

Implantación de software libre en la Administración Pública:
Estudio económico, legislativo y de gestión de riesgos
aplicado a dos casos prácticos

Trabajo Fin de Carrera – Gestión de Administraciones Públicas

Vanesa Martínez Pedrón

(13 / 7 / 2014)

Índice de contenido

1.- Introducción.....	4
1.1 Resumen.....	5
1.2 Objeto del TFC y justificación de las asignaturas relacionadas.....	5
1.3 Objetivos.....	10
2.- Antecedentes (situación actual).....	12
2.1.- Introducción.....	12
2.2.- Sistemas Informáticos en la Administración.....	15
2.3.- Legislación.....	18
2.4.- Aplicabilidad del Software Libre.....	20
2.4.1 Entorno de escritorio tipo PC.....	22
2.4.2 Servidores del centro de datos.....	29
2.5.- Estudio de riesgos generales.....	39
2.6.- Casos destacados de uso de software libre en Administraciones Públicas.....	43
3.- Desarrollo (metodología y resultados).....	52
3.1.- Metodología.....	52
3.2.- Caso 1: Instituto de Educación Secundaria.....	52
3.2.1.- Introducción.....	52
3.2.2.- Sistemas Informáticos usados en el centro.....	59
3.2.3.- Soluciones de Software Libre aplicables.....	63
3.2.4.- Estudio de riesgos.....	65
3.2.5.- Estudio de costes.....	69
3.3.- Caso 2: Centro de datos en Administración Pública.....	71
3.3.1.- Introducción.....	71
3.3.2.- Sistemas Informáticos usados en la actualidad.....	71
3.3.3.- Soluciones de Software Libre aplicables.....	75
3.3.4.- Estudio de riesgos.....	76
3.3.5.- Estudio de costes.....	77
4.- Propuestas de actuación y conclusiones.....	79
4.1 Propuesta de actuación en el Caso 1: Centro de educación.....	79
4.2 Conclusiones del Caso 1.....	80
4.3 Propuesta de actuación en el Caso 2: Centro de datos.....	81
4.4 Conclusiones del Caso 2.....	82
5. Bibliografía.....	84
Reales Decretos y Leyes.....	84
Publicaciones.....	84
Páginas Web.....	86

Índice de ilustraciones

Logotipo Cenatic.....	12
Open Source Initiative.....	12
Sistemas Operativos en las administraciones.....	16
Aplicaciones en el puesto de trabajo.....	17
Principales servicios en el centro de datos.....	18
Migración Windows a Linux.....	25
Comparativa de servidores web.....	30
Logotipo Linex 2013.....	43
Logotipo Lliurex.....	44
Logotipo Guadalinux.....	44
Fondo de escritorio "Gendarmerie Nationale" de Francia.....	46
Logotipo LiMux.....	48
Aula de Informática del IES Juan de Garay.....	55
Biblioteca del IES Juan de Garay.....	57
Aula de Docencia del IES Juan de Garay.....	58
Puesto de trabajo en Adif.....	72
Centro de Proceso de Datos.....	73

Índice de gráficas

Sistemas Operativos en las administraciones.....	16
Aplicaciones en el puesto de trabajo.....	17
Principales servicios del centro de datos.....	18
Comparativa de servidores web (Fuente: Netcraft [W24]).....	30

Índice de tablas

Cuota_Mercado_Tablets.....	21
Soluciones_CMS_en_software_libre.....	31
Principales_frenos_para_la_migración_a_software_libre.....	39

1.- Introducción

Las aplicaciones informáticas, en la actualidad, se han convertido en herramientas imprescindibles para el desempeño de muchas de las tareas necesarias en las Administraciones Públicas. Existen fuertes presiones mediáticas y comerciales para implantar ciertos aplicativos propietarios en muchas de las Administraciones Públicas españolas.

La Administración Pública debe velar por la transparencia, la custodia segura de los datos de los ciudadanos y la eficiencia en la gestión de recursos, evitando favorecer los intereses empresariales particulares de algunos fabricantes de software.

Sin embargo, no han sido tanto las razones anteriores, sino la reducción en los presupuestos, lo que ha llevado a muchas administraciones a considerar seriamente el uso de software libre en algunos de sus sistemas informáticos.

Teniendo en cuenta la importancia de las aplicaciones informáticas en la Administración Pública, y en cualquier puesto de trabajo en la actualidad, ante un proyecto de migración de software se hace necesario un estudio en profundidad del caso concreto, teniendo en cuenta tanto los aspectos económicos como los aspectos legales, de alteración de la calidad los servicios y cómo afecta a los recursos humanos, ya que el uso de unas u otras aplicaciones informáticas puede modificar el rendimiento de los trabajadores.

Estamos inmersos en un profundo cambio en los sistemas informáticos utilizados en el puesto de trabajo. Por una parte, los dispositivos móviles han invadido el mercado de consumo de dispositivos para entretenimiento y en los últimos años están empezando a aparecer en los puestos de trabajo. Estos dispositivos podrían sustituir a los PCs en algunos entornos de trabajo. Por otra parte, la mayor parte de las aplicaciones informáticas se están convirtiendo en servicios web con comercialización bajo suscripción. Además el almacenamiento en el disco local de los equipos cada vez se reduce más, potenciando el uso de discos en nube y aplicaciones web, reduciendo la carga del equipo local en favor de servicios en nube.

Junto con estas tendencias, el software libre ha conseguido un lugar destacado en el mundo de la informática. En la actualidad podemos encontrar software libre en casi todas las corporaciones y administraciones, ya sea como aplicaciones de servidor o como aplicaciones de puesto de trabajo.

Con todas estas variables sobre la mesa, este trabajo se centra en el estudio de dos casos concretos de Administraciones Públicas y la aplicabilidad del software libre para esos entornos concretos. Para estos casos, los dispositivos móviles apenas han aparecido en escena, por lo que este trabajo no incluye el estudio de aplicabilidad de los dispositivos móviles en los entornos

estudiados. Teniendo en cuenta las tendencias y evoluciones de otros países con mayor evolución tecnológica que España, como es el caso de Estados Unidos, es muy probable que los dispositivos móviles se integren en las administraciones estudiadas en este trabajo en pocos años, por lo que se hace necesario tenerlos en cuenta para planificar el proceso de adaptación de los empleados y asegurar que, en caso de realizarse una migración de algunas aplicaciones a software libre, este proceso no ocasionará problemas de incompatibilidad en el futuro.

1.1 Resumen

El presente trabajo muestra el estado actual del software libre en la Administración Pública, para a continuación describir dos casos prácticos, en los que se estudia la posible implantación de este tipo de aplicaciones en los entornos estudiados. Finalmente se describen las propuestas de actuación y las conclusiones del estudio.

El objetivo principal de este trabajo es el estudio legal, presupuestario y de gestión de recursos, sobre las posibilidades de implantación de soluciones de software libre en Administraciones Públicas como sustituto a aplicaciones comerciales.

Este proyecto se enmarca en el estudio previo a la toma de decisión, para la migración de aplicativos comerciales por soluciones alternativas basadas en software libre. Como caso práctico se propone el estudio de dos entornos totalmente diferentes, i) inicialmente se estudia las aplicaciones utilizadas en un instituto de Educación secundaria, donde el principal aspecto a tratar es el humano (productividad), y (ii) a continuación se estudian los sistemas informáticos de un centro de datos de una gran Administración Pública a nivel nacional. En este caso, el principal aspecto a considerar es la custodia de los datos. En ambos casos, el aspecto económico es un aspecto especialmente importante ya que, en la situación actual del país, ambos entornos han sufrido una importante reducción de recursos en los últimos años.

La realización del proyecto ha permitido tener una visión global de la estructura de una Administración Pública de tamaño reducido, con es un instituto de Educación secundaria. También ha permitido conocer de primera mano la complejidad administrativa y departamental de una gran administración de carácter estatal, como es el caso de Adif. En este segundo caso, durante la realización del proyecto se tuvo contacto principalmente con el departamento de sistemas informáticos.

1.2 Objeto del TFC y justificación de las asignaturas relacionadas

1.2.1 Objeto del TFC

El objetivo principal de este trabajo es el estudio legal, presupuestario y de gestión de recursos, sobre las posibilidades de implantación de soluciones de software libre en Administraciones

Públicas como sustituto a sistemas con licenciamiento comercial.

Existen múltiples razones sociales y técnicas por las que podría ser aconsejable la implantación del software libre en la Administración Pública, no obstante, este proyecto se centrará en los aspectos legales y económicos, además de estudiar cómo la migración de sistemas informáticos puede afectar en el rendimiento de los trabajadores de la administración o de la calidad en los servicios.

Pese a que el objetivo principal del proyecto es generalista, dada la diversidad de Administraciones Públicas y de la gran cantidad de aplicaciones informáticas utilizadas por las mismas, se hace necesario el estudio específico de casos concretos. Para ello se propone el estudio de dos Administraciones públicas con una estructura muy diferente: un Instituto de Educación Secundaria de Valencia y Adif (Administración de Infraestructuras Ferroviarias).

Este TFC tiene relación, en mayor o menor medida, con las siguientes asignaturas: Información y Documentación Administrativa, Teoría Social. Estructuras Políticas / Administraciones Públicas, Derecho Constitucional, Derecho Administrativo, Sistema Económico y Financiero, Gestión de la Calidad en el Sector Público, Gestión Administrativa, Gestión Financiera y Contabilidad, Ética en las Organizaciones, Legislación Laboral y de la Prevención e Inglés.

1.2.2 Justificación de las Asignaturas

Capítulo 1.- Introducción

Asignaturas Relacionadas:

- Información y Documentación Administrativa/Informática Básica
- Información y Documentación Administrativa I y II
- Teoría Social I y II
- Gestión de la Calidad en el Sector Público
- Estructuras Políticas / Administraciones Públicas

Justificación de asignaturas:

La asignatura **Información y Documentación Administrativa. Informática Básica** es fundamental para el desarrollo de este trabajo ya que, entre otros objetivos, introdujo los conceptos de software libre y las distintas modalidades de licenciamiento que le acompaña.

Además permitió conocer algunos de los aplicativos utilizados en las Administraciones Públicas y las funciones de estas aplicaciones para la organización. En esta asignatura se incluye un capítulo de Lenguajes y Sistemas de Información cuyo contenido ha sido esencial para proponer este trabajo.

Las asignaturas **Información y Documentación Administrativa I y II** permiten entender la importancia de la información y los datos para la Administración Pública y por extensión para los sistemas informáticos encargados de su gestión y custodia.

Las asignaturas **Teoría Social I y II** han permitido ofrecer un enfoque sociológico al estudio de la idoneidad del software libre en la sociedad actual y más concretamente en el sector de las Administraciones Públicas.

La asignatura **Gestión de la Calidad en el Sector Público**, ha permitido afrontar este estudio teniendo en cuenta que, la sustitución de sistemas informáticos, no debería mermar los niveles de calidad con los que la administración ofrece sus servicios. En el estudio de riesgos es importante tener en cuenta cómo puede alterarse la calidad de los servicios administrativos ante un hipotético proceso de migración de los sistemas informáticos.

Por último, la asignatura de **Estructuras Políticas / Administraciones Públicas** nos proporciona información sobre los objetivos y funciones de las Administraciones Públicas y su relación con otras entidades, para poder analizar los aplicativos informáticos implicados tanto en los centros de proceso de datos como en los diferentes puestos de trabajo de la Administración Pública.

Capítulo 2.- Antecedentes: Software libre en la Administración Pública

Asignaturas Relacionadas:

- Información y Documentación Administrativa. Informática Básica
- Información y Documentación Administrativa I y II
- Derecho Constitucional
- Derecho Administrativo
- Estructuras Políticas y Formas Políticas
- Sistema Económico y Financiero I, II y III
- Gestión de la Calidad en el Sector Público

Justificación de asignaturas:

La asignatura **Información y Documentación Administrativa/Informática Básica**, y las asignaturas **Información y Documentación Administrativa I y II** han sido una referencia continua para el desarrollo de este trabajo fin de carrera, presentando los conceptos sobre comunicación e información, y describiendo los principales Sistemas de Información.

En la asignatura **Derecho Constitucional** se incluyen las leyes fundamentales que definen un Estado, lo cual afecta directamente a la regulación de la Administración Pública. Algunos derechos de los ciudadanos vienen regulados por la constitución. En el capítulo II del trabajo se incluye un apartado específico para el estudio de la legislación vigente, los derechos de los ciudadanos y sus datos y cómo podría afectar la regulación en caso de migración de aplicativos informáticos.

Las asignaturas **Derecho Administrativo I y II** nos han permitido entender la posición jurídica de la Administración y las responsabilidades derivadas de sus funciones.

