

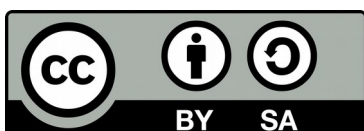
**Software libre para la
gestión documental**

Módulo 6

La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

Guillermo Castellano





La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

Guillermo Castellano Casas

Septiembre 2017

Maquetado por Guillermo Castellano Casas con LibreOffice 5.0 en Linux Mint 17.3.

Fuente Alegreya Sans de Juan Pablo del Peral.

Imagen de portada de [Pexels](#).

Infografías diseñadas por Ana Amelia Patiño Esteo con Inkscape en Ubuntu 16.04.

Puedes compartir, es decir, copiar y distribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar, es decir, mezclar, transformar y crear a partir del material. Las condiciones para esto son reconocer adecuadamente la autoría, proporcionando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios (haciéndolo de cualquier forma razonable, sin sugerir que se tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace), y compartiendo con la misma licencia si se mezcla, transforma o crea a partir del material.

La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

1. Problemática de la conservación a largo plazo de los documentos electrónicos

Ya estemos hablando de información generada por una organización en el desarrollo de sus actividad, de publicaciones digitales o de contenidos audiovisuales, la documentación nace cada vez más en formato electrónico. Los soportes electrónicos también son escogidos por los archivos históricos para difundir en la red sus fondos en papel y minimizar su manipulación. En este contexto, aumentan las voces preocupadas por el futuro de nuestro patrimonio digital. Vint Cerf, uno de los padres de internet, pronostica abiertamente que la nuestra será una “edad oscura digital” (Ghosh, 2015) porque a su juicio gran parte de esta información no continuará siendo accesible dentro de unas décadas.

Conservar los documentos electrónicos requiere una estrategia de preservación específica. Mientras que los documentos en papel están amenazados por peligros como el fuego, los cambios de temperatura y humedad, las plagas, las inundaciones y las guerras, los documentos electrónicos están expuestos a peligros como la obsolescencia tecnológica, que puede dejarlos igual de inutilizados que la peor de las catástrofes. Las Bibliotecas de Alejandría del futuro no serán decenas de miles de libros reducidos a cenizas, sino millones de datos únicos escritos en un formato que ningún ordenador podrá leer.

Aunque los soportes electrónicos presentan muchas ventajas con respecto al papel, el permanente avance tecnológico acorta en el tiempo la transición de una generación tecnológica a otra y aumenta el peligro de perder información en el camino. Si uno quisiera hoy ejecutar uno de esos viejos disquetes de 5 ¼ pulgadas a los que jugaba en el Amstrad PC o reproducir un casete, probablemente no encontraría en su casa ningún equipo compatible. Lo mismo ocurrirá antes de lo que esperamos con los CD/DVD: si nos fijamos, cada vez menos portátiles incorporan una unidad para leerlos y ya se vende más software y multimedia en formato digital que en formato físico.

Otro problema de los soportes electrónicos es su durabilidad. Las unidades de almacenamiento más utilizadas actualmente, los discos HDD, son muy sensibles al magnetismo y conviene renovarlos cada 4-6 años, mientras que los SSD, que se están consolidando como una alternativa por su mayor velocidad, tienen un número limitado de ciclos de escritura. Si están conectados a la red, estos soportes presentan el problema añadido de que un tercero podría leer, editar, eliminar o encriptar la información sin autorización, como hemos visto en el reciente ataque con WannaCry.

Alternativas como los soportes ópticos tienen una durabilidad algo mayor, pero no resuelven de manera definitiva el problema. Aunque los investigadores están desarrollando soportes mucho más duraderos, como los discos de cuarzo – que, según Peter G. Kazansky y otros (2016), tienen una “vida prácticamente ilimitada” –, esta tecnología todavía es experimental. La documentación electrónica que producimos con los medios actuales está amenazada por la obsolescencia tecnológica y la corta durabilidad de los soportes electrónicos. Como bien apunta Jordi Serra Serra (2008, pp. 113-114), “el concepto de conservación pasiva por ausencia de uso, conocida también como *abandono benigno* (*benign neglect*), no es una opción aplicable a la documentación electrónica, donde los documentos no se deterioran con el uso sino a causa de factores dinámicos y contextuales”, lo que hace que sea “preferible sustituir el concepto de *conservación permanente*, de carácter estático, por el de *conservación continua*, mucho más representativo de la realidad activa de la preservación digital”.

