sistema automático de supresión de incendios. En las décadas de 1970 y 1980 el gas halón²⁹ se utilizaba habitualmente como agente extintor de fuego para materiales culturales friables. Esto también fue recomendado por la IASA en 1981 (IASA-TC 02). Por su efecto de disminución de la capa de ozono, el halón y otros hidrocarburos fluoroclorados fueron prohibidos por el Protocolo de Montreal en 1989. En la actualidad, un número de gases menos agresivos con el medio ambiente, sustitutos del halón, están disponibles tanto para materiales tradicionales como para los servidores de archivos digitales. También se recomiendan para materiales audiovisuales.

Los sistemas llamados de "niebla seca", que rocían agua en forma de niebla muy fina en las bóvedas, están ganando popularidad ya que el efecto refrescante es de gran ayuda para proteger los soportes expuestos al calor del fuego, pues el daño causado por el agua es mínimo. Tales sistemas pueden ser usados para todo tipo de archivos. Sin embargo, son inapropiados para instalaciones eléctricas, como los repositorios digitales (servidores). Algunos archivos han empezado a utilizar

²⁸ Para aspectos generales sobre preparación ante desastres, véase la bibliografía.

²⁹ El halón, y los gases que lo sustituyeron, extinguen el fuego en una concentración que no es peligrosa para las personas atrapadas involuntariamente en el área de almacenamiento, en caso de una inundación. El bióxido de carbono (CO₂) sería muy efectivo y más barato, pero su uso no se recomienda en absoluto; con frecuencia se ha prohibido por ley debido al enorme riesgo para el personal, particularmente en caso de una falsa alarma.

Preparación ante desastres

también almacenamiento de poco oxígeno, una tecnología que reduce el nivel de oxígeno en el aire en el área de almacenamiento, por debajo del punto en que el fuego pueda ser sostenido.

Los extinguidores de mano deben contener CO₂. No debe utilizarse agua, espuma ni polvo, los elementos más comunes de los extinguidores de oficina. Aunque estos extinguidores son químicamente inofensivos, la remoción del polvillo residual de los extinguidores de los soportes audiovisuales contaminados lleva mucho tiempo, e incluso a veces no es posible eliminarlo.

- 5.3 Agua. Aparte de mantener baja la humedad (3.1) se debe poner especial atención en prevenir la filtración de agua, la cual puede provenir de diversas fuentes. Por lo tanto, todas las áreas de almacenamiento deben estar completamente protegidas contra la filtración del agua. Esto se consigue más fácilmente si las bóvedas están situadas por encima del nivel de la calle. Un techo a prueba de agua impedirá que esta se filtre por goteo en las tuberías, por lluvias fuertes y por el agua que provenga de la extinción de un incendio en los pisos superiores. No debe haber conexión con el sistema de alcantarillado, el cual, en caso de inundación, sería una vía de infiltración. Si no se puede evitar una ubicación por debajo del nivel de la calle, se debe considerar cuidadosamente la prevención de filtraciones por inundaciones, en particular en áreas tropicales, donde las tormentas pueden producir grandes cantidades de agua en un lapso muy corto. La instalación de bombas automáticas puede ser aconsejable. De cualquier manera, los materiales deben almacenarse por encima del piso, con el fin de ayudar a salvaguardarlos por cierto periodo, en caso de filtraciones, y de esta forma contar con tiempo para realizar acciones efectivas de prevención. (Para el secado y la limpieza de materiales inundados, véase 3.1.2.)
- **5.4 Energía eléctrica ininterrumpida.** La operación de los archivos audiovisuales depende de la disponibilidad de energía eléctrica. Un suministro ininterrumpido de energía eléctrica es esencial para mantener un repositorio digital, así como para la operación de alarmas contra el fuego y sistemas de extinción. Incluso en áreas muy desarrolladas técnicamente, el suministro ininterrumpido de electricidad debe ser siempre parte de los sistemas respectivos. Además, para encarar las situaciones particulares que enfrentan los países en desarrollo deben instalarse unidades de suministro independientes, que produzcan suficiente energía para mantener el archivo en operación, en caso de apagones frecuentes o prolongados.