En la asignatura **Estructuras Políticas y Formas Políticas** se presenta el sistema institucional y la interrelación existente entre las instituciones de gobierno. Los conocimientos adquiridos en esta asignatura han estado presentes en todo el estudio para asegurar que una migración de los sistemas informáticos no supusiera un aislamiento con el resto de estructuras políticas y públicas de las cuales depende dicha administración.

Este trabajo tiene una orientación principalmente económica. Es necesario conocer el sistema económico de las Administraciones Públicas para poder realizar un estudio económico adecuado. La asignaturas **Sistema Económico y Financiero I, II y III** nos han permitido tener una visión más rigurosa de los sistemas económicos por los que se rigen las Administraciones Públicas.

Como se ha indicado en el capítulo I, la asignatura **Gestión de la Calidad en el Sector Público** nos ha permitido tener presente las fuertes exigencias de calidad a las que están sometidas las Administraciones Públicas actuales, de cara a realizar un estudio de riesgos adecuado.

Capítulo 3.- Desarrollo: Casos Prácticos**Asignaturas Relacionadas:**

- Información y Documentación Administrativa. Informática Básica
- Gestión Administrativa I, II y III
- Gestión Financiera y Contabilidad II y III
- Ética en las Organizaciones
- Legislación Laboral y de la Prevención

- Inglés I y II

Justificación de asignaturas:

La asignatura **Información y Documentación Administrativa. Informática Básica** es una de las referencias principales para la preparación de este trabajo, estando presente en todos los capítulos del mismo. Ha sido especialmente útil para la clasificación de los sistemas informáticos existentes en la Administración Pública.

Las asignaturas de **Gestión Administrativa I y II** han permitido conocer las técnicas de Gestión Administrativa y la gestión de los servicios públicos. Estos conocimientos permiten analizar las aplicaciones informáticas usadas en la administración para llevar a cabo dicha gestión.

La asignatura **Gestión Administrativa III** presenta los procesos de coordinación entre las diferentes Administraciones Públicas, tanto las comunitarias como las internacionales. Los conocimientos adquiridos en esta asignatura permiten estudiar los interfaces necesarios de los sistemas de datos de una Administración Pública en un sistema de mayor entidad.

El caso de la asignatura de **Gestión Financiera y Contabilidad** es realmente interesante, ya que, por un lado ha permitido realizar un estudio económico, y por otra parte ha permitido entender el tipo de aplicaciones necesarias para los procesos contables de cara a su posible migración.

Las asignaturas **Ética en las Organizaciones** y **Legislación Laboral y de la Prevención** han permitido analizar el factor humano en una decisión tan trascendente como la que supone una migración de las aplicaciones informáticas, tarea que afecta directamente a los puestos de trabajo.

El conocimiento del idioma Inglés, reforzado por las asignaturas **Inglés I y II**, han permitido seguir varios foros de discusión sobre aplicaciones de código libre y conocer experiencias llevadas a cabo en otros países.

Capítulo 4.- Conclusiones

Asignaturas Relacionadas:

Todas las asignaturas anteriores y en particular:

- Información y Documentación Administrativa. Informática Básica
- Información y Documentación Administrativa I y II
- Sistema Económico y Financiero
- Gestión de la Calidad en el Sector Público
- Legislación Laboral y de la Prevención

Justificación de asignaturas:

A pesar de que la mayoría de las asignaturas cursadas han permitido la creación del trabajo propuesto, y han aportado para la extracción de las conclusiones, sería apropiado destacar las siguientes:

La asignatura **Información y Documentación Administrativa/Informática Básica** fue el punto de partida de mi interés por el software libre y me permitieron un acercamiento hacia los sistemas informáticos desde un punto de vista administrativo.

Las asignaturas **Información y Documentación Administrativa I y II** me permitieron entender la importancia de la información y la cantidad de datos que maneja una Administración Pública.

La asignatura **Sistema Económico y Financiero** me permite analizar las funciones de la Administración Pública como parte de un sistema económico global.

En el caso de la asignatura **Gestión de la Calidad en el Sector Público**, un estudio de riesgos que no hubiera considerado la calidad en los servicios ofrecidos por la administración carecería de rigor.

Finalmente, haber cursado la asignatura de **Legislación Laboral y Prevención** marcó en mi mente la importancia del factor humano en todo estudio en el que pueda estar involucrado el personal de las organizaciones.

1.3 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo final de carrera es el estudio de viabilidad del uso de software libre en las dos Administraciones Públicas estudiadas.

De un modo más amplio, este objetivo incluye el estudio detallado de las aplicaciones utilizadas por las administraciones bajo el estudio, entender el perfil de los usuarios que interactúan con estas aplicaciones y valorar los riesgos que podrían derivarse de una migración a software libre. Asimismo se buscará una reducción de costes y se planificará a medio plazo con el fin de evitar riesgos futuros.

La mayor parte de los proyectos de implantación de software libre centran su estudio en una comparativa económica reforzando la toma de decisión con razones éticas. Este trabajo tiene como objetivo el análisis de la viabilidad de este tipo de software, desde un punto de vista práctico y evitando las razones éticas respecto a la toma de decisión. Esto no quiere decir que las razones éticas para la decisión de un tipo de software no sea importante para una Administración Pública, simplemente se buscan razones objetivas para la decisión.

Es importante destacar que existe una amplia oferta para la adquisición de aplicaciones

informáticas en la actualidad y, además de los modelos de software libre y software con licenciamiento propietario, en los últimos años han tomado especial importancia los modelos de software basado en alquiler o venta de software como servicio, también denominados suscripciones, y que suele incluir parte del procesamiento o almacenamiento en la parte servidora (SaaS: Software as a Service) o incluso software gratuito que únicamente funciona con un tipo de hardware específico (software desarrollado por Apple para equipos Mac, por ejemplo). Estas variantes de software quedan fuera del objetivo de este trabajo, ya que en los casos estudiados, ya se disponía del hardware necesario y se planteaba la posibilidad de sustituir el software manteniendo los equipos existente.

Como objetivo personal, por parte de la autora que suscribe estas líneas, el proyecto tiene como objetivos adicionales: (i) a partir del proceso de toma de datos, entender el funcionamiento de las Administraciones Públicas estudiadas y (ii) poner en práctica los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera de Gestión de Administraciones Públicas, cursada en la Universidad Politécnica de Valencia.

Se ha definido una metodología de trabajo y se ha aplicado dicha metodología en cada uno de los casos, obteniendo los resultados presentados en este documento.

2.- Antecedentes (situación actual)

2.1.- Introducción

Para el estudio de la situación actual, se ha tomado, como especial referencia, la documentación existente en el servidor web del CENATIC [14].

CENATIC es el Centro Nacional de Referencia de Aplicación de las Tecnologías de Información y la Comunicación basadas en Fuentes Abiertas, un proyecto estratégico del Gobierno de España para promover el conocimiento y uso del software libre y/o de fuentes abiertas en todos los ámbitos de la sociedad, con especial atención en las Administraciones Públicas, las empresas, el sector tecnológico proveedor y/o usuario de tecnologías libres, y las comunidades de desarrollo.



Ilustración 1: CENATIC (Fuente: [30])

El software libre, según la definición del CENATIC [14], es una forma de construir y distribuir aplicaciones de software cuya licencia ofrece más libertades a quien las usa.

En España, los conceptos “Software Libre” y “Software de Fuentes Abiertas” hacen referencia a una misma realidad desde un punto de vista técnico, ya que la propia Ley 11/2007, de 22 de Junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos [2], establece que una aplicación de fuentes abiertas es aquella que "se distribuye con una licencia que permite la libertad de ejecutarla, de conocer el código fuente, de modificarla o mejorarla y de distribuir copias a otros usuarios".

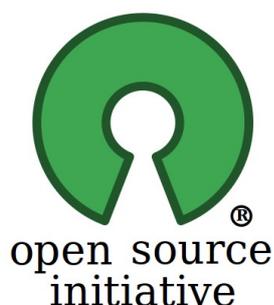


Ilustración 2: Open Source Initiative (Fuente: [35])

A partir de esta definición, en este trabajo se utilizará, de forma indistinta los términos “Software Libre” y “Software de Fuentes Abiertas”. Esta definición se adecúa a los objetivos del proyecto, que no busca un estudio ético de las licencias de software, sino que se propone un enfoque mas práctico, enfocando el estudio en los costes y la productividad.

En comparación con el software libre, se analizará el software propietario. Como ya se ha indicado, quedan fuera de este estudio las modalidades de software basados en servidor SaaS o suscripciones mensuales, aunque es posible que alguno de estos servicios sean recomendados durante las propuestas de actuación.

El software propietario es aquel software que exige permiso expreso del titular para su uso, redistribución, o modificación. El titular del software posee los “derechos de autor” del mismo, lo que le atribuye la posibilidad de otorgar o restringir derechos a los usuarios del programa. Generalmente, el usuario sólo está autorizado a ejecutar el programa, sin derecho de acceso al código fuente original, a su modificación o distribución.

Las Administraciones Públicas tienen la obligación de garantizar a sus ciudadanos una serie de derechos indispensables. Las Administraciones almacenan, manipulan y transforman información de los ciudadanos. Además tienen la obligación de almacenar dicha información en formatos fácilmente accesibles y sin favorecer iniciativas privadas con fines comerciales, típicas en el sector del software. Las administraciones deben garantizar a sus ciudadanos el acceso a la información pública y garantizar la confidencialidad de la información privada de los ciudadanos. El software propietario, siendo rigurosos con esta definición, es incompatible con estas obligaciones.

En contraposición a las imposiciones del software propietario, las principales libertades que ofrece el software libre son las siguientes:

- (Usar) Libertad de usar el programa para cualquier propósito
- (Inspeccionar) Libertad de estudiar el programa y, si fuera necesario, poder modificarlo adaptándolo a las necesidades que se tengan.
- (Redistribuir) Se permite distribuir copias del programa
- (Modificar) Se permite mejorar el programa y compartir las mejoras con los demás.

En la definición de software libre no se especifica que deba referirse a un software sin coste de licencia de uso, sin embargo es una consecuencia de las libertades listadas. La libertad de distribuir copias, implica que cualquiera puede realizar copias sin coste, por tanto el software libre tiende a no tener coste por uso.

A partir de estos datos, podíamos deducir que las Administraciones Públicas no deberían utilizar ningún tipo de software propietario si existe una alternativa basada en software libre. Sin embargo la realidad es muy diferente y casi todas las Administraciones Públicas utilizan software propietario que sería fácilmente reemplazable por alternativas de software libre, en muchos casos motivado por decisiones personales de algunos empleados de estas administraciones.

A pesar de todo lo anterior, este trabajo centrará su comparativa entre el software libre y el software propietario a partir de un estudio de costes y productividad.

El objetivo de este trabajo no consiste en estudiar las libertades de los usuarios y las diferentes licencias de código abierto [23]. Desde un punto de vista práctico, de todas las características del software libre, para los objetivos de este proyecto nos interesan principalmente los siguientes:

- El software libre no tiene un coste directo de licencia de uso.
- Se dispone del código fuente del producto y se permite modificar el mismo para adaptarlo a las necesidades particulares de una organización. Tampoco existe exclusividad en el mantenimiento del producto, ya que al tener el código disponible, cualquier empresa puede estudiarlo y prestar servicios de soporte sobre el mismo.
- Al existir acceso al código de las aplicaciones por muchos usuarios, en muchos casos se consiguen resultados de calidad superior al obtenido con el proceso de creación de software propietario, en el que solo unos pocos desarrolladores tienen acceso al código fuente del producto.

El modelo de negocio asociado al software libre consiste en ofrecer servicios adicionales sobre el software, en modo de soporte, mantenimiento u otro tipo de servicio. El soporte y mantenimiento suelen realizarse por empresas locales, de forma que el impulso del software libre por parte de las administraciones, contribuye al desarrollo y crecimiento de las empresas tecnológicas locales. Es decir, las entidades locales se benefician del software usado por las Administraciones Públicas, en lugar de enriquecer a grandes multinacionales extranjeras, como sucede con el software propietario.

Este aspecto es relevante. La mayoría de las regulaciones de las Administraciones establecen que la instalación de un software debe ir acompañado del correspondiente contrato de mantenimiento y Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA: Service Level Agreement).

El software libre, por definición, tiende a tener un coste por licenciamiento nulo. No obstante, los costes derivados de los proyectos de migración, junto con los costes de mantenimiento, a corto plazo, podrían llegar a superar el coste de licenciamiento y mantenimiento del software

propietario, especialmente en el caso de educación, donde las licencias propietarias suelen tener un coste más reducido que el habitual. No obstante, a medio y largo plazo, los costes derivados del uso de software libre suelen resultar inferiores que en el caso del software propietario.

El coste de mantenimiento es especialmente importante en el caso de servicios que se ejecutan en el centro de datos de la Administración y que, en caso de fallo, pueden dejar sin servicio a un gran número de usuarios.