Nuestro reto ya no es digitalizar los archivos, sino archivar lo digital.

2. Estrategias de preservación digital

Cuando hablamos de preservación digital, resulta difícil no citar a Jeff Rothenberg (1999), que ofrece una de las primeras clasificaciones de las diferentes estrategias a nuestro alcance para asegurar la conservación a largo plazo de los documentos electrónicos:

1. Impresión.
2. Conversión a formatos estándar.
3. Conservación de la tecnología.
4. Migración.
5. Emulación.

Serra (2008, pp. 150-151) propone una clasificación de las estrategias de preservación digital en función de si modifican el contenido, modifican el entorno tecnológico o no modifican ni el contenido ni el entorno tecnológico:

	Modifica el contenido	Modifica el entorno tecnológico
Conservación de la tecnología	–	–
Migración	X	–
Emulación y encapsulado	–	X

Otra clasificación con la que podemos trabajar es la del proyecto Preserving Virtual Words (McDonough y Olendorf, 2010), más orientada a programas de ordenador y objetos audiovisuales (en concreto, a videojuegos) que a documentos electrónicos:

1. Conservación del hardware.
2. Emulación y virtualización.
3. Migración.
4. Restauración digital.
5. Análisis forense.

Rothenberg incluye la virtualización dentro de la emulación, ya que la entiende como una forma de “emular el comportamiento de un sistema operativo”. Aunque no es del todo incorrecto, a efectos de este curso vamos a tratar la emulación y la virtualización como dos estrategias diferentes, ya que cada una requiere sus propios instrumentos y procedimientos. Por el contrario, vamos a juntar la migración y la conversión a formatos estándar dentro de una misma estrategia, ya que la conversión a formatos estándar es una de las formas que toma la migración y ambas utilizan el mismo tipo de herramientas informáticas (los denominados *encoders*). De este modo, vamos a contemplar las siguientes cinco estrategias:

1. Impresión de los documentos electrónicos.
2. Conservación de la tecnología.
3. Migración.
4. Emulación.
5. Virtualización.

5 Estrategias de preservación digital

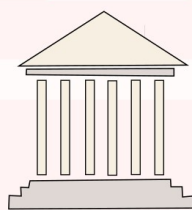
1 Impresión de los documentos electrónicos

Grabar o imprimir las cadenas de bits en un soporte físico como papel, placas de metal o film.



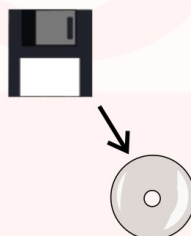
2 Conservación de la tecnología

Conservar el software y el hardware originales en museos informáticos.



3 Migración

Convertir el documento original a un formato compatible con la generación tecnológica actual.



4 Emulación

Leer o ejecutar los archivos originales en un entorno de software y hardware similar al original.



5 Virtualización

Leer o ejecutar los archivos originales en el software original ejecutado en una máquina virtual.



Nuestro reto ya no es digitalizar los archivos, sino archivar lo digital



Contenido: Guillermo Castellano
Diseño: Ana Amelia Patiño Esteo

5 Estrategias de preservación digital

Fuente: Elaboración propia.

Nos puede resultar extraño que una de las propuestas en los inicios de la preservación digital fuera grabar la cadena de bits de los documentos electrónicos en placas de metal (Rothenberg, 1999, p. 10). Sin embargo, imprimir la información digital para conservarla en formatos que ya conocemos y nos proporcionan seguridad es una reacción comprensible ante la rápida obsolescencia del entorno de software y hardware del que dependen los documentos electrónicos para ejecutarse y, a día de hoy, todavía nos encontramos muchas organizaciones que archivan en papel los documentos electrónicos que deben conservar por ley (por ejemplo, las facturas electrónicas).