Sin embargo, no debe olvidarse que, incluso en áreas donde el suministro público de electricidad es confiable, el fuego o los desastres naturales pueden producir problemas de suministro de energía eléctrica, para lo cual hay que contar con medidas preventivas. De mayor importancia es tener instalaciones de luz de emergencia que funcionen con baterías, que permitan evacuar de manera segura a usuarios y personal, y que faciliten la organización durante el rescate. Adicionalmente, dependiendo de la necesidad de mantener el equipo en operación, debe contarse con bombas automáticas para sacar el agua de las bóvedas, generadores potentes de apoyo y mecanismos automáticos de supresión de encendido. Los sistemas de apoyo deben probarse periódicamente.

6 CONCLUSIÓN

Aun cuando se sigan cuidadosamente todos los consejos y las recomendaciones que se dan aquí, existe un riesgo estadístico de pérdidas que no puede excluirse. Esto significa que incluso en un archivo con altos estándares profesionales es posible que se pierda algún soporte. La única medida para minimizar riesgos es conservar al menos dos copias de cada pieza del archivo.

Una copia no es ninguna copia

es el principio por el que deben regirse los archivos, y este principio es imperativo tanto para los soportes analógicos como para los digitales.

BIBLIOGRAFÍA SELECTA³⁰

I. General, principios

BOSTON, G. (ed.), Safeguarding the Documentary Heritage. A Guide to Standards, Recommended Practices and Reference Literature Related to the Preservation of Documents of all Kinds, UNESCO, París, 1998.

http://www.unesco.org/webworld/mdm/administ/en/guide/guidetoc.htm

Versión ampliada en CD-ROM, UNESCO, París, 2000.

Grupo de Trabajo de Selección de la IASA: Marcella Breen et al. (eds.), Selection Criteria of Analogue and Digital Audio Contents for Transfer to Data Formats for Preservation Purposes, Asociación Internacional de Archivos Sonoros y Audiovisuales. IASA, 2004.

http://www.iasa-web.org/task-force

Comité Técnico de la IASA, The Safeguarding of the Audio Heritage: Ethics, Principles and Preservation Strategy, editado por Dietrich Schüller (=Comité Técnico de la IASA. Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 03), Comité Técnico de la IASA, versión 3, 2005.

http://www.iasa-web.org/tc03/ethics-principles-preservation-strategy

Disponible también en francés, alemán, sueco, español, italiano, ruso y chino.

Comité Técnico de la IASA, Guidelines on the Production and Preservation of Digital Audio Objects, editado por Kevin Bradley (=Comité Técnico de la IASA. Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 04), 2004, Comité Técnico de la IASA, segunda edición, 2009. http://www.iasa-web.org/tc04/audio-preservation

WARD, A., A Manual of Sound Archive Administration, Gower Publishing, Inglaterra, 1990.

2. Actas de congresos sobre archivos audiovisuales

Actas de Simposios de la Junta Técnica (JTS).

Los Simposios de la Junta Técnica han sido organizados, de 1987 a 2000, por el Comité de la Coordinación Técnica (CCT) de las Asociaciones de Archivos Audiovisuales IASA, FIAF y FIAT, y de 2004 en adelante, por el Consejo Coordinador de las Asociaciones de Archivos Audiovisuales (CCAAA). Los temas y los artículos cubren todas las secciones de esta bibliografía.

JTS 1987 Berlín - Orbanz, E. (ed.), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the (Second) Joint Technical Symposium, Berlín, 1987. Berlín, 1988.

JTS 1990 Ottawa - Boston, G. (ed.), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the Third Joint Technical Symposium, Ottawa, 1990. Milton Keynes, 1992.

JTS 1995 Londres - Boston, G. (ed.), Archiving the Audio-visual Heritage. Proceedings of the Fourth Joint Technical Symposium, Londres, 1995. Milton Keynes, 1999.

JTS 2000 París - Aubert, M. y R. Billieud (eds.), Image and Sound Archiving and Access: The Challenges of the 3rd Millennium. Proceedings of the (Fifth) Joint Technical Symposium, París, 2000. París, 2000.

JTS 2004 Toronto - (sitio web cerrado).

JTS 2007 Toronto - http://www.jts2010.org/jts2007/proceedings.html (solamente el programa; los contenidos no están disponibles).

JTS 2010 Oslo - < < http://www.jts2010.org >

Proceedings of the AES 20th International Conference Archiving, Restoration, and New Methods of Archiving, Budapest, 5-7, octubre de 2001, AES, Nueva York, 2001.

³⁰ En junio de 2014 se tuvo acceso a todas las URL que se encuentran en esta bibliografía.