También es importante destacar que no siempre existe una alternativa de software libre, con un gran equipo de desarrollo manteniendo el producto y en algunos casos podemos encontrar software libre obsoleto o incluso abandonado por su comunidad desarrolladora.

Por otra parte, en algunos puestos de trabajo puede ser más importante el tipo de dispositivo adquirido que el software en el que se ejecutan estas tareas. Puede darse el caso que el software libre no sea una alternativa viable. Por ejemplo esta circunstancia se da comúnmente en equipos médicos que asisten a doctores o cirujanos en tareas especializadas.

De todo lo anterior, podemos asegurar que en la decisión sobre el tipo de software a utilizar influyen gran cantidad de factores y, aunque muchos de ellos son favorables al software libre, en algunos casos es posible que el software propietario sea la mejor opción para algunas Administraciones Públicas o puestos de trabajo.

Los dos casos prácticos sobre los que se desarrolla este trabajo son bastante comunes y utilizan software ampliamente extendido, por lo que resulta sencillo proponer alternativas basadas en software libre para la mayoría de los puestos de trabajo.

2.2.- Sistemas Informáticos en la Administración

En los últimos 20 años, diferentes proyectos de software libre han ido cobrando importancia en todos los entornos, entre ellos las Administraciones Públicas.

Durante la década de los años 90, de cara a afrontar un proyecto informático, se planteaban dos soluciones posibles: software privativo o software libre.

A partir del año 2000, con la mejora en la conectividad y las redes en general, aparece un tercer actor en juego: software como servicio (servicios en nube – Cloud). Por otra parte, el sistema operativo ha ido perdiendo importancia, siendo las aplicaciones las que se llevan la mayor atención.

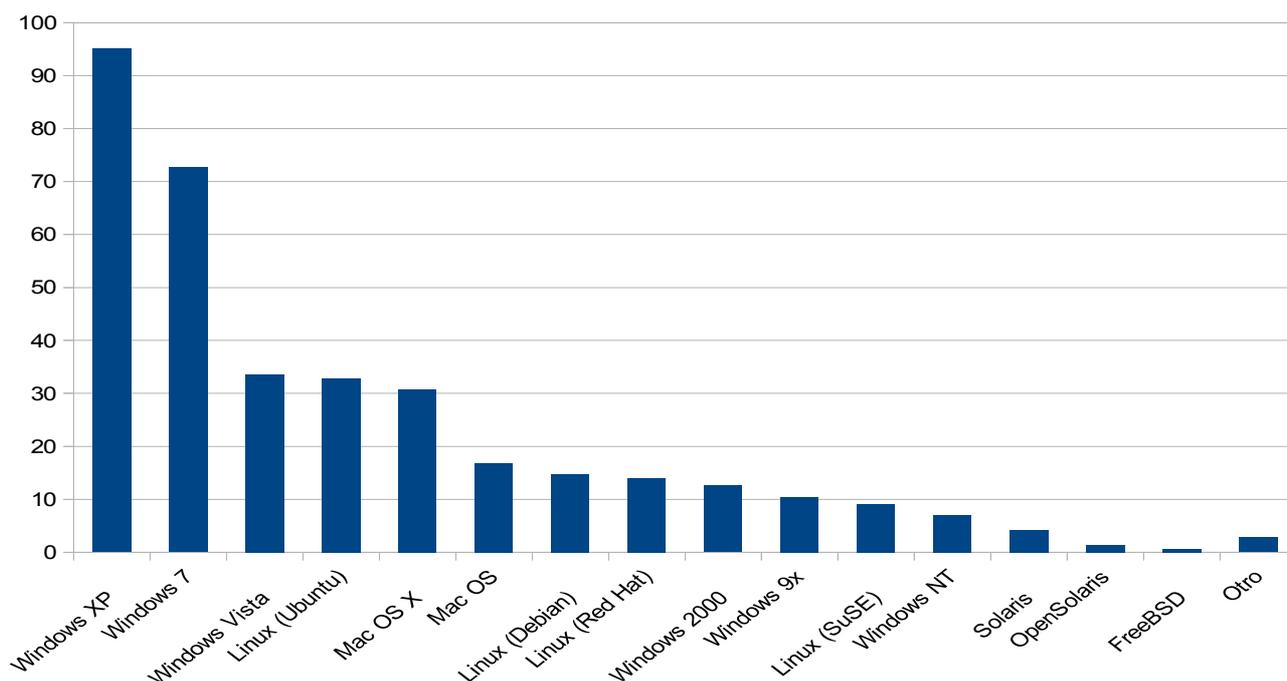
La situación actual es la siguiente:

- La mayor parte del software instalado en las administraciones es software con

licenciamiento comercial, especialmente en el caso de sistemas operativos, donde siguen predominando los sistemas operativos Microsoft Windows.

- Existe una gran cantidad de software libre instalado en muchos entornos, aunque apenas existen entornos basados completamente en software libre. La mayoría de las corporaciones tienen un parque de aplicaciones mixto entre aplicaciones comerciales y software libre.
- El software como servicio (SaaS: Software as a Service), también conocido como “Servicios en nube”, ha cobrado gran importancia en los últimos años y tiene, porcentualmente, un mayor crecimiento que las soluciones de software mantenido localmente, aunque su implantación todavía es baja en las Administraciones Públicas.

A pesar del importante crecimiento de uso del software libre en todos los ámbitos, si analizamos los sistemas operativos utilizados por las Administraciones Públicas, en el estudio realizado por el CENATIC en 2011 [15] nos encontramos con los siguientes datos:

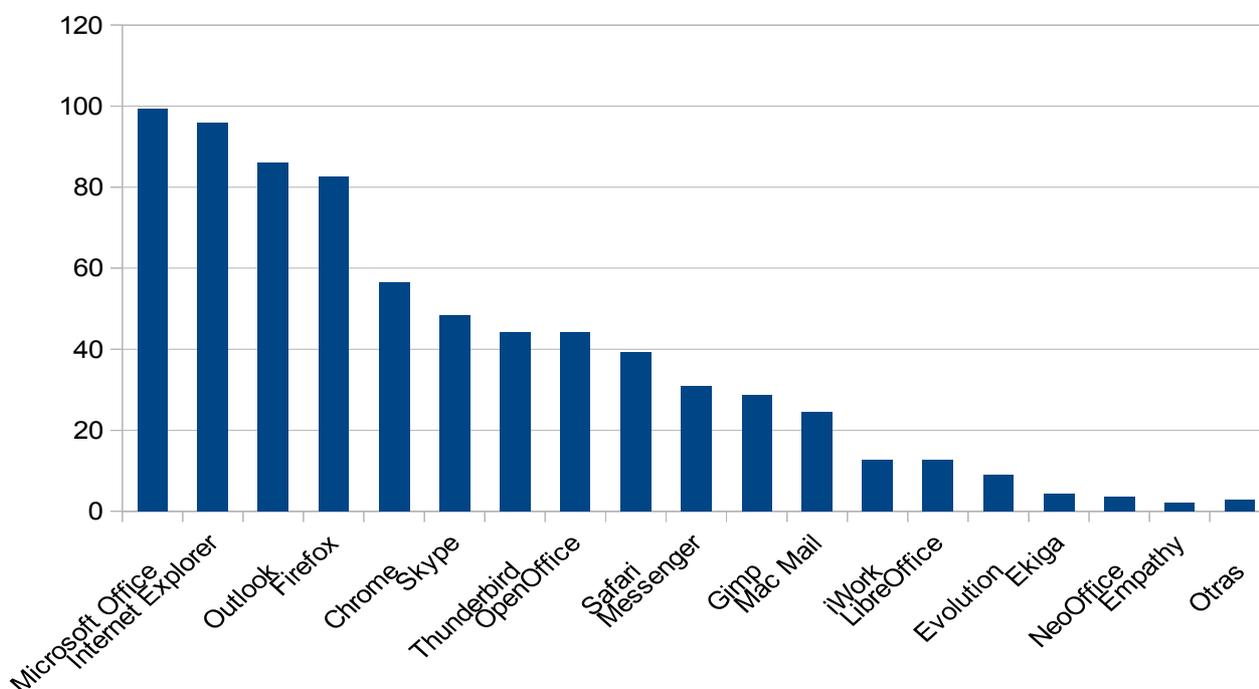


Gráfica 1: Sistemas Operativos en las administraciones (Fuente: [15])

El eje de ordenadas representa el porcentaje de administraciones en las que están utilizando el sistema operativo indicado en la gráfica. La mayoría de las administraciones tienen un entorno heterogéneo en cuanto a sistemas operativos de escritorio, aunque más del 95% de las Administraciones Públicas tienen instalado en sus equipos algún tipo de sistema operativo de tipo Microsoft Windows.

En los siguientes dos años, se ha incrementado el porcentaje de Windows 7 frente a Windows XP y han surgido otras distribuciones de Linux (como el caso destacable de Linux Mint), pero en términos generales el panorama es similar al extraído en estos resultados.

Si tomamos los datos correspondientes a las aplicaciones de escritorio, los datos son similares (fuente [15]: encuesta CENATIC 2011).



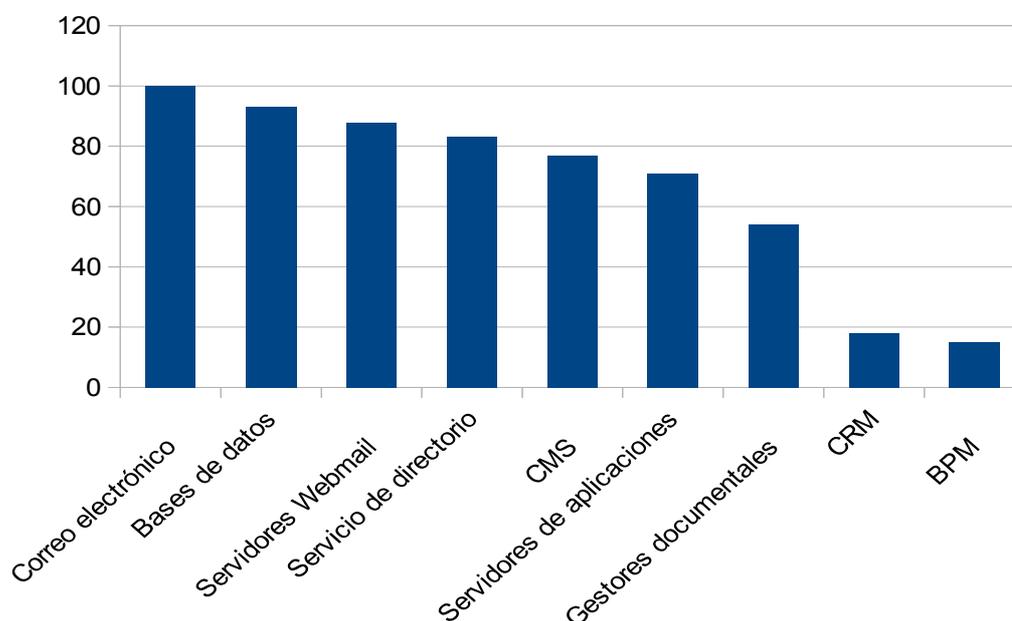
Gráfica 2: Aplicaciones en el puesto de trabajo (Fuente: [15])

En los últimos dos años, Google Chrome ha ganado cuota de mercado frente a Internet Explorer, constituyéndose en el navegador más utilizado de Internet. Google Chrome, aunque tiene publicado parte del código fuente, no se puede considerar software libre. En cuanto a suites ofimáticas, la situación no ha cambiado demasiado respecto a lo mostrado en la gráfica anterior.

A partir de los datos recogidos, se extrae que el uso de aplicaciones comerciales está todavía muy extendido en las Administraciones Públicas españolas.

Como parte de este mismo estudio, se muestran los principales servidores utilizados por las

Administraciones Públicas en sus centros de datos, siendo por orden de porcentaje de uso, los principales los siguientes (fuente [15]: encuesta CENATIC 2011):



Gráfica 3: Principales servicios del centro de datos (Fuente: [15])

Esta lista es útil para el análisis del segundo caso de estudio, basado en el centro de datos de una Administración Pública estatal.

2.3.- Legislación

La legislación española incluye una serie de leyes que acotan y definen la libertad de información. En relación al software libre, existen varias leyes que hacen mención expresa sobre el uso de este tipo de software.

La Ley Orgánica Reguladora del Tratamiento Automatizado de Datos (LORTAD) [4], incluye aspectos como la protección de la intimidad, la garantía de integridad, autenticidad, etc de los datos que se transfieren. En esta Ley se incluye la seguridad, criptografía, comunicaciones seguras y dinero en Internet. También trata los contratos electrónicos y el intercambio electrónico de documentación. Existe una amplia normativa que regula el comercio en Internet. Se regula el uso de firmas digitales y se establece el concepto de emisor de certificados digitales de autenticidad. Esta Ley también trata sobre los derechos y deberes del propietario de las bases de datos, así como la reglamentación sobre su uso, diferenciando entre la titularidad de la base de datos y la titularidad de los contenidos.