Otro factor que puede impulsar la impresión en papel de los documentos electrónicos es al mal funcionamiento del software utilizado por la organización. Un claro ejemplo de ello es el incremento del gasto en papel e impresión de la Administración de Justicia española desde la puesta en marcha del plan “papel cero” en 2016, que se ha atribuido, entre otros motivos, a las numerosas deficiencias de LexNet (Fanjul, 2017). Esto subraya la importancia de identificar correctamente los requisitos funcionales, técnicos y de servicio que deberá cumplir la herramienta de gestión documental y de contar con los usuarios finales durante todas las fases del proyecto de implantación, tal y como explicábamos en el tercer módulo.

Tenemos también casos más sofisticados, como el del Archivo Ártico Mundial, que imprime los documentos en rollos de piqlFilm. Este soporte tiene una durabilidad mínima de 500 años (que puede variar en función de las condiciones de almacenamiento) y permite visualizar el contenido sin depender de una tecnología privativa (González, 2017, pp. 8-10). Aunque ésta puede ser una buena solución para la documentación en papel, Rothenberg apunta que los objetos digitales “pierden sus atributos digitales esenciales al ser impresos; esto es, se sacrifica

Módulo 6. La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

su decodificación directa, lo que significa que no podrán ser copiados perfectamente, transmitidos de forma electrónica, recuperados o procesados por programas de ordenador, y así sucesivamente” (Rothenberg, 1999, pp. 9-10)¹.



Fotografía de una piqlBox y un rollo de piqlFilm.

Fuente: Piql.

Otra estrategia consiste en conservar el software y el hardware originales en museos informáticos. La conservación de la tecnología es útil para conservar a lo largo del tiempo la apariencia de los equipos y los programas distribuidos en formato físico, ya sea con fines de divulgación o de investigación. La mayor limitación de esta estrategia es que no puede evitar el deterioro de los soportes electrónicos, por lo que debe ser siempre complementaria a otras estrategias.

La estrategia de preservación digital más extendida de todas es la migración, que consiste en convertir el documento electrónico a un formato compatible con la generación tecnológica actual, preferiblemente a un formato abierto. Otro de los objetivos que busca la migración es evitar que se corrompan los datos almacenados en una unidad HDD o SSD a medida que se deteriora el soporte físico, por lo que prevé también el envío de los documentos electrónicos de una unidad antigua a una unidad nueva antes de que termine su vida útil. Un ejemplo típico de migración es convertir un lote de documentos de texto en el formato propietario DOCX al formato de conservación a largo plazo PDF/A. Otro caso sería la conversión del audio de una colección de CD al formato de compresión sin pérdida FLAC.

Un inconveniente de la migración es que ningún formato es totalmente equivalente a otro, por lo que existe el riesgo potencial de perder información o funcionalidades en el proceso. Éste riesgo aumenta cuando tratamos con objetos digitales complejos, como puede ser un sitio web, que contiene páginas HTML, hojas de estilo CSS, líneas de código JavaScript, imágenes, archivos PDF, etc. Otra crítica hacia la migración señala que se trata de un proceso que hay que repetir cada poco tiempo (ya hemos visto que los discos duros y los discos sólidos se deterioran rápidamente y que los formatos se vuelven obsoletos a medida que evoluciona la tecnología), lo que hace que esta estrategia acarree un gran coste para las organizaciones.

¹ El soporte piqlFilm no encaja del todo en esta descripción, ya que sí permite realizar búsquedas a través de un ordenador.

Módulo 6. La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

La cuarta estrategia de preservación digital que hemos identificado es la emulación, que consiste en leer o ejecutar los archivos originales en un entorno de software y hardware similar al original. Simplificando mucho, un emulador es un programa que engaña al objeto digital original para que crea que está en un entorno compatible y funcione. Este método se utiliza sobre todo para la preservación de software antiguo, como, por ejemplo, videojuegos.

La virtualización, por último, consiste en leer o ejecutar el objeto digital original en el software original ejecutado en un hipervisor o máquina virtual. La virtualización permite tener varios entornos de software funcionando a la vez en un mismo equipo. Algunas ventajas de esto son que podemos aislar entornos en un mismo equipo (de manera que un problema en un entorno no afecte al conjunto del equipo), aprovechar mejor el hardware o crear entornos de pruebas, lo que hace que el uso de la virtualización esté muy extendido. Otra de sus aplicaciones prácticas es la ejecución de programas antiguos o de bases de datos (por ejemplo, de una investigación científica), lo que hace de ella una herramienta muy útil para la preservación digital.