Bibliografía selecta

3. Soportes, su composición y su estabilidad física y química

Esta sección contiene, entre otros, bibliografía "clásica": artículos generales básicos y documentos en los que se han presentado y discutido los principales problemas de preservación de su tiempo. Debe tenerse en cuenta que los materiales utilizados para la fabricación de soportes de audio y de video y su composición específica varían mucho, al igual que los procedimientos de producción, que influyen en la estabilidad de los propios soportes. Los resultados de estos documentos se refieren a los soportes específicos bajo revisión y, con estas limitantes, los resultados y las conclusiones pueden ser válidos. Sin embargo, las generalizaciones pueden ser engañosas y por lo tanto deben considerarse de manera crítica. Véanse también 2.2.1.1.2 - 2.2.1.1.3.

- ADDIS. M. y G.VERES, "Knowledge data base and report on [U-Matic] tape condition". PrestoSpace. Deliverable D 6.2, 2007.
 - <http://www.prestospace.org/project/deliverables/D6.2.pdf>
- BERTRAM, N. y A. ESHEL, Recording Media Archival Attributes (Magnetic), Nueva York, 1980.
- BRADLEY, K., "Restoration of Tapes with a Polyester Urethane Binder", en *Phonographic Bulletin* 61, 1992. http://www.iasa-web.org/restoration-tapes-polyester-urethane-binder>
- BREMS, K., "The Archival Quality of Film Bases", en ITS, 1987, Berlín.
- BURT, L. S., "Chemical Technology in the Edison Recording Industry", en *Journal of the Audio Engineering Society* 10-11, 1977.
- EDGE, M., "Approaches to the Conservation of Film and Sound Materials", en JTS, 2000, París.
- FONTAINE, J. M., "Eléments de caractérisation de la qualité initiale et du vieillissement des disques CD-R", en JTS, 2000, París.
- GILMOUR, I. y V. FUMIC, "Recent Developments in Decomposition and Preservation of Magnetic Tape", en *Phonographic Bulletin* 61, 1992.
 - http://www.iasa-web.org/magnetic-tape-decomposition
- HAYAMA, F. et al., "Study of Corrosion Stability on DAT Metal Tape". Ponencia leída en la 92 Convención de la AES, Viena, marzo de 1992. AES Preprint 3237.
- ISOM, W. R., "Evolution of the Disc Talking Machine", en *Journal of the Audio Engineering Society* 10-11, 1977.
- KHANNA, S. K., "Vinyl Compound for the Phonographic Industry", en *Journal of the Audio Engineering Society* 10-11, 1977.
- KUNEJ, D., "Instability and Vulnerability of CD-R Carriers to Sunlight", en *Proceedings of the AES 20th International Conference Archiving, Restoration, and New Methods of Archiving*, Budapest, 5-7, octubre de 2001, AES Nueva York, 2001, pp. 18-25.
- MÜLLER, R., "On Improvements of Magnetic Tape. Shown by Measurements on Early and Newer Tapes", en Journal of the Audio Engineering Society 10, 1988.
- NAUMANN, K. E. y E. D. DANIEL, "Audio Cassette Chromium Dioxide Tape", en *Journal of the Audio Engineering Society* 10, 1971.
- Oesterreichische Akademie der Wissenschaften, Method for Reconditioning Data Carriers.

 Creadores: P. Liepert, L. Spoljaric-Lukacic y N. Wallaszkovits. Aplicación presentada el 23.12.2011. Publicada el 05.07.2012. IPC: G11B 23/50 (2006.01), G03D 15/00 (2006.01). Publicación núm.WO/2012/088553.
- PINHEIRO, E., W. D. WEBER y L. A. BARROSO, "Failure Trends in a Large Disk Drive Population", en Actas de la 5a. Conferencia USENIX sobre Tecnologías de Archivo y Almacenamiento (FAST'07), febrero de 2007.
 - http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/de//archive/disk_failures.pdf