Durante muchos años, la Ley de Propiedad intelectual ha identificado el concepto de producto

software con el de la creación literaria o artística: el software es una cosa que se utiliza como un libro: una sola persona a la vez en un único sitio. En los últimos años se han incluido los conceptos de software y de programa de ordenador. Esta Ley establece la titularidad del software, los derechos de uso y copia. Se garantiza que el derecho de uso no conlleva la transferencia de titularidad. Se define el concepto de licencia y las condiciones de uso y restricción de uso del producto software. Además establece la no posibilidad de cesión del derecho de uso, salvo acuerdo en contra, con lo que queda regulado el alquiler y préstamo del software.

España se encuentra al frente de los países europeos en materia de legislación que promueve la utilización de software de fuentes abiertas para favorecer la interoperabilidad entre sistemas informáticos. En este sentido, por ejemplo, se encuentra la mencionada Propuesta de recomendaciones a la Administración General del Estado sobre utilización de software libre y de fuentes abiertas; la Ley 11/2007 de 22 de junio [2], de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos; la Ley 56/2007 de 28 de diciembre [3], de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información y el Decreto 72/2003 de la Junta de Andalucía [1], que requiere explícitamente la implantación de sistemas que utilicen software libre en su sistema educativo, otorgando preferencia a su uso en otros ámbitos.

A nivel particular, varias administraciones han publicado recomendaciones de uso sobre el Software Libre, como es la Propuesta de Recomendaciones a la Administración General del Estado sobre la Utilización de Software Libre y de Fuentes Abiertas, junio 2005.

Todas estas referencias se describen de forma detallada en el informe "Software de fuentes abiertas en la Administración Pública Española" [14] publicado por el CENATIC.

La Ley 11/2007, de 22 de Junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos, establece medidas que fomentan la reutilización de sistemas y aplicaciones propiedad de la Administración, así como el intercambio y transferencia de tecnología a través de directorios actualizados de aplicaciones para su libre reutilización.

La Ley 56/2007, de 28 de Diciembre [3], de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información, establece que CENATIC, en colaboración con los Centros Autónomos de referencia y con el Centro de Transferencia de Tecnología entre Administraciones Públicas de la Administración General del Estado, es el encargado de la puesta en valor y difusión de las aplicaciones declaradas de fuente abierta por las Administraciones Públicas. Además, CENATIC se encargará del asesoramiento jurídico, tecnológico y metodológico para la liberación de software.

El Real Decreto 4/2010, del Ministerio de Administraciones Públicas, de 8 de enero [5], por el que

se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica, establece que antes de desarrollar un nuevo sistema o mejorar y actualizar los ya implantados, las administraciones deben considerar las soluciones disponibles que puedan satisfacer total o parcialmente las necesidades. Además, afirma que deberán procurar la publicación del código de las aplicaciones en desarrollo o finalizadas, en directorios para su libre reutilización con el fin de favorecer las actuaciones de compartir, reutilizar y colaborar, en beneficio de una mayor eficiencia. También establece que CENATIC podrá impulsar proyectos de software de fuentes abiertas dirigidos a la mejor implantación de las medidas de interoperabilidad, en fomento de la reutilización y la facilitación de la interoperabilidad.

Desde el Ministerio de Administraciones Públicas, a través de la Dirección General por el Impulso de la Administración Electrónica, se ha impulsado el Centro de Transferencia de Tecnología (CTT) que responde a algunas de las demandas de la Ley 11/07 (cap. 3, título 4, art. 45 y 46) como es la obligación de compartir y reutilizar desarrollos y ahorrar esfuerzos. El CTT tomará la forma de repositorio de recursos pero también será una base de conocimiento en su portal web (desarrollo, normativa, arquitecturas...)

La mayor parte de la legislación parte de 2007 en adelante. En ese mismo año, ROCA [12] detalla el proceso de traslación de las iniciativas sobre el Software Libre hacia directivas europeas, para más tarde ser aplicadas en las distintas legislaciones.

2.4.- Aplicabilidad del Software Libre

En la actualidad existe software libre en la práctica totalidad de las áreas de aplicación del software, desde los sistemas de comunicaciones, pasando por los puestos de trabajo, incluidos los dispositivos móviles y llegando incluso al caso de los servicios que se prestan desde el centro de datos.

Existen algunos casos de éxito, documentados en detalle, como el caso del proyecto gvPONTIS [11], que han servido como punto de partida para el estudio de aplicabilidad del software libre. Otro documento interesante para conocer alternativas de software libre, aplicable especialmente a centros de educación es el documento "Crear y Publicar con las TIC en la escuela" [7], aportando un enfoque muy aplicado sobre el uso del software libre en las aulas. También ha resultado útil en este aspecto el "Estudio comparativo de aplicaciones corporativas GNU/Linux para la UPV-EHU Universidad del País Vasco [8]".

En este trabajo nos centraremos en dos áreas específicas: las aplicaciones del puesto de trabajo y los sistemas existentes en los centros de datos de las Administraciones Públicas.

El puesto de trabajo está sufriendo una profunda transformación en los últimos años, incorporándose nuevos dispositivos y poniendo en duda la futura hegemonía del ordenador personal en el puesto de trabajo. Nos referimos a los dispositivos móviles, que partiendo del mundo de consumo (uso privado), se están incorporando a los puestos de trabajos de empresas y administraciones, creando un parque informático mas heterogéneo.

En los dispositivos móviles, especialmente en España, el sistema operativo mas utilizado es Android, seguido de lejos por iOS (iPad e iPhone) y Windows 8 (Windows Phone, tablets y convertibles).

En el caso de los teléfonos inteligentes (smartphones), en el momento de escritura de este trabajo, Android tenía en España una cuota de mercado superior al 90%, y en cuanto a dispositivos de tipo tablet, Android también era el sistema operativo mas utilizado, aunque la cuota de mercado de las tablets iPad era muy notable, especialmente en el entorno profesional.

Para el mercado internacional, la siguiente tabla refleja las ventas de dispositivos de tipo tablet por parte de los principales vendedores y cuota de mercado en el tercer trimestre de 2013. Las cifras se presentan en millones de unidades:

Fabricantes	M. Unidades 3er trimestre 2013	Porcentaje 3er trimestre 2013	M. Unidades 3er trimestre 2012	Porcentaje 3er trimestre 2012	Crecimiento Interanual
Apple	14.1	29.6%	14.0	40.2%	0.6%
Samsung	9.7	20.4%	4.3	12.4%	123.0%
Asus	3.5	7.4%	2.3	6.6%	53.9%
Lenovo	2.3	4.8%	0.4	1.1%	420.7%
Acer	1.2	2.5%	0.3	0.9%	346.3%
Others	16.8	35.3%	13.5	38.8%	25.0%
Total	47.6	100.0%	34.8	100.0%	36.7%

Tabla 1: Cuota de mercado de fabricantes de tablets (Fuente: [51])

El líder actual del mercado de dispositivos móviles es Android, desarrollado por la empresa Google. Este sistema, está basado en el sistema operativo linux, y es considerado como software libre. Sin embargo está fuertemente ligado al hardware en el que se ejecuta y las adaptaciones de los diferentes fabricantes no son libres. Además, tanto la capa de servicios "Google Play Services" como las aplicaciones existentes en el repositorio Google Play Store, no tienen licenciamiento

libre.

En cualquier caso, el estudio de la implantación de dispositivos móviles en las Administraciones Públicas queda fuera del estudio de este trabajo y se limitará al breve resumen expuesto sobre estas líneas. Este trabajo se centra en el estudio de software en dispositivos de escritorio de tipo PC y en servidores del centro de datos.

A continuación se describen las aplicaciones principales de cada uno de estos entornos y se analizan las posibilidades de migración hacia software libre en cada caso.

2.4.1 Entorno de escritorio tipo PC

Las aplicaciones más utilizadas en un entorno de escritorio de la mayor parte de las Administraciones públicas son las siguientes:

- Navegador Web
- Suite Ofimática
- Cliente de correo electrónico, agenda, calendario y contactos
- Herramientas de comunicación (chat, VoIP, etc)
- Herramientas de edición de imágenes y vídeo.
- Herramientas de diseño asistido por ordenador.
- Herramientas de contabilidad

La mayor parte de las aplicaciones de negocio, gestión y contabilidad han pasado a ser ofrecidas como servicios web, lo cual permite acceder a ellas desde cualquier navegador web. Para el caso del entorno de escritorio, vamos a analizar la posible migración hacia servicios web y posteriormente se analizan las posibilidades de migración hacia software libre.

3.4.1.1 Migración de aplicaciones a la nube (SaaS)

El término SaaS proviene de “Software as a Service” y significa que el software se ofrece en modo servicio, es decir, alquiler mensual por uso y, en la mayoría de los casos, se accede al mismo a través de una página web. La migración de aplicaciones con licencia propietaria a un servicio SaaS es una tendencia muy extendida en los últimos años.

En referencia a las aplicaciones SaaS, es destacable la buena aceptación que ha tenido el sistema operativo Chrome OS. Chrome OS es un proyecto de la empresa Google que propone un sistema operativo basado íntegramente en el navegador web. De momento, los ordenadores portátiles diseñados para el uso de este sistema operativo son denominados Chromebooks, y a

finales de 2013 únicamente se comercializaban en Estados Unidos. A pesar de ello tenían una buena aceptación, especialmente en el sector de la educación.

La buena aceptación de los dispositivos de tipo Chromebook confirma que, en muchos casos, es suficiente con tener acceso a un navegador web para poder realizar el trabajo de muchas personas, reduciendo la lista de aplicaciones anterior a una única aplicación: el navegador web.

Si analizamos mas detenidamente el listado anterior, podemos comprobar que la mayoría de las aplicaciones listadas, pueden ser ejecutadas desde el navegador web:

* Suite Ofimática: Google propone el uso de Google Docs como suite ofimática. El resto de grandes fabricantes también han migrado sus suites ofimáticas hacia servicios web: Microsoft Office 365 es la evolución, basada en web de Microsoft Office, por su parte, Apple también ha publicado su suite Apple iWork como un servicio web.

En el caso del software libre, LibreOffice ha anunciado en varias ocasiones que está trabajando en una versión online de esta suite ofimática. En cualquier caso ya es posible publicar esta suite ofimática en un servicio web utilizando un software de publicación de aplicaciones, como por ejemplo Ulteo Open Virtual Desktop.

* Cliente de correo electrónico, agenda, calendario y contactos: Cada vez es mayor el número de usuarios que consultan su correo, calendario y contactos desde un servicio web de tipo Webmail, sin dejar copia de sus mensajes en el disco del equipo desde el que se conecta. Esta tendencia ha sido impulsada por la aparición de dispositivos móviles en el puesto de trabajo y por el uso de múltiples dispositivos por cada usuario. Cuando un usuario utiliza varios dispositivos para consultar su correo electrónico o su agenda, suele desear tener sincronizados los datos de los dispositivos desde los que se conecta, y para ello lo mas práctico es utilizar un servicio web, que siempre queda sincronizado.

* Herramientas de comunicación (chat, voip, etc): La aplicación mas utilizada para comunicaciones de voz desde un PC es Skype. Skype fue adquirido por Microsoft en el mes de mayo de 2011. Microsoft ha anunciado que se encuentra en proceso de portar Skype a una aplicación web, que formará parte del portal "Outlook.com". En el caso de Google, su aplicación principal de comunicación es Google Hangouts, la cual ya ha sido adaptada para funcionar completamente en modo web.

* Herramientas de edición de imágenes y vídeo: La aplicación mas utilizada para edición de imágenes sigue siendo en la actualidad Adobe Photoshop. En mayo de 2013, Adobe anunció que trasladaba sus principales aplicaciones: Photoshop, Illustrator y Flash a la nube, pasando a comercializarse en modo suscripción. No obstante, a fecha de Enero de 2014, las aplicaciones de

Adobe todavía no estaban completamente convertidas en aplicaciones web y únicamente permitían su instalación en sistemas operativos propietarios: Mac OSX o Microsoft Windows.

Existen varios servicios de edición de imágenes ejecutables desde el navegador y basados en nube, que disponen de versiones públicas gratuitas, como el destacable caso de Pixlr.

Respecto a la edición de vídeo, la aplicación mas utilizada para componer vídeos en la nube es Youtube. No obstante, no es una herramienta profesional y está especialmente orientada para uso personal.

