

DEL SOPORTE PAPEL PERFORADO Y CINTA MAGNÉTICA... AL DISCO 3D HOLOGRÁFICO ANATÓMICO- NANOTECNOLÓGICO: NUEVOS SOPORTES MAGNETO- ÓPTICOS Y ÓPTICOS DE ALMACENAMIENTO MASIVO DE INFORMACIÓN

*Nadia Villarejo Sánchez**

Licenciada y postgraduada en Biblioteconomía y Documentación. Universidad Complutense de Madrid.

Resumen: Se describe en este artículo, en primer lugar la evolución que los soportes tecnológicos magnéticos, magneto-ópticos y ópticos han experimentado a lo largo de la historia desde el nacimiento de las primeras cintas de papel perforadas y magnéticas muy rudimentarias en el proceso de lectura y escritura de información, hasta el desarrollo de la última tecnología holográfica 3D anatómica-nanotecnológica; soporte óptico de almacenamiento masivo de información de última generación, y en segundo lugar se enumeran y explican las aplicaciones posibles, que las nuevas tecnologías digitales de captura de caracteres escritos (OCR), y los nuevos soportes magneto-ópticos y ópticos, aportan en la conservación, preservación y difusión del patrimonio bibliográfico y documental español en el siglo XXI.

Palabras clave: Tecnología; tecnologías digitales; OCR; soportes tecnológicos; soportes magnéticos; soportes magneto-ópticos; soportes ópticos; tecnologías de información; tecnologías de documentación; holografía; soportes holográficos; disco de almacenamiento 3D holográfico anatómico óptico; nanotecnología; nanotecnología anatómica; conservación; preservación; difusión; almacenamiento de información; investigación.

Title: OF THE PERFORATED PAPER FORMAT AND MAGNETIC TAPE TO THE 3D ATOMIC HOLOGRAPHIC DISC. NEW OPTICAL AND OPTICAL MAGNETIC FORMATS OF MASSIVE STORAGE OF INFORMATION.

Abstract: In this article describes itself, in the first place the evolution that the magnetic technological formats, magneto-optical and optical have experimented throughout history since the birth of first very rudimentary paper tapes perforated and magnetic in the process of reading and writing of information, until the development of the holographic technological 3D anatomical format; optical format of massive recording of information outstanding and very full of novelties, and secondly are enumerated and are explained the possible applications, of the new digital technologies of capture of characters written (OCR), and the new formats optical and new magnetic optical formats, contribute in the conservation, preservation and diffusion of the bibliographical patrimony and documentary spanish in century XXI.

Keywords: Technology; digital technology; OCR; technology formats; optical formats; magnetic-optical formats; technologies of information; technologies of documentation; holographic; holographic formats; 3D atomic holographic optical; storage disk drive; nanotechnology; atomic nanotechnology; conservation; preservation; diffusion; storage of information; research.

* villarejo@ozu.es / villarejo40@hotmail.com / villarejo_nadia@ubu.universia.es

1. INTRODUCCIÓN

Resulta verdaderamente interesante estudiar y analizar la evolución y desarrollo que las tecnologías de almacenamiento de información y documentación han experimentado a lo largo de la historia desde el nacimiento de las fichas de papel perforadas, hasta la llegada y comercialización de los soportes holográficos de almacenamiento masivo de información.

Realizar este recorrido, sin duda, aportará el conocimiento necesario para que futuras investigaciones que precisen ahondar o profundizar en esta temática, puedan conocer fácilmente el estado de la cuestión en el que se encuentran las tecnologías digitales de captura de caracteres escritos, así como el panorama de desarrollo y evolución que han experimentado los soportes magneto-ópticos y ópticos en el proceso de lectura, grabación y transferencia de datos.

La primera parte del artículo presenta los soportes magnéticos, magneto-ópticos y ópticos de almacenamiento de información obsoletos, y en la segunda parte del artículo se enumeran cuáles son los soportes tecnológicos de última generación que están en auge en pleno siglo XXI. En este segundo apartado se citan soportes ópticos de almacenamiento masivo de información novedosos, no sólo por su capacidad de almacenamiento de información realmente monstruosa, sino por la esperanza de vida o durabilidad y cabida en ellos, aunque se sorprenderá el lector en algunos casos, ya que se ha pronosticado que el disco CD-ROM tiene más años de vida que un disco holográfico¹, eso es, mientras que el disco CD-ROM aporta menos capacidad de almacenamiento de información y menor velocidad de acceso a la información grabada, el disco holográfico es todo lo contrario en cuanto a prestaciones de lectura y escritura de datos, pero su esperanza de vida se encuentra un codo por debajo de la esperanza de vida del CD-ROM (CD-ROM = 100 años y disco holográfico = 50 años), aunque todo dependerá del uso y cuidado que demos al soporte tecnológico en cuestión.

A continuación en el epígrafe número 2 se citan y describen los soportes magnéticos, magneto – ópticos y ópticos obsoletos, y los que comúnmente se están utilizando en la sociedad de la información y el conocimiento, para dar paso a posteriori al epígrafe número 3, que se centra en la descripción de los nuevos soportes magneto – ópticos y ópticos de almacenamiento masivo de información.

2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS SOPORTES MAGNÉTICOS, MAGNETO-ÓPTICOS Y ÓPTICOS

En el ámbito biblioteconómico y documental han aparecido diversos sistemas y soportes de almacenamiento de información, que mediante el correspondiente proceso de automatización informático, han permitido conservar documentación antigua y moderna durante años tanto en formato impreso como en formato manuscrito, delegándose progresivamente unas tecnologías documentales por otras más avanzadas. Tal vez esta circunstancia no haya permitido analizar exhaustivamente las deficiencias reales, que

¹ Cuando se cita el concepto de disco holográfico, la investigación se refiere al disco holográfico de la marca Maxell que se comercializará entre octubre-diciembre del año 2006, el cual tendrá una capacidad de almacenamiento de información de 300 gigabytes, y el aspecto físico que adoptaron los primeros *floppy disc* que se comercializaron de 5, 25 pulgadas.

determinados soportes magnéticos, magneto-ópticos y ópticos presentaron a largo plazo. La obsolescencia se ha llevado al olvido y al recuerdo los primeros soportes magnéticos y magnéticos-ópticos.

Se rememoran en este epígrafe aquellos soportes informáticos y documentales que han representado un avance importante en el campo biblioteconómico, documental y archivístico, como métodos de conservación tecnológicos, que en su momento, presentaron importantes ventajas en acceso y conservación del patrimonio bibliográfico y documental español, frente a los rudimentarios compactus, catálogos manuales, inventarios impresos o repertorios bibliográficos en soporte papel; herramientas descriptivas de archivos, bibliotecas y centros de documentación, que todavía en el siglo XXI se encuentran a disposición del personal investigador en diversas instituciones documentales españolas. Se dan, por tanto, a conocer los soportes tecnológico-documentales más importantes, así como el carácter viable de tales soportes, para la conservación de documentación, pero sólo se tratan y analizan los soportes tecnológicos externos, es decir, no se analizan los diferentes tipos de discos duros de un ordenador o CPU (Unidad Central de Procesamiento de Datos), sino los soportes tecnológicos extraíbles, removibles o extrínsecos a la memoria ROM (memoria permanente) del ordenador. Son las memorias periféricas (microfichas, discos múltiples, cintas, bandas, etc.), fuente de interés de este epígrafe. La razón por la que no se trata el tema de los discos duros, se debe a que se estima que el cerebro electrónico de una máquina informática o PC (Personal Computer), no es fehacientemente considerado como documento electrónico o digital. Los archivos, bibliotecas y centros de documentación archivan, clasifican y sistematizan soportes tecnológicos de almacenamiento masivo, o no, de información. Las computadoras son utilizadas para la lectura o reproducción de los documentos electrónicos, para dar vida a los documentos manuscritos sustentados en diferentes soportes biológicos, librándolos de manchas, rasguños, etcétera, a través del proceso de digitalización documental o captación digital de caracteres escritos, el llamado OCR (Optical Character Recognition).

La capacidad e intensidad de grabación y de almacenamiento de un soporte tecnológico, aunque no la calidad, viene determinado por el número de pistas concéntricas del soporte. A mayor número de pistas concéntricas mayor capacidad y posibilidades de grabación y de almacenamiento. El aparato informático encargado de la grabación o inscripción, y posterior lectura o recuperación de la información contenida en el soporte grabado, dependiendo de su calidad, la grabación es cualitativamente mayor o menor, aunque el factor analógico y digital representa el carácter determinante que las grabaciones tendrán a posteriori en el soporte magnético, mecánico y digital. Por lo tanto, la inscripción del soporte tecnológico será cualitativamente proporcional a la cabeza grabadora-lectora utilizada. El programa o software empleado en tal proceso de escritura, también es un factor que influye.