3. Formatos privativos y formatos abiertos

Una de las barreras para la conservación a largo plazo de los documentos electrónicos y otros objetos digitales es que suelen estar escritos en formatos de archivo protegidos por una patente o derechos de autor.

Como bien explica Rothenberg (1999, p. 8), los documentos electrónicos son “dependientes del software por naturaleza”. Para el ordenador, un documento es solamente una cadena de 0 y 1. Lo que hace que esa cadena de bits tenga sentido para nosotros es la codificación, que traduce el documento del lenguaje binario a una representación a la que somos sensibles y con la que podemos interactuar. Esa codificación está determinada por el formato en el que esté grabado el archivo, de tal manera que, si el ordenador no es compatible con el formato, no podrá codificar la cadena de 0 y 1 y nosotros no podremos entender el contenido del documento.

Todos los formatos se acaban volviendo obsoletos con el tiempo. Si hemos grabado un documento en un formato privativo, cuando éste se vuelva obsoleto y casi ningún equipo sea capaz de reproducirlo, al estar protegido por derechos de autor no conoceremos las especificaciones del formato necesarias para poder abrir el fichero. Sin darnos cuenta, habremos encerrado el documento con un candado del que no sabemos la contraseña.

Algo similar ocurre con los contenidos audiovisuales que incorporan DRM (Digital Right Management), un sistema de protección que fuerza al usuario a verificar la licencia en la red para utilizar el archivo. Los distribuidores de libros electrónicos, música digital, series, películas y videojuegos recurren al DRM para evitar el uso no autorizado de sus productos. Uno de los problemas que plantea el DRM para el usuario es la dificultad de acceder al contenido cuando no puede verificar la licencia contra el servidor (por ejemplo, porque el distribuidor ha cerrado los servidores oficiales).

Una opción en estos casos es practicar la denominada ingeniería inversa, que consiste en investigar el funcionamiento de un sistema o aplicación con el fin de emularlo o desarrollar un sistema o aplicación compatible. Ejemplos de herramientas informáticas construidas mediante ingeniería inversa son los emuladores de videojuegos o los filtros de conversión de Microsoft Office utilizados por Apache OpenOffice. La ingeniería inversa es legal tanto en Estados Unidos como en la Unión Europea siempre y cuando se lleve a cabo para lograr la interoperabilidad del programa informático descompilado con un programa creado de forma independiente (Farrand, 2012, pp. 25-26). Sin embargo, es compleja a nivel técnico y no garantiza una compatibilidad total del software estudiado, por lo que se tiende a evitar el uso de formatos cerrados para conservar a largo plazo documentos electrónicos u otro tipo de contenidos audiovisuales.

Uno de los aspectos que hace interesante un soporte como piqIFilm —del que hemos hablado más arriba— es que “se pueden ubicar en una zona reservada del propio film y en formato legible por humanos todas aquellas instrucciones necesarias para que alguien que no sepa qué es el objeto que tiene en las manos pueda construir un sistema para recuperar los datos y volverlos utilizables sin necesidad de ningún tipo de tecnología de PiqI” (González, 2017, pp. 9-10). En su famoso ensayo en defensa de la emulación como estrategia más segura de preservación digital, Rothenberg afirma que los documentos electrónicos que queramos conservar de forma permanente se de-

Módulo 6. La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

ben encapsular junto a varios elementos, entre los que se incluyen “las especificaciones de un emulador de la plataforma original del documento” y material que explique “a alguien del futuro cómo utilizar los elementos de la cápsula para leer el documento electrónico encapsulado” (Rothenberg, 1999, pp. 17-19).

La importancia de disponer de información de representación ha sido plasmada en OAIS (Open Archival Information System), un modelo de conservación a largo plazo de documentos electrónicos desarrollado originalmente por el CCSDS (Consultative Committee for Space Data Systems) y aceptado como estándar internacional por la Organización Internacional de Normalización desde 2003 bajo la denominación ISO 14721. Este modelo constata que el carácter privativo del software puede complicar todavía más el problema de la conservación a largo plazo de los objetos digitales y aboga por el uso preferente de formatos abiertos. Concretamente, la ISO14721:2015 afirma que “la utilización de ejecutables de Software de Acceso, sin el código fuente, como puede ocurrir con los formatos propietarios, presenta un riesgo mucho más grande de pérdida de información, porque es más difícil mantener un entorno operativo para software que migrar la documentación a lo largo del tiempo”. Y añade: “Si el formato de procesamiento de texto es propietario y no se puede obtener la Información de Representación adecuada que permita al menos la visualización en modo lectura, puede ser necesario, para asegurar su Conservación a Largo Plazo, migrar el documento a otro formato (preferentemente no propietario) para el cual haya más Información de Representación disponible”.