* Herramientas de contabilidad: Las aplicaciones de contabilidad no se libran de esta tendencia cada vez más acentuada, que consiste en llevar las aplicaciones a la nube, es decir, servir las desde un servidor para ser accedidas desde un explorador web. En cuanto a herramientas de contabilidad podemos destacar la empresa española SAGE, propietaria del conocido programa Contaplus y que, en septiembre de 2013 anunció que habían portado sus aplicaciones a la nube con el nombre “SAGE one”.

Esta tendencia de migración de aplicaciones a la nube favorece los proyectos de migración a software libre, ya que se evitan dependencias de las aplicaciones con el sistema operativo que las ejecuta, de forma que es suficiente con tener un sistema operativo capaz de ejecutar un navegador para poder migrar el sistema operativo a un sistema operativo libre como Linux.

Volviendo al ejemplo de los Chromebooks, este sistema operativo está basado en Linux, por lo que gran parte del mismo es software libre. Sin embargo, en la capa de aplicación son equipos muy cerrados y no permiten ejecutar aplicaciones de otras distribuciones Linux.

Migrar las aplicaciones a servicios web facilita la migración del sistema operativo, pero apenas permite reducir los costes, ya que las suscripciones de aplicaciones en nube suelen ser tan costosas o incluso, en algunos casos, más costosas que las aplicaciones propietarias de las que proceden.

3.4.1.2 Principales alternativas basadas en software libre

En un proyecto de migración a software libre, siempre debemos considerar la posibilidad de migrar el sistema operativo, ya que siempre ha sido una de las piezas mas condicionantes y una posible fuente de incompatibilidades futuras.

Sistema Operativo

Existen multitud de sistemas operativos de software libre siendo los más extendidos las distribuciones de GNU/Linux, en adelante “distribución de Linux”. Una distribución de Linux se compone de un módulo que interactúa con el hardware y muchas aplicaciones y utilidades que

son las que interactúan con los usuarios. Los grandes proyectos de migración de software, que cuentan con numerosos equipos técnicos especializados, pueden incluso plantearse la creación de una nueva distribución de Linux para los puestos de trabajo que desean migrar.

En los casos menos masivos, se aconseja utilizar alguna de las distribuciones de Linux existentes y diseñadas para todo tipo de usuarios, lo cual permitirá una adaptación más suave que si se utiliza alguna de las distribuciones de Linux personalizadas.

Las distribuciones más utilizadas en todo el mundo, en el momento de la escritura de este proyecto eran Linux Mint y Ubuntu Linux, siendo Ubuntu la distribución en la que están basados la mayoría de los proyectos de migración en Administraciones Públicas.

Salvo en casos específicos, a igualdad de condiciones, se recomienda el uso de alguna de las versiones de Ubuntu Linux como sistema operativo sobre el que proponer la migración.



Ilustración 3: Migración Windows a Linux (Fuentes: [36] y [33])

Navegador Web

El navegador web, como hemos visto en el apartado del SaaS, es una pieza fundamental que puede afectar directamente a la productividad de los empleados. En el momento de la escritura de este trabajo, la práctica totalidad de los navegadores eran gratuitos, siendo los más utilizados: Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox y Safari. En la primera década del siglo XXI todavía existían muchas incompatibilidades en sitios y servicios web si el navegador utilizado no era Internet Explorer. Este hecho condicionaba la elección del navegador, y puesto que Internet Explorer únicamente podía ejecutarse en Microsoft Windows, llegaba a condicionar incluso el sistema operativo a utilizar. Desde el inicio de la segunda década del siglo XXI, el navegador más utilizado en todo el mundo es Google Chrome, que es compatible con cualquier sistema operativo. Los desarrolladores de los servicios web diseñan sus sitios y aplicaciones teniendo en cuenta este hecho, por lo que la práctica totalidad de servicios web funcionan actualmente en el navegador Google Chrome.

Google Chrome no es un proyecto de software libre, aunque tiene un proyecto asociado y prácticamente equivalente, denominado Google Chromium, y que sí es software libre. Por otra parte, Mozilla Firefox es el único navegador de la lista que es software libre puro, respetando

todas sus libertades. La elección del navegador no afectará al coste, ya que todos los navegadores listados son gratuitos, por tanto, a falta de conocer las particularidades de cada proyecto, de forma genérica se recomendará el uso de Google Chrome y/o Mozilla Firefox para los proyectos de migración a software libre.

Suite Ofimática

El caso de la suite ofimática es el más común en los proyectos de migración hacia software libre. La práctica totalidad de los proyectos parten de alguna de las versiones de Microsoft Office y se plantean la migración a una suite ofimática con herramientas similares.

El proyecto de software libre con mayor recorrido en cuanto a suites ofimáticas es OpenOffice. Este proyecto fue creado por la empresa Sun Microsystems en Julio del año 2000 al publicar el código de su suite ofimática, denominada StarOffice y entregar este código a la comunidad internacional para que lo evolucionasen en forma de software libre. Sin embargo la propiedad del código y de algunas de marcas utilizadas no pasó completamente a la comunidad.

En Enero de 2010, la empresa Oracle adquirió Sun Microsystems, pasando los derechos de OpenOffice a la empresa Oracle.

La comunidad de software libre no era muy afín a los principios de Oracle, ya que ésta siempre ha sido una empresa de venta de licencias de software propietario.

Debido a las discrepancias entre Oracle y la comunidad de OpenOffice, se creó un proyecto paralelo, denominado "LibreOffice" cuyo objetivo era seguir desarrollando la suite ofimática con independencia de Oracle. Este proceso es lo que se conoce como "fork" en terminología de desarrollo de software libre.

El proyecto LibreOffice tuvo una amplia aceptación por la comunidad internacional de software libre, siendo esta suite ofimática incorporada en la práctica totalidad de las distribuciones de Linux.

El proyecto OpenOffice quedó prácticamente parado, hasta que en junio de 2011, Oracle dona el proyecto OpenOffice a la comunidad de desarrolladores "Apache Software Foundation", que es una de las principales organizaciones de desarrollo de software libre en el mundo.

La fundación Apache retomó el proyecto, de forma que en los siguientes años ambos proyectos, LibreOffice y OpenOffice evolucionaron en paralelo, siendo en el momento de escritura de este trabajo prácticamente similares ambas suites ofimáticas. Existen unas ligeras diferencias entre ellas, siendo la más extendida LibreOffice. La elección de una u otra suite ofimática no es condicionante para el futuro de la organización, ya que la migración de una a la otra es prácticamente inmediato ya que ambos proyectos comparten incluso la interfaz de usuario.

En resumen, las suites ofimáticas que podrían considerarse para una migración a software libre son LibreOffice y OpenOffice, siendo prácticamente indiferente la elección de una u otra suite ofimática.

Cliente de correo electrónico, agenda, calendario y contactos

Los clientes de correo electrónico más comunes en la mayoría de las corporaciones son Microsoft Outlook y Lotus Notes de la empresa IBM.

En el mundo del software libre, el cliente de correo mas utilizado es Mozilla Thunderbird, aunque existen otras alternativas con bastante aceptación como el cliente Evolution del proyecto Gnome.

Thunderbird permite gestionar el calendario de eventos a través de un plugin, mientras que Evolution permite gestionar eventos de forma nativa. En cuanto a los contactos, ambas herramientas permiten gestionar libretas de direcciones.

No obstante, en los últimos años, la tendencia mas habitual para el acceso al correo electrónico, la agenda y los contactos es delegar esta tarea en aplicaciones web.

Existen varios proyectos de software libre, que implementan un servicio de Webmail y cuyo objetivo es proveer los servicios de correo electrónico, agenda y contactos desde una aplicación web. Estos servicios, además suelen ser ofrecidos sin coste adicional por el proveedor del servicio de correo electrónico.

La principal ventaja del uso de una aplicación de correo electrónico, frente al uso de un servicio web es la posibilidad de acceder al correo cuando el equipo no esté conectado a Internet. Esta situación es cada vez mas atípica en puestos de trabajo fijos, pudiendo darse el caso en usuarios con movilidad. Por tanto, la recomendación habitual para los proyectos de software libre consiste en instalar Evolution y/o Thunderbird en los equipos, además de permitir el acceso al correo electrónico a través de los navegadores.

Herramientas de comunicación (chat, VoIP, etc)

De igual forma que en el caso del correo electrónico, la mayoría de las herramientas de comunicación, como Skype, MSM Messenger o Lotus Sametime se han ido migrando hacia servicios web a lo largo del tiempo.

En el momento de escritura del proyecto, Skype todavía no estaba completamente migrada a un servicio web. En este caso, a diferencia de lo que sucedía con el navegador web, las aplicaciones

Skype y Lotus Sametime sí disponen de clientes para la mayoría de los sistemas operativos, incluidas las distribuciones linux.

Por tanto, normalmente no es necesario realizar una migración de estas aplicaciones a sus equivalentes de software libre.

En los casos que se considere la migración del servicio de mensajería instantánea, se puede evaluar el uso del protocolo Jabber en el servidor y clientes multiformato, como Ekiga, Pidgin o Gaim en los puestos de trabajo.

La elección del sistema de mensajería mas apropiado dependerá de las particularidades de cada proyecto.

Herramientas de edición de imágenes y vídeo

La herramienta de edición de imágenes mas utilizada por los profesionales de diseño es la herramienta de retoque fotográfico Adobe Photoshop, aunque también son comunes otras herramientas como la herramienta de creación de gráficos vectoriales Adobe Illustrator. Estas herramientas se comercializan por suscripción mensual (alquiler de software). En el momento de escritura de este trabajo, la suscripción en España de cada una de las herramientas de Adobe tenía un coste de 24,59€ / mes por cada usuario [16].

Para estas herramientas de diseño, sus equivalencias más extendidas, en la oferta de software libre son: Gimp como herramienta de retoque fotográfico e Inkscape como herramienta de creación de gráficos vectoriales.

En el caso de la edición de vídeo, es habitual utilizar herramientas como Adobe Premier. También existen herramientas orientadas hacia cualquier tipo de usuario, es decir, no destinadas a profesionales de diseño, como son Microsoft Movie Maker o Apple iMovie.

En el caso del software libre, encontramos soluciones como Lightworks, Videolan Movie Creator o Avidemux.

Herramientas de diseño asistido por ordenador

La principal herramienta de diseño asistido por ordenador es el producto AutoCAD, de la empresa Autodesk. Para el caso de diseño en 2D, existen varias alternativas basadas en software libre, entre las que destacan LibreCAD y Qcad. Qcad es una aplicación que comenzó como aplicación libre de diseño 2D. En 2008 la aplicación evolucionó significativamente en cuanto a funcionalidad, cambiando su modelo de licenciamiento a licencias comerciales. En el año 2013, poco después de la publicación de la versión 3, la aplicación volvió a publicarse como software libre, concretamente

con la licencia GPLv3. En esta última versión, se comercializan extensiones comerciales con el producto, que permiten acceder a herramientas avanzadas y trabajar con otros tipos de archivos, como el formato DWG de autoCAD.

Herramientas de contabilidad

Existen múltiples aplicaciones de contabilidad en uso por las diferentes organizaciones, y en el caso de las Administraciones Públicas, en muchos casos, se utilizan aplicaciones desarrolladas a medida para este cometido.

La mayoría de las aplicaciones de gestión y contabilidad de Administraciones Públicas han sido migradas a servicios web, y la propiedad del producto suele recaer en la Administración Pública, por lo que la migración de este tipo de aplicativos no suele conllevar grandes beneficios.

Dada la heterogeneidad del software de contabilidad, no es aconsejable crear paralelismos generales, y cada caso será necesario estudiarlo de acuerdo a sus particularidades.