El arte *inscriptus* permanece en el medio tecnológico. Es en la explicación del proceso de grabación donde toma verdadero sentido, o donde puede razonarse el por qué o el motivo por el que al hablar de soportes tecnológicos de almacenamiento de información, necesariamente tengamos que partir del origen de la escritura y de las grafías. Sin la existencia de las inscripciones y de las escrituras, a finales del S. XIX y principios del S. XX, no se hubiera pensado inscribir la materia sólida magnética y óptica. Los hombres prehistóricos cuando inventaron el arte pictográfico rupestre, para conservar en soporte piedra la

concepción biológica del mundo, encaminaron la invención del resto de las artes gráficas y preservativas hasta nuestros días.

Cronológicamente se empiezan describiendo las características más importantes de las microfichas y microfilms, y los soportes magnéticos y magneto-ópticos partiendo de las rudimentarias fichas y cintas perforadas.

El orden cronológico que han seguido los soportes tecnológicos-documentales a lo largo de la historia es el siguiente:

1. Fichas perforadas, fotocopias, microcopias y microformas

Las primeras tecnologías de almacenamiento de información utilizadas en archivos y bibliotecas consistieron en la conservación y tratamiento de imágenes de forma estática mediante fotografías (fotocopia, en primer momento reproducción fotográfica en blanco y negro del documento original, más tarde se consiguieron fotocopias en color) y sonido (discos microsurcos). La fotocopia es el soporte antecesor de la microcopia; método por el cual se reproduce el documento original reduciendo su tamaño real, dando lugar al soporte microfilm y microficha, cuya lectura requiere lectores de microformas y microfilms. Algunos lectores de microformas llevaban incorporada la opción de poder reproducir el documento en formato fotocopia. El problema de estos sistemas de acceso a documentación es que la calidad de la imagen reproducida resultante es muy diferente al documento original, por ese motivo se buscaron métodos digitales y virtuales de recuperación de información más sofisticados.

Progresivamente se utilizó la corriente electromagnética para la transmisión de mensajes: telégrafo, teletipo y teléfono.

Desde finales del S. XIX fue posible almacenar imágenes en movimiento con el cinematógrafo. En el S. XX se siguieron aplicando propiedades de la electromagnetismo al proceso de recuperación de información, para ello se diseñaron fichas o cintas perforadas magnéticas. Este sistema de almacenamiento ya se utilizaba en telegrafía desde el año 1830, hasta prácticamente la actualidad. En las cintas perforadas se pueden almacenar caracteres de información a base de perforaciones. Dependiendo de la anchura de la ficha perforada se podía almacenar mayor o menor número de caracteres. Había cintas que permitían almacenar 5, 6, 7 y 8 perforaciones para cada carácter.

Las tarjetas perforadas es otra variante de estos primeros soportes informáticos utilizados para el almacenamiento tecnológico de la información. En 1804 Joseph Jackard ya utilizó tarjetas perforadas para controlar telares. En 1890 en Estado Unidos Herman Hollerith almacenó el censo electoral en tarjetas perforadas.

Las tarjetas perforadas que se utilizaban como periféricos para los ordenadores, constaban de 12 filas y 80 columnas. En cada columna se podía almacenar un carácter. Para representar un 1, se hacía una perforación, el 0 se codificaba sin hacer perforación.

Más tarde IBM lanzó un formato de tarjeta perforada más pequeño. Permitía almacenar 96 caracteres (3 filas de 32 caracteres). Este sistema informático de almacenamiento de información primigenio, es muy rudimentario. Supongamos que en una tarjeta perforada podemos grabar los datos descriptivos de un determinado documento (tipo de grafía, tipo de soporte, datación y signatura topográfica). Sigamos suponiendo que los datos básicos descriptivos de ese documento ocupan menos de 80 caracteres, entonces en ese caso una única ficha perforada bastaría para almacenar el carácter descriptivo de ese documento, de manera que si todos los documentos de una determinada colección documental de

un archivo y biblioteca ocupan la misma cantidad de caracteres, si el fondo bibliográfico de esa biblioteca o archivo se compone de un millón de documentos, entonces se necesitaría la friolera de un millón de cintas perforadas para almacenar la documentación en soporte tecnológico. Esta tecnología no puede considerarse viable a efectos de conservación masiva de documentación e información, tanto antigua como moderna, es una barbarie pensar en emplear esta tecnología como método de conservación *archeiontecnológico*, a menos que sólo sometamos a este proceso de automatización unos cuantos documentos relevantes, que se vean seriamente amenazados por el paso del tiempo, entonces en su momento sí pudo resultar interesante el conocimiento de esta tecnología y su consecuente aplicación como repertorio bibliográfico referencial automatizado, pero las tarjetas perforadas informáticas de cartón no son viables para el almacenamiento sofisticado de información, tan sólo sirven como piezas de museo.

El Computer Out Microform (COM) se ocupa del trasvase de información digital de registros magnéticos a microfilm con alta velocidad. Es lo último en sistema microfilm. En el S. XXI las microformas aún se utilizan en archivos, bibliotecas y centros de documentación para conservar documentación antigua valiosa. Es un método de conservación similar a la dispositiva.

2. Cintas y Soportes magnéticos

Los primeros soportes de cintas y discos magnéticos rígidos² fueron de acero y de “papel” de aluminio, o simple papel cubierto con una lámina metálica. Estos componentes fueron sustituidos en 1932 por los acetatos. El acetato más resistente fue el que se extraía de la celulosa, con él se formaba químicamente una resina termoplástica, que más tarde se empleó en el origen o fabricación de los soportes y cintas magnéticas. El motivo de la utilización de acetato celulósico, es debido a que este componente protege los discos y cintas magnéticas de hongos, bacterias, del polvo y de cambios climáticos bruscos. En 1944 el acetato se sustituyó por cloruros de vinilo, debido a que el acetato se reblandece a una temperatura de 601 C. El cloruro de vinilo, polímero sintético, también presenta la particularidad de ser una sustancia termoplástica, que al igual que el acetato, soslaya a los soportes magnéticos de agentes contaminantes o nocivos, con la diferencia de que es capaz de combatir mejor los agentes medio ambientales traducidos en microorganismos, humedad y calor.

Las cintas magnéticas se inventaron hace 100 años, ese es el motivo por el que este tipo de soportes sólo los encontramos en modelos de ordenadores antiguos. Algunos soportes magnéticos llegaron alcanzar los 25 cm de diámetro para sistemas informáticos grandes. Las unidades de cintas tenían el tamaño de armarios.

Los discos magnéticos son superficies redondas con un sustrato magnetizable, que puede ser de acetato o vinilo, como se ha explicado en párrafos anteriores.

Algunos ordenadores tenían memoria de tambor magnético. Esta memoria con forma de cilindro, cuya superficie se podía magnetizar, y sobre ella existían numerosas cabezas de lectura y escritura. Se almacenaban los datos en pistas paralelas sobre la superficie del tambor. Al girar el tambor la información pasaba por debajo de las cabezas lectoras y de escritura.

² Vid. El capítulo en el que se trata el tema de la permanencia y durabilidad de los nuevos soportes documentales: *La perdurabilidad de la información en los nuevos soportes documentales. Cuartas Jornadas Archivísticas. Huelva: Diputación provincial de Huelva, 1994, p. 97.*

Los discos magnéticos se colocaban sobre el cilindro y varios de los cabezales se encargaban de leer o escribir el soporte magnético. La información se almacenaba en pistas concéntricas y éstas a su vez en sectores. En la superficie del disco se grababan unas marcas con el número de pista y de sector, de manera que pudiera recuperarse o localizarse la información de forma aleatoria y no estrictamente secuencial como ocurre en las cintas magnéticas. Esta era la manera en la que se formateaban estos primeros discos informáticos.

El problema de las cintas y discos magnéticos hechos de acetato y vinilo, es el carácter flexible de estos soportes tecnológicos, tanto que no soportaban la tensión producida durante el bobinado. Son auténticas piezas de museo los primeros discos magnéticos, no cumplieron su cometido primigenio, pero han terminado sirviendo en otros menesteres experimentales de la ciencia. Finalmente, los soportes magnéticos se fabricaron en poliéster (PET), material mucho más resistente biológicamente a la humedad. El poliéster es un material que forma parte de las resinas sintéticas termoendurecibles, confiriendo de esta manera al soporte cualidades termoestáticas. Aún así, el soporte siguió siendo vulnerable a temperaturas superiores a los 501 C, con la distinción de que en este caso lo que se ve seriamente afectado no es el soporte físico o externo, sino la grabación. El soporte magnético permanece intacto, pero el contenido informativo del disco desaparece o puede sufrir daños parciales.

Los soportes magnéticos son capaces de almacenar de 50 a 60 millones de bits por pulgada cuadrada.

El disco magnético flexible³ común desde 1981 es el “**floppy disks**” o simplemente “diskette” hecho de material ferromagnético. Los mas corrientes son los de 12 pulgadas, 8 pulgadas, 5,25 pulgadas y los de 3,5 pulgadas de ancho, que es el más común, aunque existen de 2 pulgadas. Los primeros discos magnéticos eran capaces de almacenar 160 Kb. Esta capacidad de almacenamiento en el S. XXI puede tomarse a broma. Las cuentas gratuitas de correo electrónico ofrecen como mínimo un 1 Gb de almacenaje, cuadruplican la intensidad de grabación de los discos magnéticos antiguos.