Una de las críticas que se ha dirigido al modelo OAIS es que “no es una aplicación y en consecuencia no prescribe arquitectura alguna, tecnología o diseño de bases de datos, de ahí la dificultad para constatar la adecuación de un archivo con el modelo” (Mundet, 2016, p. 237). Si buscamos normas directamente aplicables, tenemos que irnos, por ejemplo, a la norma ISO/IEC 26300-1:2015, que define un formato de archivo abierto y estándar para el almacenamiento de documentos ofimáticos (archivos de texto, hojas de cálculo, presentaciones, etc.) conocido

Fragmento de la norma UNE-ISO 14721:2015 (modelo OAIS)

Un tremendo crecimiento del potencial de los ordenadores, del ancho de red y la conectividad, han supuesto una explosión en el número de organizaciones que facilitan el acceso a la información digital. Transacciones están llevándose a cabo mediante formatos digitales entre todo tipo de organizaciones, sustituyendo así otros medios más tradicionales como el papel.

Conservar información en formato digital es mucho más difícil que en formatos como el papel o película. Esto no es sólo un problema para los Archivos tradicionales, sino, también, para muchas organizaciones que nunca se habían visto anteriormente representando una función de archivo. A pesar de las muchas ventajas en términos de, por ejemplo, búsqueda y copia, la expansión de la tecnología digital en todos los campos conlleva ciertas desventajas. La rápida obsolescencia de las tecnologías digitales genera considerables peligros técnicos. En particular, existe un mayor riesgo que en el pasado de no poder recuperar, reproducir o interpretar la información. A lo largo de este informe se detallarán formas de evitar o reducir estos peligros. No obstante, sería arriesgado considerar el problema únicamente desde el punto de vista técnico. También hay factores organizativos, legales, industriales, científicos y culturales que se tienen que considerar. Ignorar los problemas ocasionados por la conservación de la información en formato digital nos conduciría inevitablemente a la propia pérdida de esta información.

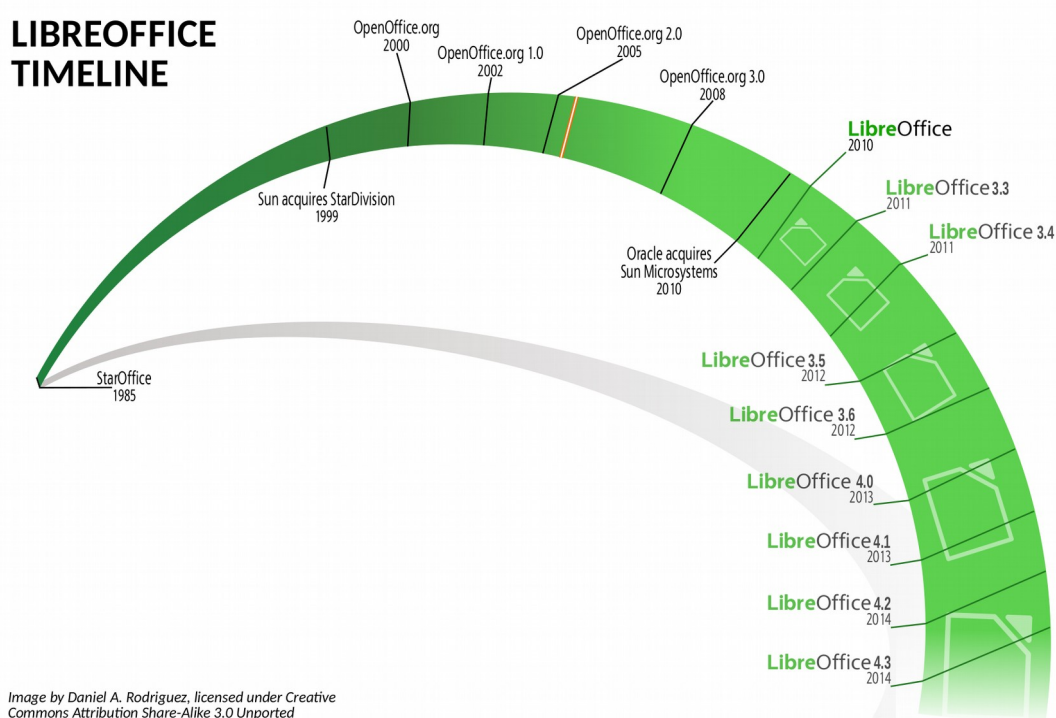
Se espera que este modelo de referencia mediante el establecimiento de un mínimo de requisitos propios de un archivo OAIS, junto con una serie de conceptos archivísticos, provea un marco común desde el cual se puedan observar los retos archivísticos, particularmente en lo relativo a la información digital. Esto debería permitir a más organizaciones entender estas cuestiones y llevar a cabo los pasos necesarios para asegurar la conservación de la información a Largo Plazo. También debería asentar las bases para una mayor normalización y así, un mayor mercado que los vendedores pueden apoyar para atender los requisitos de archivos.