2.4.2 Servidores del centro de datos

En el centro de datos, podemos encontrar gran diversidad de servicios, no obstante, los principales, que encontramos en la práctica totalidad de las administraciones, son los siguientes:

- Servidores Web y servidores de Aplicaciones
 - Gestión de contenidos web (CMS)
 - Intranet
 - Webmail
 - Gestores documentales
 - Recursos compartidos (carpetas e impresoras)
 - Aplicaciones de gestión internas
- Servidores de correo, agenda y contactos
- Servicios de directorio
- Bases de datos
- Publicación de aplicaciones para puestos de trabajo
- ERP (Enterprise Resource Planning)
- CRM (Customer Relationship Management)

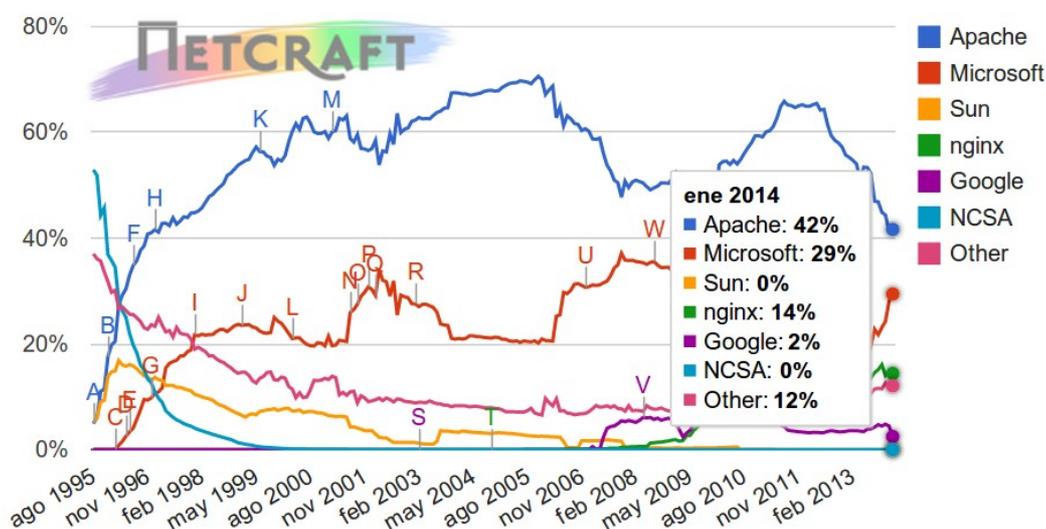
El software libre se implantó en muchos centros de datos mucho antes de estar presentes en los puestos de escritorio. La práctica totalidad de las empresas y administraciones actuales disponen

de servicios basados en software libre en sus centros de datos.

A continuación se enumeran los principales servicios basados en software libre que podemos encontrar en centros de datos.

- **Servidores Web + Servidores de Aplicaciones**

Netcraft [38], es considerado como la principal referencia respecto a cuotas de mercado de servidores web. A partir de sus datos, el servidor más extendido a nivel mundial sigue siendo el servidor de software libre Apache Web Server:



Gráfica 4: Comparativa de servidores web (Fuente: [38])

Como norma, en un proyecto de migración a software libre, es habitual analizar la posible migración hacia Apache Web Server. El sistema operativo en el que el servidor Apache tiene el mejor rendimiento es Linux, por lo que si el sistema operativo usado por los servidores web del centro de datos no es Linux, puede ser conveniente analizar la posibilidad de realizar la migración a Linux.

Muchas aplicaciones web están desarrolladas en el lenguaje de programación Java, y los programas encargados de ejecutar estos servicios web suelen denominarse “servidores de aplicaciones”. Uno de los servidores de aplicaciones más extendidos es IBM Websphere. Como alternativas libres, son de uso común Apache Tomcat y Red Hat Jboss.

La migración de un servidor web no suele ser una tarea sencilla, ya que el servidor web puede ejecutar una gran variedad de aplicaciones y soportar diferentes lenguajes de programación para las aplicaciones.

Dentro de los servidores web, los principales servicios que se ejecutan son los siguientes:

- Gestión de contenidos web (CMS)
 - En el ámbito del software libre, a partir de los datos recopilados por el plugin “Wappalizer” [19], los gestores de contenidos web (CMS) más extendidos son los siguientes:

CMS	Porcentaje Instalado
WordPress	62%
Joomla	16%
Drupal	7%
TYPO3	2%
Wix	1%
Squarespace	1%
1C-Bitrix	1%
Otros	9%

Tabla 2: Porcentaje instalado de soluciones CMS (Fuente: [19])

Como se puede comprobar en la tabla, el gestor de contenidos de software libre más extendido es Wordpress. Este CMS incluye una gran cantidad de módulos que permiten adaptar el producto para realizar gran cantidad de tareas, por ejemplo, con el módulo BuddyPress permite convertir a Wordpress en una red social interna para una organización.

- Intranet
 - Los servicios de Intranet, en muchos casos, suelen estar basados en un gestor de contenidos, o ser desarrollos propios de la administración.
 - En cualquiera de los casos, si la intranet está basada en un software con licenciamiento comercial, suele ser aconsejable considerar la posibilidad de migrar el entorno a un gestor de CMS de código abierto. Los CMS de código abierto disponen de una gran variedad de conectores y plantillas que permiten adaptarlos a la práctica totalidad de posibles requisitos para un servicio de intranet.

- Webmail

- Existen multitud de servicios de Webmail basados en software libre, entre los que destacan los siguientes:

- RoundCube
- SquirrelMail
- Horde
- NeoMail

La migración de un servicio de Webmail suele resultar una tarea sencilla ya que los servicios de Webmail se comunican con los servidores de correo con protocolos estándar, como es IMAP o POP3. Además, pueden convivir varios servicios de Webmail simultáneamente.

- Gestores documentales

- Existe un gran número de servicios de gestión documental, en el ámbito del software libre, los más utilizados son los siguientes:

- Alfresco
- Nuxeo EP
- Knowledge Tree
- Maarcha
- Jahia

La migración de un gestor documental puede ser una tarea compleja debido a que la mayoría almacenan datos asociados a la documentación, que no siempre es fácil de migrar a otros entornos.

El proceso de migración de un gestor documental debe ser analizado en detalle para cada caso concreto.

- Recursos compartidos (carpetas e impresoras)

- La mayor parte de las organizaciones utilizan las carpetas compartidas de los dominios Microsoft Windows de forma masiva. Los sistemas operativos GNU/Linux permiten la compatibilidad con estos servicios a través del proyecto Samba. El

paquete Samba, además de cliente, permite comportarse como un servidor de carpetas compartidas y es compatible con equipos Microsoft Windows.

La compatibilidad bidireccional existente gracias al proyecto Samba permite realizar migraciones suaves, en las que durante el proceso de migración pueden convivir los sistemas antiguos y los nuevos.

Por otra parte, los servicios de disco compartidos están empezando a generalizarse en modo nube, es decir, se ofrecen espacios de almacenamiento a través de Internet. Estos discos en nube permiten acceso a los recursos almacenados con independencia del terminal y localización del usuario.

Entre estos servicios, destacan los siguientes: Dropbox, Google Drive, Microsoft Onedrive (antes conocido como SkyDrive) y Box.net.

En cuanto a proyectos de software libre, es interesante analizar el software OwnCloud, que dispone de una “community edition” que se mantiene como proyecto de software libre.

- Aplicaciones de gestión internas

- En el caso de la Administración Pública, en muchos casos, las aplicaciones de gestión son aplicaciones desarrolladas a medida para la gestión de la administración. En estos casos, la propiedad intelectual del software suele recaer sobre la administración correspondiente.
- En caso de utilizar software de terceros para la gestión, se recomienda encarecidamente realizar un estudio de migración, ya que los sistemas de gestión son componentes críticos de los que la administración no puede prescindir ni migrar rápidamente.

- **Servidores de correo, agenda y contactos**

El servicio de correo electrónico se ha convertido en una herramienta de trabajo fundamental para la mayoría de los puestos de trabajo de la administración. Además de los mensajes de correo, la aplicación de correo suele integrar la agenda de contactos de los usuarios y la agenda de eventos.

El servicio de correo, agenda y contactos impacta directamente en la productividad de los

empleados.

El servicio de correo electrónico debe garantizar una disponibilidad cercana al 100% y una gran integridad, ya que la pérdida de mensajes de correo es una de las situaciones más difíciles con las que se puede encontrar una organización.

Existen varias soluciones de correo electrónico basadas en software libre, no obstante, las soluciones comerciales están muy extendidas, encontrando, en la mayoría de las grandes organizaciones, servidores Microsoft Exchange o servidores de correo Lotus de IBM.

Por otra parte, hay una fuerte tendencia de externalización del servicio de correo, que se está acelerando en los últimos años, de forma que el correo electrónico, en muchos casos está pasando a ofrecerse como un servicio SaaS con funciones adicionales, como son la comunicación instantánea por chat, la videoconferencia online o el almacenamiento de ficheros en nube.

A pesar de estos datos, la mayor parte de los servidores de correo utilizados son servicios basados en software libre, como los siguientes:

- Postfix
- Sendmail
- Exim4
- Qmail

También existes soluciones basadas en software libre que incluyen la agenda de eventos, los contactos, tareas y archivos en nube (como hacen Microsoft Exchange o Google Apps), como las siguientes:

- OpenXchange
- GroupOffice
- eGroupware
- Zimbra

En este tipo de herramientas, es habitual encontrar una versión de código abierto y algunos módulos con licenciamiento comercial. Es recomendable analizar los costes de los módulos opcionales antes de tomar una decisión respecto a la migración.

- **Servicios de directorio**

El primer servicio de directorio que fue desplegado de forma masiva en grandes corporaciones fue Novell Netware. La práctica totalidad de las grandes empresas y administraciones implantaron este tipo de servicio, que les permitía gestionar, de forma centralizada, las credenciales de acceso de los usuarios y los recursos compartidos, como eran las carpetas de red y las impresoras.

Posteriormente, Microsoft sacó al mercado Windows NT, incluyendo servicios para la administración de redes locales, a los que denominaron “dominios”. Los servicios de red de Microsoft evolucionaron hasta que, con la publicación del sistema operativo Microsoft Windows 2000, pasaron a denominarse servicios de “Directorio Activo”.

Una década mas tarde, el servicio de directorio mas extendido en todas las empresas y corporaciones es el servicio de directorio activo de Microsoft, aunque todavía podemos encontrar algunas pocas corporaciones que todavía tienen instalado el servicio Novell Netware.

En los últimos años, el servicio de directorio está perdiendo importancia y, parte de las funciones del mismo, se están exportando a servicios en nube, es decir, que funciones como la autenticación de usuarios o el acceso a carpetas compartidas y a recursos de impresión se realizan desde Internet, utilizando servicios como Google Apps, Microsoft Office 365 o similares, de forma que el directorio activo va reduciendo su importancia.

A esta tendencia también han contribuido los dispositivos móviles, que no están diseñados para integrarse en las redes locales de Microsoft y están cada día mas presentes en todas las corporaciones y administraciones.

De cara a una migración a software libre, se recomienda evitar al máximo el uso del servicio de Directorio Activo de Microsoft, ya que está diseñado para fomentar el uso de sistemas operativos de Microsoft en los puestos de trabajo.

Respecto a los servicios de directorio activo, las recomendaciones son las siguientes:

- Autenticación → Utilizar un servidor LDAP, como podría ser OpenLDAP
- Carpetas Compartidas → Implementar un servicio de disco en nube, a ser posible basado en tecnología open source
- Impresoras → La mayor parte de las impresoras actuales permiten acceder a ellas desde Internet, permitiendo realizar la autenticación contra un servicio de red.
- Correo electrónico → Utilizar un servidor de correo que no dependa del directorio activo de Microsoft

- **Bases de datos**

Las bases de datos se han convertido en una pieza fundamental de las organizaciones y las infraestructuras informáticas. El negocio de las bases de datos mueve, a nivel global, 24.000 millones de dolares anualmente [39].

En este mercado, la práctica totalidad del presupuesto es destinado a la compra de licencias de bases de datos, es decir, a software propietario.

Los principales motores de bases de datos desplegados en las organizaciones son los siguientes (fuente [39]):

- Oracle 48,8%
- DB2 20,2%
- SQLServer 17%
- SAP/SYBASE 4,6%
- Teradata 3,7%
- Otros 5,8%

Existen múltiples tipos de bases de datos basadas en software libre que han demostrado ser válidas para entornos críticos y masivos. Estos sistemas libres permiten sustituir a las bases de datos comerciales incluso en sistemas de alto rendimiento.

Entre las bases de datos relacionales de código abierto destacan:

- PostgreSQL
- MySQL (MariaDB)

Por otra parte, en muchos proyectos actuales, basados en servicios web ofrecidos desde nube, se están usando un tipo de bases de datos no relacionales, también denominadas NoSQL[50], que se adaptan perfectamente a los servicios en nube y escalan de forma muy simple. Algunos ejemplos de bases de datos NoSQL son Dynamo de Amazon, BigTable de Google o Voldemort de LinkedIn.

Algunos ejemplos de bases de datos NoSQL, basados en software libre son los siguientes:

- MongoDB
- Apache Cassandra
- Apache CouchDB

- **Publicación de aplicaciones para puestos de trabajo**

La publicación de aplicaciones para el puesto de trabajo permite centralizar la administración de las aplicaciones en el centro de datos. El software más extendido de publicación de aplicaciones es Citrix XenApp (en las últimas versiones se comercializa como Citrix XenDesktop).

La tendencia actual es abandonar estas tecnologías en favor de las aplicaciones web, no obstante, hasta que las principales aplicaciones nativas no estén migradas a sus correspondientes versiones web, pueden resultar útiles las herramientas de publicación de aplicaciones.

Podemos encontrar varias tecnologías de publicación de aplicaciones en Linux. Además, el sistema de ventanas Xorg ya dispone de un método nativo para la ejecución de aplicaciones en equipos remotos.