En estos discos magnéticos el sustrato está montado sobre una material flexible. Son soportes extraíbles y de pequeñas dimensiones.

Este soporte magnético de información puede ser considerado uno de los más antiguos adjetivándolo como soporte informático avanzado, si comparativamente los relacionamos con las primeras fichas perforadas y las primeras cintas magnéticas utilizadas para la conservación, difusión y recuperación de información de modo *archeiontecnológico*.

Diez modelos y lectores de diskettes se han ido sucediendo hasta llegar al “floppy disks” actual de 1,44 Mb y 3,5 pulgadas de ancho. Aún así, sigue siendo insuficiente en capacidad de almacenamiento. El actual diskette presenta un formato más pequeño y firmemente protegido contra escritura, pero igualmente vulnerable a cambios climáticos y magnéticos bruscos.

Antes del diskette de 1,44 Mb, existió uno de 2,88 Mb y 3,5 pulgadas de ancho. Funcionaba en ordenadores IBM, pero no cuajó finalmente, porque resultaba algo caro y el almacenamiento de la información seguía siendo escaso para tareas archivísticas serias, por ese motivo se retiró del mercado dando paso al “floppy disks” de 1,44 Mb, pero actualmente se poseen diskettes flexibles de hasta 250 Mb.

³ Espinosa M^a Blanca et al. Tecnologías documentales: memorias ópticas. Madrid: Tecnidoc, 1994, p. 64.

En la siguiente tabla de forma resumida se muestran la clasificación de diskettes más importantes:

Tamaño	Tipo de disco	Capacidad	Explicación
5,25"	SS/DD	180 Kb	Una cara, doble densidad.
5,25"	DS/DD	360 Kb	Dos caras, doble densidad.
5,25"	DS/HD	1,2 MB	Dos caras, alta densidad.
3,5"	DS/DD	720 Kb	Dos caras, doble densidad.
3,5"	DS/HD	1,44 MB	Dos caras, alta densidad.

3. Soportes magneto-ópticos

Los primeros discos magnéticos-ópticos tenían una capacidad de almacenamiento de 300 Mb por cada cara, en total 600 Mb. Estos discos se componen de dos capas de terbio, cobalto o hierro magnético de 10 nanómetros de espesor. Estos discos son leídos a través de un láser a temperatura de 180° grados (temperatura Curie). El láser provoca un cambio climático que afecta directamente al magnetismo del disco. El cambio es aprovechado para poder inscribir o borrar información del soporte devolviéndolo, en este último caso, a su estado de polaridad inicial. El sistema de borrado y de inscripción requiere de dos tipos de láser, uno encargado del proceso de escritura, y otro encargado de convertir el soporte escrito en soporte virgen.

El sistema magnético-óptico es aventajado con respecto al sistema magnético, ya que la capacidad de almacenamiento de un soporte magnético-óptico es mucho mayor que la cabida en un soporte magnético, o simple "floppy disks". Además, los discos magneto-ópticos garantizan una esperanza de vida de la información aproximadamente de 100 años o más, mientras que los discos magnéticos normales se estima que son capaces de conservar la información por un periodo de tiempo entre 10 y 15 años.

Los discos magneto-ópticos (MO) actuales son capaces de almacenar hasta 2 Gb, teniendo en cuenta que 1 Gb equivale a **1.024 Mb**. El almacenamiento oscila entre 130 Mb y 1,3 Gb, pero los más recomendables son los de 640 Mb y 1,3 Gb. La ventaja de estos discos magneto-ópticos es que permiten la lectura y la escritura de discos de inferior capacidad.

El disco magneto-óptico permite leer y escribir. Para la lectura se detectan los cambios en la luz reflejada en la superficie del disco dependiendo de su grado de magnetización. Y para la escritura el láser calienta la superficie del disco, creando un campo magnético en la superficie del disco grabado.

Los discos magneto-ópticos conjugan un haz láser con un campo magnético. Es un sistema de almacenamiento muy resistente, no les afecta los agentes externos, y no se exponen a problemas de desmagnetización como sistemas, gracias a la carcasa por la que están recubiertos.

Funcionan de manera similar a como lo hace un disco duro una vez introducidos en la unidad de proliferación y aceptación, que estos soportes han experimentado, existe un alto

porcentaje de incompatibilidad entre diferentes soportes magneto-ópticos. La viabilidad de estos soportes de almacenamiento de información termina cuando es delegado por un soporte de almacenamiento de información magneto-óptico más avanzado.

Reciben el nombre de **discos multifuncionales**, porque son capaces de realizar tareas de almacenaje diversas, desde realizar copias de seguridad del disco duro, hasta conservar información de varios proyectos digitales.

El tamaño de estos discos es de 3,5 pulgadas de ancho y su velocidad de acceso a la información es muy rápida, comparable a los discos duros de antaño, alcanzan un 2,5 Mb/s en lectura y un 1 Mb/s en escritura, y el tiempo de acceso al disco es menos de 40 ms.

Los discos magneto-ópticos más avanzados son los que hacen posible la retención de datos de hasta un tope de 4,5 gigabytes o más. Estos discos son más grandes en formato que los multifuncionales, ocupan un espacio de 5,25 pulgadas de ancho, pero el tamaño no los hace distintos en cuanto a ventajas se refiere: son igualmente fiables, perdurables y rápidos que sus hermanos de 3,5 pulgadas.

Los discos magneto-ópticos van de los 650 Mb a los 5,2 gigabytes, o lo que es lo mismo desde la capacidad de un CD-ROM normal, hasta la capacidad de 8 CD-ROM juntos.

Sony y Pinnacle Micro son las fábricas que dan salida a estos soportes magneto-ópticos de almacenamiento masivo de información, junto con Imation, Verbatim, Iomega, Fujitsu y TDK, y con mayores prestaciones que el CD-ROM y DVD actual.

4. Soportes ópticos

Los sistemas ópticos o discos ópticos, fabricados con varias capas transparentes de policarbonato, son los soportes documentales removibles *archeiontecnológicos* y bibliotecnológicos que han prestado y prestan numerosas ventajas en el campo de la Biblioteconomía y la Documentación, como métodos de conservación a largo plazo fielmente perdurables. Son soportes tecnológicos tremendamente resistentes a cambios medio ambientales, a golpes, manoseos e inmunes si se les acerca a campos magnéticos, pero aún así se sigue buscando e investigando la manera de obtener soportes ópticos cualitativamente mejorables, no sólo en durabilidad intrínseca y extrínseca, sino también en capacidad de almacenamiento y rapidez de acceso a la información, para ello constantemente se perfeccionan las grabadoras y los lectores ópticos.

La tecnología del disco óptico⁴ nació entre los años 1982 y 1983 por la empresa Sony y Philips, así que los primeros lectores de CD-ROM comenzaron a comercializarse en 1984. Los discos ópticos de 12cm de diámetro, se componen de microláminas metálicas unidas en superposición, que a su vez se comprimen en una estructura de policarbonato transparente (Macrolon). El aluminio metal utilizado como materia prima en las microláminas de los soportes ópticos, presenta el problema de ser un material altamente corrosivo, por este motivo las empresas sustituyeron este componente por platino y oro.

El disco compacto (CD-ROM) plastificado incorpora una espiral continua de *pits* (hendiduras), estas hendiduras son el lugar donde se almacenan los datos o la información, son como las células o unidad básica de información del disco óptico del tamaño de 0,5 micras de ancho, 0,11 micras de alto y la longitud de estos *pits* puede variar de 0,83 a 3,5 micras. Una micra es igual a una milésima de milímetro. El DVD presenta hendiduras de

⁴ Bereijo Martínez, Antonio y Fuentes Romero, Juan José. Los soportes filmicos, magnéticos y ópticos desde la perspectiva de la conservación de materiales. En: *Anales de Documentación*, nº 4, 2001, p. 27-30.

tamaño minúsculo superior al CD-ROM. La información óptica se protege mediante una cobertura de laca y por un sustrato plástico y se codifica en microscópicos huecos o depresiones.

El soporte digital óptico es el único medio que permite:

- Almacenar documentos (documentos impresos de cualquier tipo y tamaño, libros, fotografías, cine, vídeo, sonido, etc.).
- Clasificar y organizar archivos de forma racional sin límite de espacio.
- Restaurar, editar, retocar cualquier tipo de documento deteriorado.
- Relacionar, agrupar y ordenar por ilimitados criterios todos los documentos existentes en un archivo, biblioteca o centro de documentación.
- Garantizar una total ausencia de degradación por el paso del tiempo.
- Reproducir los documentos digitalizados con excelente calidad.
- Relacionar los documentos por su ámbito, listados y hojearlos a gran velocidad.
- Compartir toda la documentación a través de Internet e intranet entre diferentes instituciones documentales.