Módulo 6. La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

como ODF (OpenDocument). ODF es el formato en el que la suites ofimáticas Apache OpenOffice y LibreOffice guardan los documentos y representa una alternativa al formato Microsoft Office. La siguiente tabla muestra la relación entre las extensiones más comunes de Microsoft Office y sus equivalentes en formato ODF.

Tipo de formato	Extensiones Microsoft Office	Extensión OpenDocument
Texto	.doc, .docx	.odt
Hoja de cálculo	.xls, .xlsx	.ods
Presentación	.ppt, .pptx	.odp
Base de datos	.mdb, .accdb	.odb

LIBREOFFICE TIMELINE



Cronología de LibreOffice.
Fuente: Daniel A. Rodriguez.

Otro estándar internacional de referencia es la ISO 19005-1:2005, que define cómo utilizar el formato PDF 1.4 para la conservación a largo plazo de documentos electrónicos. Esta norma se concreta en el formato PDF/A, capaz de auto-contener toda la información necesaria para visualizar el documento exactamente igual que como fue producido, incluyendo el texto, las fuentes, las imágenes, los gráficos vectoriales, la información de color, los certificados electrónicos y los metadatos.

Para la conservación a largo plazo de audio, podemos utilizar el formato abierto FLAC (.flac). El formato WAV (Waveform Audio Format) permite guardar archivos de sonido en un ordenador manteniendo la calidad del CD, pero pesa aproximadamente 10 MB por minuto, por lo que se suele comprimir el audio para que ocupe menos memoria. Hablamos de compresión con pérdida cuando el algoritmo de compresión no permite reconstruir exactamente el sonido original y de compresión sin pérdida cuando sí lo permite. FLAC resulta un formato adecuado para la conservación a largo plazo del audio ya que nos permite recuperar en su totalidad el sonido original con

Módulo 6. La importancia de los formatos abiertos en las estrategias de preservación digital

una tasa de compresión del 40% con respecto WAV. Otra característica que juega a favor de FLAC es su compatibilidad con los principales programas de reproducción de audio y con cada vez más dispositivos portátiles, favorecida por el hecho de que, al igual que Ogg, es libre y los desarrolladores no tienen que pagar una patente por codificar en formato FLAC.

No es el objetivo de este módulo analizar todos los formatos abiertos que intervienen en las estrategias de preservación digital, pero antes de estudiar las herramientas libres para la preservación digital (objeto del séptimo y último módulo de este curso) es importante mencionar WARC (Web ARChive), un formato utilizado para el archivo de sitios web definido como un estándar internacional en la ISO 28500:2009. Este formato es la evolución de ARC, desarrollado por Internet Archive para guardar sus capturas de sitios web. WARC es un contenedor que permite agrupar en un único archivo todos los objetos digitales que constituyen una página (páginas HTML, hojas de estilo CSS, líneas de código JavaScript, imágenes, archivos PDF, etc.). La ISO 28500:2009 espera que “el formato WARC se convierta en una forma estándar de estructurar, gestionar y archivar decenas de millones de recursos obtenidos de la red y otros lugares” y sea “utilizado para desarrollar aplicaciones de captura (como el rastreador web de código abierto Heritrix), gestión, acceso e intercambio de contenido”.