Existen además herramientas de publicación de aplicaciones que permiten la publicación tanto desde sistemas Linux como desde sistemas Windows, siendo muy aconsejables para los procesos de transición. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es Ulteo OVD, cuyo desarrollo es software libre.

- **ERP (Enterprise Resource Planning)**

Los sistemas ERP o Sistemas de planificación de recursos empresariales son habituales en las corporaciones con un importante catálogo de distribución de bienes o servicios. Estos sistemas se encargan de la producción, logística, inventario y contabilidad entre otros aspectos.

Existen un considerable número de sistemas ERPs, algunos especializados en sectores concretos y otros más generalistas. Entre los sistemas ERPs más generalistas, encontramos software de licenciamiento propietario como SAP Business One, Microsoft Dynamics NAV (anteriormente conocido como Navision) u Oracle E-Business Suite.

La migración de un software de ERP es una tarea compleja, y dada la gran cantidad de funciones incluidas en estos tipos de productos, se hace necesario un estudio en detalle de cara a la migración hacia software libre.

Algunos de los productos de código abierto que podemos considerar en este campo son los siguientes:

- Openbravo
- Neogia
- OpenERP
- ERP5 (Incluye CRM)
- BlueErp
- Apache OFBiz (módulo ERP)

La mayor parte de los sistemas ERP, tanto los libres como los propietarios, se encuentran en proceso de adaptación hacia la nube, es decir, se están rediseñando para ser ofrecidos como aplicaciones web. En este sentido, es también importante considerar los servidores necesarios para ofrecer este servicio desde la nube.

- **CRM (Customer Relationship Management)**

Los sistemas CRM, al igual que los sistemas ERP, están fuertemente ligados a la industria. Concretamente, el software CRM permite gestionar la relación con los clientes, asociando la información de ventas a cada cliente.

Algunos de los productos mas conocidos como CRM son los siguientes: Salesforce.com, Oracle CRM, SAP CRM, Microsoft Dynamics CRM, etc

En muchos casos, el software ERP está integrado con el software CRM de la empresa que lo comercializa.

Este tipo de aplicaciones también se encuentra en una fase de adaptación a la nube, por lo que se espera que, en breve, la mayor parte de las soluciones CRM únicamente estén disponibles como aplicaciones web.

Respecto a las versiones de código abierto destacan las siguientes:

- SugarCRM
- CentricCRM
- Hipergate
- Vtiger CRM
- XRMS CRM
- Apache OFBiz (módulo CRM)

De igual forma que sucedía con las soluciones de colaboración (Groupware), muchos proyectos de CRM en código abierto, disponen de módulos empresariales con licenciamiento propietario. Se recomienda analizar los posibles costes de los módulos avanzados de estas soluciones.

En la lista de software para centro de datos se han estudiado los principales módulos y servicios que se ofrecen a los usuarios como servicios. No se han incluido algunas funciones importantes en un centro de datos, como son el hardware de red, las plataformas de virtualización, los sistemas de almacenamiento y las copias de seguridad. Estos módulos quedan fuera del estudio de este trabajo. A pesar de ello, es destacable el uso de software libre que encontramos en muchos centros de datos en estas áreas.

2.5.- Estudio de riesgos generales

Si partimos de los riesgos laborales, atendiendo a la documentación existente sobre prevención de riesgos laborales, como la Guía Técnica para la Integración de la Prevención de Riesgos Laborales en el sistema general de gestión de la empresa [10], los principales riesgos laborales de una migración son los derivados del cambio de los procedimientos.

Abordando los riesgos desde un aspecto más general y no únicamente desde el punto de vista laboral, a partir de los datos presentados por el CENATIC en el informe “Software Libre en organismos públicos ámbito estatal 2011” [13], hemos confeccionado la siguiente tabla, que presenta los riesgos mas importantes, de cara a la migración de las Administraciones Públicas a Software Libre:

Principal causa de rechazo	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de personal experto • Necesidad de Formación
Causas de rechazo con importancia	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de migración desde el software anterior. • Desconocimiento de soluciones • Desconocimiento de empresas de soporte técnico • Problemas de interoperabilidad con los productos implantados.
Otras causas	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptaciones específicas en el software • No existen soluciones libres que cumplan la necesidad

	<ul style="list-style-type: none"> • Costes del proceso de selección del software adecuado • Costes de la gestión del cambio y formación.
Argumentos sin relevancia	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de cálculo del TCO • No existe garantía de calidad suficiente en el software libre • Elaboración del pliegos técnicos y jurídicos • Legalidad del software libre, incluyendo sus licencias.

Tabla 3: Riesgos principales de la migración a software libre (Fuente: [13])

A continuación se van a analizar las causas consideradas como principales o importantes, es decir las dos primeras filas de la tabla anterior.

Falta de personal experto

La falta de personal informático puede ser considerado como un inconveniente, cuando se pone en producción una nueva aplicación informática, independientemente del tipo de software que se desee implantar, libre o comercial.

De cara a la migración, si la administración no dispone de personal experto para llevar a cabo la migración con éxito, se recomienda la contratación de una empresa de consultoría para participar y supervisar el proyecto de migración.

La gran ventaja del software libre, en este caso, es que cualquier empresa tecnológica local puede especializarse en este tipo de software, ya que todo el código y la documentación necesaria suele estar disponible, y habitualmente de forma gratuita.

En el caso del software propietario, al ser aplicaciones de código cerrado, las únicas empresas que pueden dar un servicio con garantías son los propios desarrolladores y propietarios de la aplicación, y en muchos casos son empresas de Estados Unidos, por lo que la inversión de la Administración acaba creando riqueza en otros países.

Necesidad de formación

Todo cambio requiere una adaptación, y el hecho de utilizar un software propietario no evita que sea necesaria una formación asociada para conseguir un uso eficiente de las aplicaciones contratadas. En muchos casos, un cambio de versión o una actualización de un software propietario puede resultar mas complejo que la transición hacia una solución de software libre. Es el caso de la migración de Windows XP a Windows 7, o de Microsoft Office 2003 a Microsoft Office 2007. En este último caso, cuando se produjo dicha actualización, muchos usuarios indicaron que

les resultaba mas sencillo el uso de OpenOffice que asumir la migración al nuevo interfaz de Microsoft Office 2007.

En todo proyecto de migración de software es necesario planificar la formación de los usuarios. Se han dado varios casos de proyectos de migración que han fracasado por no reservar parte del presupuesto a la formación de los usuarios.

Los beneficios de la migración a aplicaciones de software libre se consiguen a medio y largo plazo. No debe plantearse el cambio como una reducción inmediata y abrupta de los costes, ya que durante los primeros años, la adaptación requerirá una asignación presupuestaria.

Problemas de migración desde el software anterior.

Los principales inconvenientes que pueden encontrarse son debidos a cambios de interfaz o a cambios del formato de los ficheros. Para el caso de la interfaz, suele ser suficiente con planificar un proceso de adaptación, con formación a los usuarios y planificar la evaluación de los resultados a medio plazo. Para el caso del formato de los archivos, este problema suele agravarse cuando se permiten situaciones mixtas, en las que algunos usuarios utilizan el nuevo software y otros continúan utilizando el software privativo original. El formato de los archivos es especialmente importante cuando varios usuarios comparten ficheros, por tanto, de cara al proyecto de migración se hace necesario analizar las colaboraciones entre los diferentes usuarios y departamentos y, en caso de iniciar pilotos con un número reducido de usuarios, intentar asegurar que los usuarios seleccionados para el piloto no tendrán demasiadas colaboraciones con los usuarios que quedan fuera del piloto.

Habitualmente, las aplicaciones de software libre intentan aceptar formatos de ficheros nativos de aplicaciones propietarias, sin embargo el caso contrario no suele ser habitual, ya que los fabricantes de software propietario no tienen interés en facilitar los procesos de migración de usuarios desde su producto a cualquier otro tipo de software.

Desconocimiento de soluciones

Internet se ha convertido en una fuente inagotable de información, y en el caso del software libre, todavía más, ya que la información suele ser totalmente pública. Por ello suele ser un proceso sencillo recabar información sobre soluciones de software libre que pueden sustituir a otras soluciones propietarias.

En cualquier caso, para la tranquilidad de los responsables de la migración, se aconseja contratar una empresa tecnológica local, a modo de consultoría, para el proceso de migración de software. Según los datos aportados por el CENATIC durante la Conferencia Internacional del Software

Libre 2012 (OSWC), organizada por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, en España, 16.000 empresas ofrecen productos de código abierto y generan más de 40.000 empleos [21].

Las Administraciones que afronten el proceso de migración con desconocimiento, pueden aprovechar este amplio tejido empresarial de España en este sector para llevar a cabo el proyecto con garantías de éxito.

Desconocimiento de empresas de soporte técnico

Como hemos indicado en el párrafo anterior, España dispone de una gran oferta de servicios empresariales relacionados con el software libre. La mayoría de estas empresas ofrecen servicios de soporte técnico, ya que el soporte es el principal modelo de negocio relacionado con el software libre.

Además, como veremos en el próximo apartado, existe un considerable número de casos de éxito, de Administraciones que ya han migrado parte de su software a alternativas libres. En muchos casos puede resultar recomendable ponerse en contacto con estas administraciones para recabar más datos y analizar paralelismos y aprovechar la experiencia adquirida durante sus proyectos de migración.

Problemas de interoperabilidad con los productos implantados.

En este punto se da la paradoja de que el software propietario no suele integrarse correctamente con software que no sea del mismo fabricante. En contraposición, el software libre suele implementar rigurosamente los estándares existentes, tanto a nivel de formato de archivos como en los interfaces de comunicación con otros sistemas.

Por tanto, ante un caso de incompatibilidad con alguno de los sistemas existentes, cabe estudiar el caso concretamente y analizar si el sistema que ocasiona la incompatibilidad resulta imprescindible.

Esto no quiere decir que siempre vayamos a encontrar una solución a un caso de incompatibilidad. En algunos casos concretos, normalmente relacionados con puestos de trabajo muy especializados, es posible que una migración no sea viable debido a un problema de incompatibilidad.

No obstante, para la mayoría de los puestos de trabajo de las administraciones, será posible la migración sin encontrar obstáculos de incompatibilidad insalvables. Como norma, en caso de ser posible, se recomienda evitar la interacción entre aplicaciones propietarias y aplicaciones de software libre.

2.6.- Casos destacados de uso de software libre en Administraciones Públicas

En Europa existen multitud de proyectos de migración de Administraciones Públicas a software libre, existiendo incluso normativa europea que insta a los gobiernos a utilizar este tipo de software en sus administraciones. Uno de los países más avanzados en cuanto a implantación de software libre es España, existiendo proyectos de fomento del uso del software libre en casi todas las Comunidades Autónomas y en el Gobierno central.

En el caso de Europa, existen varias iniciativas, como por ejemplo la plataforma colaborativa Joinup [27], fundada por la Unión Europea a través del programa ISA (Interoperability Solutions for Public Administrations), que tiene como objetivo prestar soporte a la búsqueda, elección, reutilización e implementación de software de código abierto en las Administraciones Públicas.

A continuación se muestran algunos de los proyectos de migración a software libre que se han ejecutado en Europa.

Para la redacción de este listado se han destacado los proyectos que mayor relación tenían con los casos prácticos estudiados en este trabajo fin de carrera.

• España



Ilustración 4: Logotipo Linex 2013 (Fuente: [32])

- Generalitat Valenciana: En 2004 se inició un proyecto de migración de los equipos de los centros educativos a software Libre. Se creó la distribución Lliurex [42]. En junio de 2013, junto a la publicación de la versión LliureX 13.06 se anunció que ya estaba implantado en más de 100.000 equipos de los centros educativos de la Comunidad Valenciana consiguiendo un ahorro de 33 millones de euros [29], incluso teniendo en cuenta que las licencias del software propietario para educación son considerablemente más económicas que las licencias para el resto de colectivos.



Ilustración 5: Logotipo Lliurex (Fuente: [34])

- LinEX en Extremadura. Linex es la distribución de GNU/Linux desarrollada por la Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Comunidad Autónoma de Extremadura. GNULinEx se creó en el 2002, convirtiéndose en la primera distribución desarrollada por y para la Administración Pública en el país. En 2011, tras el cambio de gobierno de la región, el proyecto quedó parado y se temía por su continuidad. En febrero de 2013, el Gobierno de Extremadura puso a disposición de sus ciudadanos una nueva versión denominada LinEx2013, con algunos cambios sustanciales en la distribución. Es importante destacar que la apuesta por el software libre en Extremadura ha conseguido soportar incluso un cambio de gobierno, aunque se cambió completamente el equipo que mantenía la distribución. En 2013, unos 40.000 equipos informáticos del Gobierno de Extremadura fueron migrados a sistemas de software libre.
- La Generalitat Valenciana ha anunciado que ha completado la implantación de LibreOffice, como suite ofimática en el 100% del parque informático de la Generalitat (unos 120.000 ordenadores) [28], permitiendo un ahorro anual de 1,5 millones de euros [46] en licencias de software propietario.