Otro de los soportes ópticos característicos es el disco DVD-ROM. Al igual que el CD-ROM, en el momento de la fabricación, los discos DVD-ROM son hechos con un molde de níquel. Se caracteriza por poseer 4,7 gigabytes de capacidad de almacenamiento, los hay de dos caras utilizables. Se utiliza básicamente para conservar documentación audiovisual, preferentemente filmes desde el año 1995.

La tecnología aplicada en la fabricación del DVD es la misma que la utilizada en el CD-ROM, con la diferencia que este soporte óptico permite mayor capacidad o densidad de información hasta un total de 18 gigabytes, en el caso de DVD grabables por las dos caras.

En el siguiente apartado número 3 se citan soportes ópticos de almacenamiento masivo de información y nuevas tecnologías digitales de reconocimiento óptico de caracteres escritos.

3. NUEVOS SOPORTES MAGNETO-ÓPTICOS Y ÓPTICOS DE ALMACENAMIENTO MASIVO DE INFORMACIÓN

Se citan en este epígrafe los soportes magneto-ópticos y ópticos más novedosos en cuanto a capacidad de almacenamiento, rapidez de acceso y durabilidad de la información contenida en ellos. Una vez citados los soportes magneto-ópticos y ópticos se procede a pronosticar y valorar los problemas que entraña la aplicación de los mismos en bibliotecas, archivos y centros de documentación en general.

HD-ROM (High Density Read Only Memory) 165 gigabytes de almacenamiento

La empresa Norsam Technologies entre los años 2000 - 2005 ha estado trabajando en una tecnología de disco compacto, que ambicionaba almacenar en un solo disco la friolera de 165 Gb de datos, cualidad que supone un almacenamiento de información diez veces superior de lo que permite un DVD (Digital Versatile Disk). Finalmente el HD-ROM ha cambiado de denominación, y ha pasado a recibir el nombre de HD DVD-R. El HD DVD-R se ha empezado a comercializar a principios del mes de octubre del año 2006 por la empresa Verbatim.

El HD DVD y el DVD no difieren mucho. Tienen el mismo grosor y el mismo sustrato, por lo que su manufactura es prácticamente la misma. Para su lectura y escritura se usa el láser azul violeta al igual que el disco Blu-ray y con el uso de lentes y codecs alcanza valores superiores al disco DVD.

El formato HD DVD puede almacenar en una capa 15 Gb y en doble capa 30 Gb, por lo tanto es una capacidad de almacenamiento muy inferior a la que se pronosticó alcanzaría en un principio, pero a pesar de todo supera al CD y al DVD, por lo tanto es una tecnología que sin duda puede sustituir a los soportes ópticos convencionales.

El HD-ROM de alta densidad de almacenaje permite reemplazar la actual tecnología láser de 800 a 350 nanómetros con un nuevo y más poderoso haz de partículas de 50 nanómetros. El nuevo láser de haz de partículas puede escribir hasta 20 Mb por segundo en el disco, y la capacidad de lectura es de 3 Mb por segundo.

Un CD-ROM convencional puede almacenar hasta 700 Mb en tanto que un DVD doble puede almacenar 17,5 Gb, por tanto son soportes ópticos cuyo uso y consumo se encuentra destinada a la utilización casera o a ser aplicados sobre colecciones documentales no excesivamente grandes, a diferencia del HD-ROM que es tan poderoso, que su mercado y/o comercialización está destinado a bancos, industrias, aseguradores, bibliotecas, archivos, centros de documentación, entre otras entidades cuyo nivel de información es abrumador y exponencial en el espacio y en el tiempo.

El disco HD-ROM no es un soporte magnético, característica extrínseca, que evita los posibles daños causados por interferencias electromagnéticas, que actualmente suponen un problema o inconveniente para las tecnologías magnéticas de almacenamiento de información.

El disco HD-ROM es una variante del disco HD-Rosetta, disco nanotecnológico ideado por la sociedad Norsam Technologies sobre el año 2000, el cual *está compuesto de un sustrato de silicio o de un metal inoxidable en el cual están grabadas las informaciones bajo forma analógica. Un HD-Rosetta de 50,8mm de diámetro puede contener, según la tasa de reducción elegida, 3.400 micro-imágenes (A4) de 600 micrones de tamaño cada una*. En este soporte se pueden memorizar millones de páginas en miniatura y su lectura se realiza con un microscopio óptico equipado con cámara de video que reconstituye los textos o las informaciones en un video monitor⁵. El disco HD-Rosetta tiene una capacidad de almacenamiento inmensa, se puede llegar a grabar 196.000 páginas, y como se ha indicado en el trabajo de investigación de D. Félix Sagredo Fernández (catedrático de Documentación de la UCM), la lectura de estos discos se realiza, bien a través de un microscopio electrónico o bien mediante un microscopio óptico de menor capacidad lectoral, dependiendo de la cantidad de páginas almacenadas que ocuparán mayor o menor densidad en el disco Rosetta, lo cual permite a posteriori, que esta tecnología nunca quede obsoleta, ya que requiere para su lectura sólo de una lente que permita leer los datos analógicos, a diferencia de los medios digitales, que requieren de software y sistemas operativos específicos para tal acto. Además, los discos HD-Rosetta son grabados al agua fuerte sobre la superficie de níquel que los recubre, por lo que nunca se ven afectados por radiaciones electromagnéticas como sí ocurre en las cintas magnéticas y en algunos soportes magneto-ópticos, de manera que la esperanza de vida de los discos HD-Rosetta es de

⁵ Véase el tema sobre *otros medios ópticos en estudio* en el siguiente capítulo monográfico: Sagredo Fernández, F.; Espinosa, M. B. y Botezan, I. "Tecnologías documentales y soportes avanzados de información". En: López Yepes, J. (coord.). *Manual de ciencias de la documentación*. Madrid: Pirámide, 2002, p. 301.

mínimo 1.000 años o más. Los documentos históricos se pueden almacenar permanentemente en las placas de níquel de disco Rosetta, teniendo la certeza de que se conservarán por un largo periodo de tiempo sin problema. El HD-Rosetta es similar al soporte microfilm, con la diferencia de que este último soporte se accede a la información grabada en ellos a través de bobinado y rebobinado de la película, y el disco Rosetta a través de la visualización microscópica de la placa de níquel en la cual se ha grabado nanómetro a nanómetro la información.

Woxter MINIDRIVE XS USB

El Minidrive de Woxter es un disco duro portátil con conexión USB que permite soportar desde 48 hasta 256 Mb.

Basta con conectar el disco duro a través de cualquiera de las salidas periféricas USB del PC sin necesidad de pilas, cables o drivers. Permite leer, escribir, copiar, borrar y mover la información almacenada en el disco duro del PC, así como reproducir ficheros MP3 y ejecutar vídeos directamente.

Es del tamaño de un dedo pulgar (76x21x10 mm) por ello es fácil de transportar, compacto y muy ligero (12 gr), además es resistente a golpes y a la humedad, requisitos imprescindibles que garantizan la integridad y durabilidad de la información almacenada en tal soporte.

La velocidad de lectura es de 950 Kb / segundo y la velocidad de escritura es de 650 Kb / segundo.

Woxter Portable Disk Slim

Es una unidad de disco duro portátil USB de Woxter. Es la unidad de almacenamiento masivo de información más ligera (150 gr aproximadamente) y pequeña (128x80x13,5 mm), cabe perfectamente en un bolsillo. Se conecta al PC a través del puerto PS2 y realiza la transferencia de datos mediante el puerto USB.

Cuenta con una capacidad de transferencia de 480 Mb / segundo y de 30 hasta 60 Gb de espacio en el disco duro.

MICRODRIVER

El sistema de almacenamiento Microdriver fue desarrollado por IBM. Permite archivar 1 Gb de información en unas dimensiones muy reducidas –tamaño de una moneda– y su peso no supera los 16 gr.

En cada Microdriver se puede almacenar hasta 1.000 fotografías digitales, 18 horas de música con la misma calidad propiciada por un CD-ROM convencional y multitud de archivos diferentes.

El Microdriver está siendo fabricado por compañías como; Psion, i2Go, Fujifilm, Kodak, etcétera.

MULTIMEDIA CARD

Es un pequeño dispositivo del tamaño de un sello de correos (32x24x1,40 mm). Es un formato capaz de almacenar archivos de texto, imagen y voz. Se caracteriza por su bajo consumo de energía, facilitando su uso con portátiles.

Alguno de los fabricantes de este formato son: Emtec, Pretec, Sandisk, Verbatim y Traxdata.

PEERLESS

Iomega e IBM han desarrollado este sistema magnético de almacenamiento de información, al igual que los discos duros, para leer y escribir datos en él.

Cada cartucho tiene una capacidad de 10 a 20 Gb y se puede leer, borrar y escribir un número ilimitado de veces. Permite gestionar los archivos gráficos de audio y vídeo con la velocidad de un disco duro. Se conecta al PC a través del puerto USB.