Resumen

La obsolescencia tecnológica y la vida útil de los soportes amenazan la conservación a largo plazo de los documentos electrónicos y otros objetos digitales, lo que hace necesaria la adopción de estrategias de preservación digitales.

Hemos agrupado las estrategias disponibles en cinco grandes categorías:

1. Impresión de los documentos electrónicos.
2. Conservación de la tecnología.
3. Migración.
4. Emulación.
5. Virtualización.

El uso de formatos de archivo cerrados y sistemas como el DRM es un obstáculo para la conservación a largo plazo del patrimonio digital y diferentes normas internacionales recomiendan el uso de formatos abiertos como OpenDocument, PDF/A, WARC y otros.

Bibliografía

- GHOSH, P. "El padre de internet predice una 'era oscura digital'". En: *BBC Mundo* [en línea]. 13 febrero 2015 [consulta 05-05-2017]. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/02/150213_tecnologia_era_oscura_digital_lv.
- FANJUL, C. "Papel cero: el timo del expediente digital". En: *Diario de León* [en línea]. 12 agosto 2017 [consulta 11-09-2017]. Disponible en: http://www.diariodeleon.es/noticias/sociedad/papel-cero-timo-expediente-digital_1180435.html.
- FARRAND, B. "La emulación es la forma de adulación más sincera: Videojuegos retro, distribución de ROM y derechos de autor". En: *Revista de internet, derecho y política* [en línea]. Mayo 2012, n. 14, pp. 19-33 [consulta 05-05-2017]. ISSN: 1699-8154. Disponible en: <https://idp.uoc.edu/articles/10.7238/idp.voi14.1546/galley/1389/download/>.
- GONZÁLEZ, R. "La memoria del frío: el Archivo Ártico Mundial asegura la conservación de la documentación digital". En: *Archivamos*. 2017, n. 104, pp. 4-11. ISSN 1576-320X.
- ISO 28500:2009. Information and documentation. WARC file format.
- KAZANSKY, P. G., CERKAUKAITE, A., BERESNA, M., DREVINSKAS R., PATEL A., ZHANG J., GECEVICIUS, M. "Eternal 5D data storage via ultrafast-laser writing in glass". En: *SPIE Newsroom* [en línea]. 4 marzo 2016 [consulta 05-05-2017]. DOI: 10.1117/2.1201603.006365. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/297892219_Eternal_5D_data_storage_via_ultrafast-laser_writing_in_glass.
- MCDONOUGH, J., OLENDORF, R. *Preserving Virtual Words Final Report* [en línea]. 31 agosto 2010 [consulta 05-05-2017]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2142/17097>.
- MUNDET Cruz, E. "Sistema de Información de Archivo Abierto (OAIS): luces y sombras de un modelo de referencia". En: *Investigación bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información* [en línea]. Septiembre-diciembre 2016, v. 30, n. 70, pp. 221-247 [consulta 05-05-2017]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.10.010>. ISSN: 0187-358X. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/S0187358X16300545/1-s2.0-S0187358X16300545-main.pdf?_tid=e1225fd4-acc8-11e7-b051-00000aabof27&acdnat=1507536623_078746ee96babfo59200993fd8034e07.
- ROTHENBERG, J. *Avoiding technological quicksand: finding a viable technical foundation for digital preservation* [en línea]. Washington: Council on Library and Information Resources, 1999 [consulta 05-05-2017]. 35 pp. ISBN 1-887334-63-7. Disponible en: <https://www.clir.org/pubs/reports/reports/rothenberg/pub77.pdf>.
- SERRA Serra, J. *Los documentos electrónicos: qué son y cómo se tratan*. Gijón: Ediciones Trea, 2008. 187 pp. ISBN: 978-84-9704-395-3.
- UNE-ISO 14721:2015. Sistemas de transferencia de datos e información espaciales. Sistema abierto de información de archivo (OAIS). Modelo de referencia.