Bibliografía selecta

- RUDA, J. C., "Record Manufacturing: Making the Sound for Everyone", en *Journal of the Audio Engineering Society* 10-11, 1977.
- SCHROEDER, B., y C.A. GIBSON, "Disk Failure in the Real World: What does an MTTF of 1,000.000 Hours Mean to You?", en Actas de la 5a. Conferencia USENIX sobre Tecnologías de Archivo y Almacenamiento, 2007.
 - http://static.usenix.org/events/fast07/tech/schroeder/schroeder.pdf
- SCHÜLLER, D., "Archival Tape Test", en Phonographic Bulletin 27, 1980.
- SCHÜLLER, D., "Magnetic Tape Stability. Talking to Experts of Former Tape Manufacturers", en IASA Journal 42, 2014.
- SMITH, L. E., Factors Governing the Long Term Stability of Polyester-Based Recording Media, National Institute of Standards and Technology (NIST), Washington, 1989.
- SONY, "Archived Stability of Metal Video Tapes", Reporte Técnico de MPG, vol. 6.
- THIÉBAUT, B., L. B.VILMONT y B. LAVÉDRINE, "Report on video and audio tape deterioration mechanisms and considerations about implementation of a collection condition assessment method". PrestoSpace. Deliverable D6.1, 2006.
 - http://www.prestospace.org/project/deliverables/D6-I.pdf
- WALLSZKOVITS, N., P. LIEPERT, L. SPOLJARIC, y L. LUKACIC, "Some not so well considered facts about ageing of plastics in audiovisual media".
 - <http://www.forum-kunststoffgeschichte.de/>

4. Manejo, factores ambientales y condiciones de almacenamiento

Estándares de la Audio Engineering Society (AES),31 disponibles en

http://www.aes.org/publications/standards/list.cfm

AES-11id (2006), AES Information document for preservation of audio recordings – Extended term storage environment for multiple media archives (= ISO 18934 2011).

AES22-1997 (2003), AES recommended practice for audio preservation and restoration – Storage and handling – Storage of polyester-base magnetic tape (= ISO 18923 2000).

AES49-2005 (r2010), AES standard for audio preservation and restoration – Magnetic tape - Care and handling practices for extended usage (=ISO 18933 2012).

- ASCHINGER, E., "Report on Measurements of Magnetic Stray Fields in Sound Archives", en *Phonographic Bulletin* 27, 1980.
- Biblioteca del Congreso, Cylinder, Disc, and Tape Care in a Nutshell. http://www.loc.gov/preservation/care/record.html
- British Standards Institution, Guide for the Storage and Exhibition of Archival Materials, 2012. PD 5454:2012.
- BYERS, F. R., Care and Handling of CDs and DVDs A Guide for Librarians and Archivists.

 Publicación especial de NIST 500-252. National Institute of Standards and Technology, Washington, D.C., 2003.
 - http://www.itl.nist.gov/div895/carefordisc/
- CALAS, M. F. y J. M.FONTAINE (eds.), La conservation des documents sonores, París, 1996.
- COPELAND, P., Manual of Analogue Audio Restoration Techniques, The British Library, Londres, 2008. http://www.bl.uk/reshelp/findhelprestype/sound/anaudio/manual.html
- DIN 45 519, Teil 1, "Magnetbänder für Schallaufzeichnung, Bestimmung der Kopierdämpfung", febrero de 1976.

³¹ AES y las respectivas normas ISO tienen contenidos completamente idénticos, con algunas diferencias irrelevantes de edición.