SECURE DIGITAL

Es un dispositivo de almacenamiento de información tan pequeño como un sello de correos. Permite almacenar 256 Mb, pero Panasonic está trabajando en la fabricación de este mismo dispositivo con capacidad de 1 Gb a fin de que no se quede desfasado u obsoleto como ocurre con otros soportes y /o dispositivos de almacenamiento masivo de información.

Estas tarjetas proporcionan un sistema de seguridad criptográfica para la protección de los datos grabados. Entre las marcas que apoyan al SD se encuentran Canon, Casio, JVC, LG Electronics, Pretec, Palm, Sharp y Toshiba.

SMARTMEDIA

Es un pequeño soporte de almacenamiento de datos y archivos multimedia. Tiene unas dimensiones de 45 mm de largo x 37 mm de alto x 0,76 mm de ancho. Pesa 2 gr. Algunos de los fabricantes que incorporan este tipo de memorias en su catálogo son: Nikon, Philips, Minolta, Toshiba, Ricoh, Leica, Jenoptik, Lexar, Kyocera, Simple Technology, etc.

CN-604

Es un disco portátil del fabricante Sitecom que permite la lectura de casi todas las tarjetas de almacenamiento más populares (Multi Media Card, Smart Media, Compact Flash, Secure Digital, Micro drive, Memory Stick, Memory Stick Pro y cualquier Memory Drive USB) y la posibilidad de guardar hasta 20 Gb de información en la propia unidad.

FMD-ROM (Fluorescent Multilayer Disc-Read Only Memory / Discos Multicapa Fluorescente-Memoria de sólo lectura) 140 gigabytes

Es un medio de almacenamiento masivo de información capaz de grabar 140 Gb de datos, siempre y cuando el tamaño del disco FMD-ROM sea igual al del CD-ROM, pero puede llegar a almacenar 420 Gb, y el super FMD-ROM 1433 Gb. Este soporte óptico es del tamaño de un CD-ROM. Este dispositivo de almacenamiento se diferencia del CD-ROM y del DVD-ROM convencional por el hecho de basarse en el método fluorescente y no de reflexión como ocurre en el caso de los soportes ópticos tradicionales. Además, son discos multicapa, permiten hasta 10 capas a diferencia del CD-ROM que tan solo permite una o del DVD que alberga tan sólo dos.

Los discos FMD-ROM están creados por diferentes capas que permiten aumentar su capacidad de almacenamiento, a mayor número de capas mayor será el número de datos que se podrá grabar en ellos. Las capas son totalmente transparentes y/o fluorescentes para evitar interferencias, dispersión y diafonía causada por el haz de luz del rayo láser sobre superficies opacas.

Cuando el haz del láser llega a una determinada capa del FMD-ROM se emite una luz fluorescente. La luz emitida tiene una longitud diferente a la de la luz láser incidente en el

disco óptico (son diferentes tipo de luz), ya que tienen naturaleza incoherente, por tanto cada capa fluorescente emite una luz diferente, y esta luz debe atravesar cada una de las capas superiores hasta llegar al lector. Esta luz no se degrada fácilmente a medida que atraviesa diferentes capas (cosa que sí ocurre en los soportes ópticos tradicionales como el CD-ROM y el DVD-ROM).

El conjunto de luces reflejadas procedentes de las diferentes capas del FMD-ROM serán filtradas y su lectura se realizará mediante un CCD, el cual ofrecerá un patrón digital que se transformará en una cadena digital.

Un FMD-ROM puede contener tantas capas como se desee. Se ha comenzado a fabricar discos ópticos FMD-ROM de 10 capas, pero para un futuro no muy lejano se está pensando construir FMD-ROM con 1.000 capas, lo cual supone una capacidad de almacenamiento de datos del orden de 10 terabytes aproximadamente.

En cuanto a la capacidad de grabación, los FMD-ROM prestan las mismas opciones que un CD-ROM y DVD-ROM normal; son grabables por una sola cara (FMD-WORM) y re-escribible o regrabables (FMD-RAM).

La tecnología basada en la lectura y la escritura de información en discos multicapas fluorescentes comenzó hace algunos años cuando la empresa *IBM presentó con grandes medios publicitarios sus realizaciones sobre un disco óptico grabable multicapa. Parece ser que después renunció a seguir sus investigaciones.* Más tarde la sociedad Constellation trabajó en un concepto diferente de disco óptico multicapa. *Sus ingenieros pusieron a punto las tecnologías que funcionan en laboratorio. Consistente en el uso de una estructura física del tipo <<mil hojas>> combinada con una capa reactiva por fluorescencia a la luz del láser de escritura y de lectura*⁶.

UDO (Ultra Density Optical)

Plasmon Inc. ha desarrollado un formato para el almacenamiento de información, que sigue las especificaciones marcadas por el consorcio Blu ray (rayo azul). La densidad de área de esta tecnología es de 0,7 y a partir del 2005 de 0,85.

La capacidad de almacenamiento inicial será de 30 Gb, doblándose dicha capacidad en cada generación, hasta alcanzar los 120 Gb en la tercera generación.

La esperanza de vida de los soportes ópticos derivados de esta tecnología es de 50 años aproximadamente, y la capacidad de transferencia de escritura y lectura de los datos almacenados oscila entre 8 a 18 Mb / segundo a medida que el soporte óptico evolucione con el paso del tiempo.

AOD (Advanced Optical Disk)

Soporte óptico que será el sustituto natural del DVD. Guardará el mismo formato de disco de 120 mm sin cartucho y su apertura numérica será de 0,7 mm, lo cual hará posible la compatibilidad con el DVD y el CD.

Se podrá optar entre discos con una capacidad de almacenamiento de entre 20 a 36 Gb, y alrededor de 2006 alcanzará los 70 Gb de almacenamiento de información. La capacidad de transferencia de datos, tanto para su lectura como para su grabación, es de 5 Mb / segundo, y la esperanza de vida de este soporte es de aproximadamente 50 años.

⁶ Véase el tema sobre *otros medios ópticos en estudio* en el siguiente capítulo monográfico: Sagredo Fernández, F; Espinosa, M. B. y Botezan, I. "Tecnologías documentales y soportes avanzados de información". En: López Yepes, J. (coord.). *Manual de ciencias de la documentación*. Madrid: Pirámide, 2002, p. 297.

Sony Blue Laser Professional

Sony está desarrollando un nuevo formato de almacenamiento óptico basado en láser azul⁷. Tendrá un tamaño similar al DVD y CD (120 mm). Los discos estarán protegidos por un cartucho de 5 ¼. La primera generación de estos discos ópticos tendrá una capacidad de 23 Gb, alrededor de 2007 alcanzará los 100 Gb de almacenamiento de información. Tan sólo se podrá grabar en una cara a pesar de que disponga de dos. Soportará discos WORM y re-escribibles, sin embargo no será compatible con otras tecnologías ópticas. La tecnología *ray blue* empezó a desarrollarse a partir del año 2000 cuando *algunos empresarios trabajaron sobre el uso de un rayo láser con una longitud de onda corta –emitiendo en verde o en azul– con el objetivo de reducir el tamaño de las pistas y las zonas grabadas para aumentar la densidad de almacenamiento*⁸.

Al igual que el HD DVD-R, el BD se ha empezado a comercializar a principios del mes de octubre del año 2006 por la empresa Verbatim⁹.

Nano-CD

El nano-CD es un disco óptico de silicio del tamaño de un penique, cuya capacidad de almacenamiento de información asciende a la cabida en 800 Cds estándares de 650 Mb cada uno, por tanto este CD miniaturizado lleva incorporado una capacidad de grabación de datos de 65 Gb por pulgada cuadrada.

Discos holográficos Maxell desarrollados por InPhase. – 300 Gb

La compañía InPhase, junto con Bayer, Optware y Hitachi-Maxell son las únicas compañías que están desarrollando la tecnología holográfica como soporte óptico de almacenamiento masivo de información. El disco holográfico Maxell de 300 Gb. será comercializado a una serie de clientes muy particulares en el mes de diciembre de 2006¹⁰, así como

⁷ El rayo láser azul se diferencia del rayo láser rojo (utilizado este último para la grabación y lectura de discos CD y DVD convencionales) en que el rayo láser azul tiene una longitud de onda más corta, por lo que necesita un espacio más fino y pequeño para escribir y leer los datos en el disco óptico de rayo láser azul, de manera que permite escribir y leer más datos en un espacio más reducido que el necesitado para la lectura y escritura de un CD o un DVD convencional, por ello los nuevos proveedores del DVD, entre ellos Sony y Matsushita, pretenden crear un estándar uniforme para los discos ópticos de rayo láser azul.

⁸ Véase el tema sobre *otros medios ópticos en estudio* en el siguiente capítulo monográfico: Sagredo Fernández, F; Espinosa, M. B. y Botezan, I. “Tecnologías documentales y soportes avanzados de información”. En: López Yepes, J.(coord.). *Manual de ciencias de la documentación*. Madrid: Pirámide, 2002, p. 296.

⁹ HD DVD-R y Blu Ray, son dos soportes ópticos que actualmente permanecen en constante lucha al ser incompatibles sus formatos a la hora de la lectura y escritura de los mismos. Un grupo de ingenieros de la empresa Warner han ideado un sistema para unificar en un formato único ambos discos ópticos. El procedimiento consiste en colocar la capa Blu-Ray sobre la capa HD-DVD, permitiendo al láser leer la capa HD-DVD y reflejar lo suficiente para que un reproductor de Blu-Ray pueda leer el disco. En cuanto a la capa DVD, puede insertarse en el lado opuesto del disco, por la diferencia en los láseres usados. Para más información puede consultarse la dirección web: <http://tecnologas.blogspot.com/2006_09_01_tecnologas_archive.html>.

¹⁰ InPhase Technologies quiere lanzar al mercado a finales de 2006 soportes de datos grabables una sola vez para el archivado profesional. Posteriormente está previsto que les sigan discos reescribibles y productos para el mercado masivo, por ejemplo para agendas PDA en el ámbito de la informática de consumo. Además, Bayer Material Science quiere analizar intensivamente posibilidades de aplicación que vayan más allá del mercado para soportes ópticos de datos. Por ejemplo, en el área de iluminación y óptica, los materiales holográficos podrían emplearse en el futuro en pantallas y sensores situados en el habitáculo del automóvil, en pantallas de proyección o luces de señalización, con lo que abrirían visiblemente una nueva dimensión.

los correspondientes dispositivos de lectura y escritura¹¹. Estos discos holográficos en principio contarán con una capacidad de almacenamiento de información de la orden de 300 Gb, pero la compañía Inphase pretende llegar a almacenar en ellos 1,6 terabytes de información (1.600 gigabytes¹²), sin comprensión y en un solo disco. La velocidad de transferencia de datos llegará a 120 Mb, y el tamaño físico de tales soportes holográficos será el que adoptaron los primeros “floppy disk”: 5,25 pulgadas¹³. Los discos holográficos Maxell recibirán el nombre de *Tapestry HDS-300R*, pero el término genérico es H-ROM (Holographic-ROM), y serán de disposición general en el primer trimestre del año 2007. Estos discos holográficos tienen un diámetro de 13 cm, una transferencia de datos de aproximadamente 20 Mb/s, apriorísticamente su lectura y escritura se hará a través de la tecnología del rayo láser rojo, pero a medida que se vaya perfeccionando dicha tecnología se hará a través del rayo láser verde y azul, que permitirá más capacidad y la posibilidad de escribir en los discos. Están pensados para cubrir necesidades de almacenamiento de información en compañías, industrias, entidades, archivos, bibliotecas y centros de documentación, que se propongan sustituir sus sistemas de archivo de almacenamiento de backups magnético por estos discos ópticos.

La empresa japonesa Optware está trabajando en un disco holográfico del tamaño de un DVD, que se pronostica contemplará la posibilidad de almacenar aproximadamente 1 terabyte (1024 Gb) de información, y la velocidad de transferencia de datos será de un 1 Gb/s. Estos discos holográficos recibirán el nombre de HVDs (Holographic Versatile Disc), pero al igual que la compañía InPhase, Optware por el momento sólo ha llegado a fabricar tarjetas holográficas con una capacidad de almacenamiento de información de 30 gigabytes. El disco holográfico de capacidad comprendida entre 800 Gb – 1,8 terabytes de información, se pronostica verá la luz en el año 2008 en adelante, con ello se rompen las expectativas, que la empresa Optware tenía para el año 2006, sin embargo por primera vez se logra estar más cerca que nunca de un soporte de almacenamiento de información tan colosal, como lo es el *Tapestry HDS-300R*. Sin embargo, y aún pareciendo contradictorio, en el mes de julio del año 2006 la empresa israelí Matteris ha llegado a crear el ansiado

Consúltese:

<<http://www.bayer.es/COMUNICACION/NOTICIASBAYER.nsf/0/c1256cbd00560b3dc1256ff10051fcf6?OpenDocument>>.

¹¹ InPhase prevé introducir en el mercado en 2006 soportes holográficos de datos basados en materiales de Bayer MaterialScience con una capacidad de 300 gigabytes, así como los correspondientes dispositivos de lectura y escritura. Para ampliar la información consúltese: <<http://www.bayer.es/COMUNICACION/NOTICIASBAYER.nsf/0/c1256cbd00560b3dc1256ff10051fcf6?OpenDocument>>.

¹² Este gigantesco volumen de datos corresponde a 780 millones de páginas DIN-A4 escritas, lo cual equivaldría a los fondos de una biblioteca con unos cuatro millones de libros [...] y 1,6 millones de fotografías de alta resolución. Consúltese:

<<http://www.bayer.es/COMUNICACION/NOTICIASBAYER.nsf/0/c1256cbd00560b3dc1256ff10051fcf6?OpenDocument>>.

¹³ Para el almacenamiento holográfico de datos, el haz de luz láser se divide en un haz de señal y un haz de referencia. El haz de señal, que actúa como portador de los datos, se combina en el medio de almacenamiento polimérico con el haz de referencia. Esto da lugar a un complejo patrón espacial de interferencias que se almacena en el polímero de forma tridimensional. La lectura de los datos se realiza también mediante un láser. Esta tecnología se caracteriza por una elevada densidad de almacenamiento y una rápida transferencia de datos.

Consúltese:

<<http://www.bayer.es/COMUNICACION/NOTICIASBAYER.nsf/0/c1256cbd00560b3dc1256ff10051fcf6?OpenDocument>>.

disco holográfico de 1 Terabyte del diámetro de un DVD, fabricado con nanomateriales en lugar de fotopolímeros, componentes que permiten mayor perdurabilidad de los discos, y mayor rapidez en la transferencia de datos, además de poseer una capacidad de almacenamiento 20 a 40 veces superior a un disco óptico Blu ray y HD-DVD, por lo tanto la empresa Optware debe plantearse alcanzar otro reto, en lo que a soportes ópticos se refiere, que supere la fabricación de Matteris. El disco holográfico de 1 terabyte no está a la venta y tampoco se ha pronosticado cuando saldrá al mercado, lo que sí es una obviedad es el conocimiento de su existencia, que procura soluciones de espacio a largo plazo en archivos, bibliotecas y centros de documentación¹⁴.

3D Holographical Disc Drive Storage–Atomic Holographic Disk

Colossal Storage Copr. recientemente a puesto en marcha una tecnología que permitirá en un futuro almacenar en un único disco óptico holográfico, anatómico, 3D y re-escribible, la cantidad colosal de 20.000 DVDs.

Se pretende que este tipo de soporte óptico tenga una esperanza de vida de al menos 100 años o más, y dentro de este porcentaje de años sea utilizable, sin embargo se pretende que la durabilidad de esta tecnología óptica sea infinita, esto es, perpetua. Es un formato muy resistente a cambios climáticos o medio-ambientales.

Estos discos ópticos holográficos y anatómicos permitan la transferencia de los datos, tanto en lectura como en escritura, a una velocidad de 1.000 Gb / segundo aumentando la velocidad a medida que la investigación evolucione el formato 3D, téngase en cuenta que esta tecnología óptica se fundamenta en la capacidad y velocidad de procesamiento de información cabida en un electrón y progresivamente cabida en un fotón.

Colossal Storage Coporation espera que su nanotecnología sea 1.000 veces más rápida en transferencia de datos que cualquier tecnología óptica actual y futura. La capacidad de almacenamiento de estos discos es de 40.000 terabytes, o lo que es lo mismo 40.000.000 de gigabytes. Aprovechan toda la densidad del disco óptico desde los extremos hasta el centro, para ello incluyen 100 capas verticales moleculares, y cada capa molecular corresponde a 1,6 moléculas de energía. A partir del establecimiento masivo de esta tecnología molecular, óptica y holográfica los discos ópticos se llenarán de datos e informaciones y se recuperará dicha información a través de la escritura y la lectura *nanorecording*, utilizando para ello un láser azul de Ultra Violet / Deep.

Este tipo de disco óptico palia la obsolescencia hallada en los discos magnéticos, magneto-ópticos y ópticos del S. XXI. Es una proyección de futuro, pues se manejarán unidades de almacenamiento de información del orden del gigabyte, terabyte, petabyte, exabyte, zettabyte y yottabyte, unidades de almacenamiento masivo de información del tamaño de una pulgada cúbica, que actualmente los soportes ópticos comunes (CD-ROM y DVD-ROM) no pueden ofrecer y/o soportar.