Bibliografía selecta

- FIAF (ed.), Preservation and Restoration of Moving Images and Sound, Bruselas, 1986.
- FONTAINE, J. M., "Conservation des enregistrements sonores sur bandes magnétiques. Étude bibliographique", en Analyse et conservation des documents graphiques et sonores: Travaux du Centre des Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques 1982-1983, París, 1984.
- GELLER, S. B., "Erasing Myths about Magnetic Media", en Datamation, marzo, 1976.
- ISO 18923 2000 Materiales de imagen Cinta magnética con base en poliéster Prácticas de almacenamiento.
- ISO 18933:2012 Materiales de imagen Cinta magnética Cuidado y prácticas de manejo para uso prolongado.
- ISO 18934:2011 Materiales de imagen Archivos multimedia Entorno de almacenamiento.
- <u>ISO 18938:2008</u> Materiales de imagen Discos ópticos Cuidado y manejo de materiales para un almacenamiento prolongado.
- ISO 18925:2013 Materiales de imagen Soportes de disco óptico Prácticas de almacenamiento.
- KNIGHT, G. A., "Factors Relating to Long Term Storage of Magnetic Tape", en *Phonographic Bulletin* 18, 1977.
 - http://www.loc.gov/preservation/care/record.html
- McWILLIAMS, I., The Preservation and Restoration of Sound Recordings, Nashville, 1979.
- PICKETT, A. G. y M. M. LEMCOE, Preservation and Storage of Sound Recordings, Washington, 1959. Reimpreso por ARSC, 1991.
- SCHÜLLER, D., "Preservation of Audio and Video Materials in Tropical Countries", en IASA Journal 7, 1996, pp. 35-45. Edición revisada en International Preservation News 54, pp. 31-43. http://www.ifla.org/files/pac/ipn/IPN 54def.pdf
- St-LAURENT, G., The Care and Handling of Recorded Sound Materials, 1996. http://palimpsest.stanford.edu/byauth/st-laurent/care.html
- WELZ, G., "On the Problem of Storing Videotapes", en ITS, 1987.
- 5. Almacenamiento, construcción, aire acondicionado, seguridad general y preparación ante desastres
 - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) (ed.), ASHRAE Handbook. Cuatro volúmenes.
 - http://www.techstreet.com/ashrae/ashrae_handbook.html
 - HÄFNER, A., "Disaster Preparedness, Response and Recovery", en IASA Journal 42, 2014.
 - IEC, Protection of structures against lighting, IEC 1024-1.
 - ISO 10456:2007 Materiales y productos de construcción Propiedades higrotérmicas Valores y procedimientos de diseño calculados para determinar los valores térmicos y de diseño declarados.
 - ISO 14644-1:1999 Salas limpias y sus respectivos ambientes controlados Parte 1: Clasificación de la limpieza del aire.
 - LOTICHIUS, D., "Sicherheit zuerst auch für Tonträger", en Phonographic Bulletin 4, 1972.
 - LOTICHIUS, D., "Measures for the Preservation and for the Protection of Archived Program Property on Sound Carriers", en *Phonographic Bulletin* 31, 1981.
 - MATTHEWS, G. y J. FEATHER (eds.), *Disaster Management for Libraries and Archives*, Ashgate, 2003. http://www.bl.uk/services/npo/journal/0504/disaster.html
 - SEIBERT, A., Guidelines for a Comprehensive Emergency Preparedness Plan Including Risk Assessment, Communication System, Training and Supplies, Biblioteca del Congreso, Washington, D.C. http://www.loc.gov/preserv/pub/seibert

ÍNDICE

| A | Discos de shellac2.1.1.2.1 |
|--|--|
| Acetato de celulosa (CA)2.2.1.1.1.1 | Discos de surco grueso |
| Afectaciones dimensionales | (discos de gramófono)2.1.1.2 |
| Humedad3.1.4 | Discos instantáneos2.1.1.2.2 |
| Temperatura | DVD, DVD-R, DVD-RW |
| Agua3.1 | |
| Contacto directo con agua3.1.2 | E |
| Prevención de la infiltración de agua5.3 | Efecto Kerr |
| Aire acondicionado4.3 | Energía eléctrica ininterrumpida |
| В | н |
| Biodegradación | Hidrólisis |
| Blu-ray (BD, BD-R, BD-RW)2.3.1 - 2.3.1.3 | Humedad3.1 |
| | Cambios de temperatura/humedad 3.2.4 |
| c | Deshumidificación4.3.2 |
| Calidad del aire y filtros4.3.4 | Interrelación humedad/temperatura 3.1.6, 3.2.3, 4.3.2 |
| Campos magnéticos aislados | |
| Cilindros2.1.1.1 | I |
| Cintas magnéticas2.2.1.1 | Instalaciones de almacenamiento4 |
| Alineación y mantenimiento | Ambiente y ubicación4.1,4.2 |
| del equipo2.2.1.1.4.1 | Construcción, materiales, aislamiento |
| Componentes y su estabilidad2.2.1.1.1 | Especificación de contratos |
| Deterioro por reproducción2.2.1.1.4 | |
| Estrategia de acceso | L |
| Principio de grabación2.2.1 | Limpieza de soportes |
| Rebobinado de cinta | LP2.1.1.3 |
| Cloruro de polivinilo (PVC)2.2.1.1.1.1, 2.1.1.3 | Lubricantes (exudación, cinta magnética)2.2.1.1.1.4, 2.2.1.1.2 |
| Condiciones de | Luz |
| almacenamiento climático | |
| Contaminación del aire | M |
| Contenedores4.7 | Materiales termoplásticos |
| Control ambiental4.3 | Materias extrañas2.3.1.5 |
| | Moho3.1.5 |
| D | |
| Deformación mecánica | N |
| Degradación del aglutinante (cinta magnética)3.1.1.2 | Naftalato de polietileno (PET)2.2.1.1.1.1 |
| Discos compactos (CD, CD-R, CD-RW)2.3.1 - 2.3.1.3 | |
| Discos de laca2.1.1.2.2.1 | 0 |
| Discos de microsurco (LP, vinilos)2.1.1.3 | Oxidación3.1.3 |