Se estima que esta tecnología entrará en auge a partir del año 2010 y se desarrollará plenamente en el año 2015 en adelante. Sin duda es una tecnología de almacenamiento masivo de información muy interesante, ya que permitirá almacenar más de 6.840 horas de video sin que pierda ni un solo ápice de calidad en la reproducción de las imágenes

¹⁴ Más información en los enlaces web: <<http://www2.matimop.org.il>>, <<http://www2.matimop.org.il>> y <<http://www.digitmag.co.uk>>.

audiovisuales, permitirá almacenar 2.100.000 radiografías¹⁵ o 10.000.000 de imágenes de alta resolución, y en el terreno archivístico permitirá grabar 30.000 cajas de documentos de archivo con sus correspondientes legajos, así como la capacidad de información cabida en 20.000 DVD o 4.000 discos basados en la tecnología de rayo láser azul o 100 discos de la capacidad de un gigabyte o tal vez 50 discos holográficos Maxell promocionados por la compañía Inphase, los cuales se comercializarán a lo largo del año 2006. Es más que evidente que esta tecnología es superior a todas las tecnologías ópticas y holográficas que actualmente existen, y que se están llevando a la práctica en pleno siglo XXI.

Una vez citados los soportes magnéticos y ópticos más novedosos queda determinar cuál/es de ellos son los más adecuados para conservar documentación impresa y manuscrita de calado antiguo e histórico.

Indudablemente, los discos holográficos, el HD-ROM, el FMD-ROM, el AOD, el UOD, así como todo soporte óptico basado en la tecnología del rayo láser azul son aptos para ser aplicados a los fondos bibliográficos e históricos de archivos y bibliotecas de España. Sin duda alguna el disco óptico holográfico y anatómico 3D resulta ser la tecnología óptica más avanzada, y por tanto más ambiciosa en el terreno de la conservación, recuperación y /o transmisión de imágenes digitales con alta velocidad y resolución. En un solo disco óptico de estas características podría aunarse todo el contenido documental de un archivo, biblioteca y centro de documentación. Esta tecnología además incluye la opción de permanecer abierto en aras de incrementarse con nuevo material documental novedoso, téngase en cuenta que el disco holográfico anatómico contempla la posibilidad de ser re-escrito. Esta última tecnología citada, investiga el modo de proyectar los discos ópticos holográficos infinitamente, esto es, que no tengan destrucción ni capacidad de almacenamiento limitado.

Hasta el momento sólo hemos hablado de los soportes magnéticos, magneto-ópticos y ópticos obsoletos y vigentes, sin embargo no hemos tratado el tema de las nuevas tecnologías digitales de captura de caracteres escritos, esenciales como herramienta de almacenamiento y conservación de datos e información en archivos, bibliotecas y centros de documentación, por ello en el siguiente sub-epígrafe 3.1 se exponen concisamente.

3.1 Nuevas tecnologías de reconocimiento óptico de caracteres escritos

El reconocimiento óptico de caracteres escritos (OCR) es la tecnología digital que se ha utilizado comúnmente en archivos, bibliotecas y centros de documentación, para transformar caracteres textuales de documentos manuscritos a código ASCII, sin embargo existen otras tecnologías de captura digital más avanzadas, que permiten aprehender los documentos manuscritos e impresos sofisticada e inteligentemente. Se trata de tecnologías tales como: ICR, OWR, OMR y tecnología KFI. Paso a paso se define en qué consisten cada una de las tecnologías digitales mencionadas en líneas anteriores, y las ventajas que prestan unas sobre las otras con la finalidad de precisar al final de este sub-epígrafe cuál

¹⁵ María Jesús Lamarca Lapuente indica en su tesis doctoral que: *La American College of Radiology estima que se requieren 10 Mb de capacidad de almacenamiento para guardar una radiografía convencional en formato digital; por lo tanto, para convertir todas las radiografías a formato digital se requerirían 20 petabytes de almacenamiento cada año y hay que tener en cuenta que hay que guardar estos datos durante un largo período de tiempo. Se calcula que guardar estos datos durante un período de 10 años, equivaldría aproximadamente a tener 20 mil millones de imágenes o 200 petabytes.* El disco holográfico anatómico nanotecnológico aportaría el espacio necesario, para almacenar radiografías en hospitales y en clínicas. Véase la web: <<http://www.hipertexto.info/>>.

sería la tecnología digital más sofisticada para la captura de libros y documentos manuscritos e impresos.

Estas son las tecnologías digitales de reconocimiento óptico de caracteres escritos más importantes:

- **Tecnología ICR** (Intelligent Character Recognition, reconocimiento inteligente de caracteres): consiste en la capacidad de reconocer caracteres escritos a mano (en letra de molde) y traducirlos a caracteres ASCII. Las formas que contienen estos caracteres pueden ser leídas en un lector, o recibidas a través del fax o directamente en un formato electrónico.
- **Tecnología OWR** (Online Word Registration): es una herramienta que permite el registro de documentos digitales en la Red.
- **Tecnología OMR** (Optical Mark Recognition, Reconocimiento Óptico de Marcas): NCS Pearson fue quien inventó la tecnología OMR, cuya capacidad consiste en detectar la presencia o ausencia de una marca en una hoja, bien sea de agua o hecha con lápiz o tinta, y traducir esa información en un número o letra, quedando registrada toda la información del documento original.
- **Tecnología KFI**: captura desde la imagen. Es una tecnología que consiste en teclear la información contenida en un documento directamente de una pantalla una vez que ha sido capturada previamente la imagen del documento en formato electrónico.

Indudablemente la tecnología OCR y OMR son óptimas para capturar digitalmente grupos de documentos manuscritos e impresos. La tecnología OMR subsana la deficiencia hallada en la tecnología OCR, la cual no es capaz de capturar los símbolos de marca de agua en documentos manuscritos, deficiencia importante de cara a futuras investigaciones diplomáticas¹⁶.

Explicado y presentado el estado de la cuestión en materia de nuevas tecnologías digitales, magneto-ópticas y ópticas, a continuación en el sub-epígrafe número 3.2 se concreta cuales son las posibles aplicaciones que dichas tecnologías novedosas pueden aportar a la preservación, longevidad y difusión del patrimonio bibliográfico y documental español en el siglo XXI.

3.2 Aplicación de nuevas tecnologías digitales y nuevos soportes magneto-ópticos y ópticos de almacenamiento masivo de información al patrimonio bibliográfico y documental español como recurso de preservación, longevidad y difusión

Encierra este penúltimo sub-epígrafe; un informe científico que no trata de ser persuasivo ni directivo, así como tampoco pretende exponer ideas inacabadas y sugeridoras, sino comunicar las posibles aplicaciones que las nuevas tecnologías digitales, magneto-ópticas y ópticas pueden aportar para la preservación del patrimonio bibliográfico y documental español en el siglo XXI, una vez estudiados los recursos tecnológicos y digitales de terce-

¹⁶ Muchos documentos manuscritos e impresos son validados con sellos de agua, eso es, sellos que quedan incrustados en los documentos, los cuales no son estampados con tinta, sino marcados en el papel con una especie de relieve sobresaliente. La tecnología OCR no captura este tipo de sellos, por lo que la reproducción digital de esta clase de documentos, si utilizamos la tecnología OCR, no proporcionaría la conservación de la réplica exacta del documento original en soporte digital.

ra generación, que resultan ser más adecuados a las características extrínsecas e intrínsecas de libros antiguos y documentos manuscritos e impresos de valor terciario.

En primer lugar se citan los resultados derivados de la hipotética aplicación de nuevas tecnologías digitales y nuevos soportes ópticos de almacenamiento masivo de información, y en segundo lugar en el apartado número 4 del artículo se enumeran las conclusiones derivadas de esta investigación.

Son perspectivas de futuro las que se han ido enumerando a lo largo del artículo como métodos de preservación eficaces e impermeables al paso del tiempo.

En el S. XXI se está trabajando sobre el desarrollo y comercialización de nuevos soportes ópticos de almacenamiento masivo de información (HD-ROM, FMD-ROM, CD-Holográfico, CD-Holográfico Anatómico, Nano-CD, etcétera), dejando atrás todo rastro de soportes magnéticos extremadamente vulnerables a la imantación siempre y cuando se hallen cercanos a otros campos o cuerpos magnéticos.

El problema en preservación o conservación no finaliza con el desarrollo o comercialización de tecnologías ópticas de almacenamiento masivo de información. Existen dos conceptos, que determinan la problemática clave encontrada en este tipo de soportes: **obsolescencia** e **incompatibilidad**. La esperanza de vida de la mayoría de los soportes ópticos de almacenamiento masivo de información se estima en 50 años, a excepción del disco óptico holográfico anatómico que se ha pronosticado, que durará infinitamente, el resto de las tecnologías ópticas sufren constantemente cambios vertiginosos, por ello no se puede considerar ninguna de ellas como infalible, siempre habrá tecnologías magneto – ópticas y ópticas más avanzadas, que doblen en rapidez y eficacia a las utilizadas en un principio. Este es el problema central entorno al cual gira la gran rueda de la investigación biblioteconómica y documental, pues atenta directamente contra la preservación digital e íntegra de la información contenida en los soportes informáticos de última generación.

En un solo FMD-ROM u HD-ROM puede almacenarse, por poner un ejemplo, todos los documentos electorales convertidos a formato digital contenidos en la Serie de Documentación Electoral (208 legajos hasta el año 1993) del Archivo Histórico del Congreso de los Diputados o todas las publicaciones periódicas conservadas en la Hemeroteca de la Biblioteca Nacional de España, el problema del almacenamiento se solventa sin ninguna dificultad, lo que resulta realmente costoso es llevar a cabo el denominado proceso de migración o renovación de los soportes ópticos caducos, donde se procede al trasvase de toda la información contenido en un soporte óptico determinado, que adolezca de síntomas de obsolescencia, hacia otro más avanzado y adaptado a los nuevos aparatos informáticos lectores y grabadores o reproductores de información grabada en cadenas de ceros y unos: bits. La aplicación de estos soportes ópticos de almacenamiento masivo de información entraña una gran responsabilidad por parte de quien los utiliza. Un disco CD-ROM es capaz de almacenar 700 Mb de información, un disco DVD doble es capaz de almacenar 17,5 Gb, sin embargo un disco FMD-ROM o un disco HD-ROM es capaz de grabar aproximadamente unos 300 Gb de información, por tanto si se opta por esta tecnología se debe estar bien seguro que funcionará y que será eficaz por un periodo de tiempo prolongado, pues de lo contrario ponemos en juego la pérdida de un volumen de información muy grande en un solo soporte, así como todo el trabajo que ha llevado el proceso de grabación. Este es un macroproblema, esto es, un problema de gran calibre, porque la solución no está al alcance de la mano de inmediato, sino más bien hay que buscarla continuamente, a diferencia de los procesos de restauración física a los que son sometidos los

documentos antiguos, lo cual representa un microproblema, porque la solución es inmediata: laminación, desacidificación, etcétera, sin embargo sigue existiendo una parte problemática muy reducida en cuanto a la resolución del problema planteado a largo plazo, eso es, el deterioro documental es progresivo y trasciende a la restauración.

Con respecto a la aplicación de nuevas tecnologías digitales de reconocimiento óptico de caracteres escritos, normalmente los formatos de almacenamiento de imágenes digitales no suele variar en demasía. Dependiendo del nivel de resolución que pretendamos obtener en una imagen digital aplicaremos el formato *tiff*, *gif*, *jpg*, entre otros. Concretamente los documentos manuscritos suelen ser capturados en formato *tiff*, formato que ocupa mucho espacio en disco óptico. Sopesando las ventajas y los inconvenientes insertos en este formato, las ventajas han representado mayor peso sobre los inconvenientes, pues un acabado digital cuasi-perfecto merece la pena por encima de todas las cosas.

El reconocimiento óptico de caracteres dependerá, como se ha explicado en epígrafes y sub-epígrafes anteriores, de las características extrínsecas e intrínsecas de los libros y documentos antiguos que son sometidos a proceso de digitalización.

4. CONCLUSIONES

Se enumeran todas las soluciones derivadas de los problemas planteados en los epígrafes y sub-epígrafes anteriores en forma de conclusiones precisas y claras:

- Archiveros, bibliotecarios y documentalistas deben acercarse a la comprensión de los cambios introducidos en las tecnologías digitales, magneto-ópticas y ópticas, que utilicen en sus instituciones y /o almacenes intelectuales.
- La capacidad de almacenamiento de información de un CD-ROM y de un DVD-ROM progresivamente irá disminuyendo en prestaciones de lectura, escritura y transferencia de datos o información, por lo que poco a poco serán soportes ópticos sustituidos por discos basados en el rayo láser azul, así como por discos holográficos de mayor capacidad de almacenamiento de datos y mayor rapidez en el acceso y transferencia de información¹⁷.
- Para preservar la autenticidad e integridad de los datos electrónicos y digitales se requiere del conocimiento de la información de contexto, es decir, la referencia que permite obtener el conocimiento necesario sobre aspectos técnicos claves tales como; formato y versión de los documentos digitalizados, lista de códigos, información de quién generó los documentos digitales, lenguaje/s de programación empleados, descripción de la representación de los caracteres y firmas que se han incorporado para asegurar su autenticidad; autenticidad hallada en los metadatos, en el caso de que los documentos digitalizados hayan sido incorporados en un sistema de información *on-line*.
- Reconocimiento de los puntos fuertes y débiles de los nuevos soportes ópticos utilizados, así como de la información documental y contextual contenida en los mismos, la cual ha de poder migrarse a nuevos soportes tecnológicos –con mejores

¹⁷ La tecnología óptica y digital avanza a pasos agigantados, téngase en cuenta que el CD-ROM comenzó a existir a penas hace 20 años, y el DVD-ROM poco más de 10, y aún así ya son soportes de almacenamiento de información que se están quedando obsoletos.

posibilidades de búsqueda y con mayor velocidad de procesamiento y transferencia de datos— una vez que caduquen o desaparezcan los soportes vigentes.

- Evaluar la responsabilidad que entraña manejar nuevos soportes magneto-ópticos y ópticos de almacenamiento masivo de información y nuevas tecnologías digitales, tanto *on-line* como *off-line*, del orden del gigabyte, terabyte, petabyte, exabyte, zettabyte y yottabyte de cara a la preservación digital de los documentos. Sopesar los riesgos y las ventajas y proceder en base a esta reflexión.
- Estudiar detenidamente las características extrínsecas e intrínsecas de los documentos originales manuscritos e impresos a fin de seleccionar la tecnología de captura digital correcta y /o adecuada.
- Implantación de archivos y bibliotecas digitales y virtuales como Sistemas de Información Históricas (SIH) dinámicos, por parte de los directivos o autoridades responsables de los archivos y bibliotecas españolas que custodian el patrimonio bibliográfico y documental de la nación, con la finalidad de ahorrar desplazamientos innecesarios y consultas directas también innecesarias sobre el material bibliográfico y documental original en formato manuscrito o impreso. La instalación de Sistemas de Información Históricas (SIH) en bibliotecas y archivos presenciales permite conocer el grado de satisfacción de usuarios con respecto al rendimiento del sistema de información a través de encuestas y estadísticas cibernéticas integradas en el susodicho sistema de información histórico. Actualmente el proyecto de digitalización: *Archivos Españoles en Red*, permite el acceso digital a través de la red Internet de un sin número de documentos manuscritos digitalizados previamente, que se custodian en diferentes archivos estatales de España. Sobresale también en esta misma línea; el archivo virtual del Senado de España, el cual permite consultar y capturar documentos manuscritos digitalizados, recurso informático que no ofrece el Archivo Histórico del Congreso de los Diputados de España a través de la red Internet, aunque si la Biblioteca del Congreso de los Diputados, la cual ofrece acceso digital a las páginas del Diario de Sesiones Histórico a través de la búsqueda por texto libre o palabra clave, palabras claves correspondientes al personaje político o asunto parlamentario que nos interese. Así mismo, la Biblioteca Nacional de España a través del catalogo ARIADNA permite la búsqueda (simple o precisa) y recuperación de numerosas referencias bibliográficas y documentales, proporcionando en algunos casos, el acceso a libros y documentos digitalizados en tiempo real.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BEREJO MARTINEZ, Antonio y FUENTES ROMERO, Juan José. *Los soportes fílmicos, magnéticos y ópticos desde la perspectiva de la conservación de materiales. Anales de Documentación*, nº 4, 2001, p. 27-30. Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia.
- COLOSSAL STORAGE CORP. Anatomic Holographical Optical Nanostorage Drive. <<http://colossalstorage.net>>. [Consultado: 28 noviembre 2006].
- ESPINOSA, M^a Blanca; IZQUIERDO, José M^a. et al. *Tecnologías documentales: memorias ópticas*. Madrid: Tecnidoc, 1994.

- GRUPO BAYER EN IBERIA. Bayer MaterialScience se lanza al desarrollo de soportes holográficos de datos que sustituirán al DVD con hasta casi 50 veces mayor capacidad. <<http://www.bayer.es/COMUNICACION/NOTICIASBAYER.nsf/0/c1256cbd00560b3dc1256ff10051fcf6?OpenDocument>>. [Consultado: 28 noviembre 2006].
- HD-Rosetta Archival Preservation Technologies and Services. (2001). <<http://www.norsam.com>>. [Consultado: 28 noviembre 2006].
- La perdurabilidad de la información en los nuevos soportes documentales. Cuartas Jornadas Archivísticas. Huelva: Diputación provincial de Huelva, 1994.
- LAMARCA LAPUENTE, María Jesús. Tesis doctoral hipertexto: el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. <<http://www.hipertexto.info/>>. [Consultado: 28 noviembre 2006].
- MATIMOP. Israeli Industry Center for R&D <<http://www2.matimop.org.il>>. [Consultado: 28 noviembre 2006].
- Noticias 3D <<http://www.noticias3d>>. [Consultado: 21 noviembre 2006].
- SAGREDO FERNÁNDEZ, Félix; ESPINOSA, M^a. Blanca y BOTEZAN, Iuliana. "Tecnologías documentales y soportes avanzados de información". En: LÓPEZ YEPES, José (coord.). Manual de ciencias de la documentación. Madrid: Pirámide, 2002.