| P | Т |
|---|---|
| Plagas | Temperatura |
| Poliéster (tereftalato de polietileno)2.2.1.1.1.1 | Afectación irreversible en polímeros3.2.1.2 |
| Polvo | Afectación química indirecta3.2.2 |
| Preparación ante desastres5.1 | Afectaciones físicas3.2.1 |
| Print-through | Cambios de temperatura/humedad3.2.4 |
| Pulsos electromagnéticos (EMP) | Control de temperatura 4.3.1 |
| Protección contra EMP3.7.2.4.4 | Interrelación temperatura/humedad 3.1.6, 3.2.3, 4.3.2 |
| Punto Curie | Transporte |
| Punto de rocío | |
| | U |
| R | Unidades de disco duro (HDD)2.2.2 |
| Radiación ultravioleta | |
| Rayos | V |
| Rayos X | Vinilo2.1.1.3 |
| | |
| s | |
| Síndrome de cinta pegajosa (SSS)2.2.1.1.2 | |
| Síndrome del vinagre3.1.1.1 | |
| Soportes en estado sólido2.4 | |
| Soportes mecánicos2.1 | |
| Alineación y mantenimiento | |
| del equipo2.1.2.2 | |
| Deterioro por reproducción2.1.2 | |
| Estrategias de acceso2.1.3 | |
| Principio de grabación2.1.1 | |
| Soportes ópticos2.3 | |
| Alineación y mantenimiento | |
| del equipo2.3.4 | |
| Calidad de grabación | |
| y expectativa de vida2.3.5 | |
| Componentes y su estabilidad2.3.2 | |
| Deterioro por reproducción2.3.3 | |
| Formatos y tamaños2.3.6 | |
| Principio de grabación2.1.1 | |
| Soportes magneto-ópticos 2232314 | |

LISTA DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO

(En orden alfabético)

George Boston

Kevin Bradley Biblioteca Nacional de Australia

Mike Casey Universidad de Indiana, Bloomington, Estados Unidos

Stefano S. Cavaglieri Fonoteca Nacional de Suiza

Matthew Davies Filmoteca y Fonoteca Nacional, Australia
Carl Fleischhauer Biblioteca del Congreso, Estados Unidos
Jean-Marc Fontaine Laboratorio de Acústica Musical, Francia
Jouni Frilander Corporación Finlandesa de Radiodifusión

Lars Gaustad Biblioteca Nacional de Noruega

lan Gilmour Filmoteca y Fonoteca Nacional, Australia
Bruce Gordon Universidad de Harvard, Estados Unidos

Albrecht Häfner

Clifford Harkness Museo del Folclore y del Transporte de Ulster, Reino Unido

Jörg Houpert Cube-Tec International, Alemania
Jean Christophe Kummer NOA Audio Solutions, Austria

Drago Kunej Academia Eslovena de las Ciencias y las Artes

Chris Lacinak AVPreserve, Estados Unidos

Franz Lechleitner Phonogrammarchiv, Academia Austriaca de las Ciencias

Hermann Lewetz Mediateca Austriaca, Austria
Xavier Loyant Biblioteca Nacional de Francia

Guy Marechal

Michel Merten Memnon Archiving Services, Bélgica

Stig-Lennard Molneryd Biblioteca Nacional de Suecia

Greg Moss Filmoteca y Fonoteca Nacional, Australia

Yvonne Ng WITNESS, Estados Unidos Marie O'Connell Filmoteca de Nueva Zelanda

Bronwyn Officer Biblioteca Nacional de Nueva Zelanda

Will Prentice Biblioteca Británica
Richard Ranft Biblioteca Británica

Dietrich Schüller

Tommy Sjöberg Folkmusikens Hus, Suecia

Gilles St-Laurent Biblioteca y Archivos de Canadá

Adolph Thal

Nadja Wallaszkovits Phonogrammarchiv, Academia Austriaca de las Ciencias

Eduardo Sánchez Zamorano Fundación Harp, México