Ilustración 6: Logotipo Guadalinex (Fuente: [31])

- La Junta de Andalucía, en 2003 inició un proyecto de creación de una distribución Linux para su comunidad educativa. En 2011 se estimaba que el número de usuarios de GuadaLinex era superior a 300.000. Según publican en Ostatic en 2012 [26], Guadalinex es utilizado por 600.000 estudiantes y 75.000 profesores en toda España.

- En España, distintos gobiernos regionales están desarrollando sus propias distribuciones de Linux para uso administrativo y académico:
 - LinEx en Extremadura
 - Augustux en Aragón
 - GuadaLinex en Andalucía
 - LliureX en La Comunidad Valenciana
 - Molinux en Castilla-La Mancha
 - MAX en La Comunidad de Madrid
 - Linkat en Cataluña
 - Trisquel en Galicia
 - LinuxGlobal en Cantabria
 - EHUX en el País Vasco
 - mEDUXa en la comunidad Canaria
 - Bardinix en la Provincia de Santa Cruz de Tenerife
 - Silu en la Provincia de Las Palmas
 - Melinux en la Ciudad Autónoma de Melilla.

Existen opiniones enfrentadas respecto a la necesidad de todas estas versiones diferentes de sistemas operativos para Administraciones Públicas. Por una parte, la posibilidad de personalizar las distribuciones de GNU/Linux ha permitido que algunas administraciones regionales desarrollen su propia distribución. Por otra parte, si todos los esfuerzos se hubieran coordinado de forma centralizada, posiblemente la inversión necesaria hubiera sido inferior.

• **Francia**

- En Julio de 2004, el Ministerio francés de consumo eligió MandrakeLinux Corporate Server para reemplazar 1500 servidores con Windows NT en un despliegue a nivel nacional.
- El Parlamento francés migró, en 2007, 1.154 puestos de trabajo a Linux

- En Julio de 2013 [20], el Parlamento francés confirma que el software libre tendrá prioridad en la educación. Esta nueva ley parte del éxito en la votación del día 3 de julio de 2013 por el que se cuestionaba el asunto de la utilización de software libre en los sistemas informáticos de orden público del sector educativo.
- Así el nuevo artículo del proyecto de ley francés queda de la siguiente forma:
 - “Art. 123-4-1 – El Servicio Público de Educación provee servicios digitales y recursos educacionales a sus usuarios. El software libre se usará como prioridad.”
 - Con esta nueva ley se intenta llegar a una “soberanía digital” por la que todos los ciudadanos tengan el derecho y la facilidad para utilizar programas de código abierto como complementos a su educación.
- En Septiembre de 2013, la policía francesa migra 37.000 equipos a software libre, usando una versión adaptada de Ubuntu denominada GendBuntu, ahorrando más de 50 millones de euros.



Ilustración 7: Fondo GendBuntu (Fuente: [22])

- En noviembre de 2013 se publicó la licitación y concurso publico por dos millones de euros. En esta licitación se detalla la necesidad de implementar estaciones y servidores con Debian y CentOS, virtualización KVM, y soporte para tecnologías basadas en Java, PHP, Perl, PostgreSQL, Nagios, MySQL, OpenOffice, Nuxeo, Ezpublish, etc.

Varios ministerios como Defensa, Exteriores, Interior, Justicia, Educación, Agricultura y Cultura migrarán en breve sus sistemas a Software Libre como medida para poder contener el gasto y mejorar su rendimiento.

Se espera que pueda comenzar la implementación a partir del 30 de marzo de 2014.

- El Ministerio del interior francés migró al cliente de correo libre Thunderbird en 200.000 PCs, reduciendo el coste a una quinta parte de lo que costaba el software propietario (Outlook y Exchange).

• **Italia**

- En el año 2007, el parlamento italiano decidió realizar la migración de los puestos de trabajo del parlamento a la distribución Suse Linux.
- En 2012, se establece la normativa por la que se establece que la adquisición de Software Libre o en código fuente abierto (o el recurso o solución ya desarrolladas dentro de la Administración Pública) se ha convertido en la regla, mientras que la adquisición de software de tipo propietario mediante licencia de uso pasa a ser una excepción.
- El Art. 68 del Código para la Administración Digital: "Análisis comparativo de las soluciones" se vio transformado desde el 12 de agosto de 2012, quedando:
 1. "Las Administraciones Públicas adquieren programas informáticos o partes de ellos a raíz de una evaluación comparativa de tipo técnico y económico entre las siguientes soluciones disponibles en el mercado:
 - a) A) Software desarrollado por cuenta de la Administración Pública;
 - b) B) reutilización de software o partes de él desarrollados por cuenta de la Administración Pública;
 - c) C) software libre o en código fuente abierto;
 - d) D) software combinación de las anteriores soluciones.

Sólo cuando la evaluación comparativa de tipo técnico y económico demuestre la imposibilidad de acceder a soluciones de código abierto o ya desarrolladas dentro de la Administración Pública a un precio inferior, es permitida la adquisición de programas informáticos de tipo propietario.

- En Octubre de 2013, la Administración de la región italiana de Emilia-Romagna anunció la migración de 3.200 puestos de trabajo a OpenOffice, lo que supondrá un ahorro de 2 millones de euros. Para el proceso de migración el gobierno de la región ha reservado 220.000 euros. Estos valores los ha extraído a partir de los resultados que se obtuvieron durante un piloto inicial que se realizó entre 2008 y 2011 con varios cientos de usuarios. Para esta nueva fase de migración se empezará por la migración de 300 equipos de la Dirección General de Agricultura.

• Alemania:

En este apartado se ha considerado interesante presentar dos proyectos de implantación de software libre en Alemania, que inicialmente parecían muy similares pero que tuvieron resultados completamente diferentes. Mientras que la ciudad de Munich presenta su proyecto de migración a software libre como un completo éxito, una ciudad mucho mas pequeña, denominada Freiburg, realizó una migración a Open Office para, unos años mas tarde, volver a Microsoft Office.

- **Munich (Caso de éxito en migración a software libre)**

- En 2003 la ciudad de Munich inició la migración a software libre de la administración municipal. Creó la distribución LiMux (Linux Múnich) [49]



Ilustración 8: Logotipo LiMux (Fuente: [17])

La ciudad de Munich ha migrado 13.000 PCs completamente a LiMux (Ubuntu y OpenOffice) y otros 2.000 equipos continúan con Windows, pero han migrado la suite ofimática a OpenOffice. Según las cifras publicadas por el ayuntamiento de Munich, en el año 2012 se consiguió un ahorro de más de 10 millones de euros ya que este año tendrían que haber migrado a Windows 7 y a una nueva versión de Microsoft Office.

- El proyecto LiMux ha costado 23 millones de euros y se ha estimado un coste de 34 millones de euros si el consistorio hubiera continuado con el software propietario (además del hecho de que esos 23 millones de Euros se han quedado en empresas tecnológicas nacionales).

Un dato a considerar de este proyecto es que la empresa HP, en colaboración con Microsoft presentaron una cifras muy diferentes. Según el estudio de HP, el proyecto de LiMux ha costado 60,6 millones de euros (cifra desmentida por el ayuntamiento) y el coste de migración a Windows XP hubiera costado 17 millones de euros (en el estudio únicamente contemplaban la migración a Windows XP).

Teniendo en cuenta este tipo de prácticas es importante destacar que, en el caso del software libre, es muy importante contrastar la información que se puede encontrar en la red, especialmente cuando proviene de grandes multinacionales de software comercial o de empresas afines a las mismas, llegando incluso a ser necesario que una Administración Pública tenga que emitir un comunicado para desmentir la información publicada por estas empresas, como en el caso de Munich.

- **Freiburg (Fracaso en proyecto de migración a software libre) [24]**

- En 2007, impulsado por los buenos resultados publicados por la ciudad de Munich, el ayuntamiento de Freiburg propuso el uso de OpenOffice, en lugar de la suite ofimática Microsoft Office 2000, en los ordenadores gestionados por esta entidad, que son aproximadamente 3000 equipos.

El principal motivo de la migración era la reducción de costes, y por ello se decidió evitar al máximo los costes derivados de esta migración.

El 20 de Noviembre de 2012, al ayuntamiento de Freiburg votó a favor de la retirada del OpenOffice de los equipos gestionados por el ayuntamiento y la vuelta a la suite propietaria Microsoft Office.

En comparación con el caso de Munich, en Freiburg se trazó un plan de migración muy simple. Por un lado, los sistemas operativos de los equipos continuarían siendo Microsoft Windows y el personal seguiría utilizando las mismas aplicaciones propietarias que usaban hasta el momento. Además, a aquellos usuarios que lo solicitasen, se les permitía tener simultáneamente OpenOffice y Microsoft Office en sus equipos.

Microsoft Office 2000, que es la versión que disponían durante el proceso, no es compatible con el formato ODF, que es el utilizado por OpenOffice, sin embargo, éste último sí es capaz de importar documentos desde el formato de Microsoft Office (.docx, .xlsx y pptx). La documentación de Microsoft sobre estos formatos es muy poco descriptiva, a pesar de haber presentado en varias ocasiones estos formatos ante los organismos correspondientes para su estandarización. Por todo ello, a pesar de que OpenOffice importa los documentos en formato de MS Office, en muchas ocasiones los documentos no se muestran exactamente igual en MS Office y en OpenOffice.

En conclusión, en la ciudad de Freiburg quedó un entorno heterogéneo en el que muchos usuarios seguían utilizando Microsoft Office, de forma que el único formato posible para el intercambio de documentos entre todos los empleados de esta administración era el formato cerrado de Microsoft Office.

Como consecuencia, muchos usuarios se quejaban de que no existía una correcta compatibilidad de documentos y que los documentos creados con OpenOffice generaban algunos problemas entre los usuarios de MS Office.

Por otra parte, según la información publicada por la prensa, el ayuntamiento de Freiburg, con el fin de ahorrar al máximo con la migración, apenas invirtió en formación de los usuarios para la migración a OpenOffice.

Finalmente, y tras recibir muchas quejas de los usuarios, el ayuntamiento volvió a votar en relación a la suite ofimática que querían utilizar en sus equipos, acordando volver a implantar Microsoft Office en todos los equipos gestionados por dicha administración.

Se ha considerado importante destacar el caso de Freiburg porque aporta información muy importante de cara a planificar una migración a software libre. No todo han sido éxitos en los proyectos de migración, y hay que considerar adecuadamente los riesgos del proyecto si se desea una migración satisfactoria.

De este caso concreto se puede extraer lo siguiente:

- En caso de desear apostar por el software libre, especialmente si estamos considerando la posibilidad de migración de software de Microsoft, debe analizarse la posibilidad de sustitución del sistema operativo, ya que en muchas ocasiones, los sistemas operativos de Microsoft están diseñados para interactuar con el software de esa misma compañía y el

uso de software de terceros puede tener una peor experiencia de usuario si el sistema operativo de los equipos es de Microsoft.

- Para la migración a software libre considerar únicamente los costes de licencia es un error, ya que todo proceso de migración va a requerir un proceso de adaptación en el que será necesario invertir en formación. Es decir, además de las licencias deben valorarse los costes de formación y el periodo de adaptación del personal.
- También es importante marcar como objetivo un entorno lo más simple posible. Si se permite seleccionar el software de cada equipo a sus usuarios, es muy probable que acabe generándose un parque informático muy heterogéneo y con una administración muy difícil, aparte de los problemas de interoperabilidad de los usuarios que pudieran surgir.

3.- Desarrollo (metodología y resultados)

3.1.- Metodología

Como metodología de trabajo, se ha llevado a cabo la siguiente planificación, aplicada a cada uno de los casos prácticos:

1. Reunión de inicio de estudio: Exposición de los objetivos del trabajo y los plazos estimados para cada fase.
2. Toma de datos:
 - Inventario de los sistemas informáticos y costes de licenciamiento (en los casos en los que sea posible obtener dicha información).
 - Estudio de los puestos de trabajo y sus implicaciones con los sistemas informáticos.
3. Estudio de aplicaciones y búsqueda de alternativas de software libre.
4. Primera versión del informe sobre la aplicabilidad del software libre en el centro.
5. Revisión conjunta con los responsables del centro.
6. Ajustes del informe a partir de las observaciones del centro.
7. Presentación del informe final.

3.2.- Caso 1: Instituto de Educación Secundaria

3.2.1.- Introducción

El primer caso estudiado es un instituto de educación secundaria ubicado en la Comunidad Valenciana. Concretamente corresponde al centro IES JUAN DE GARAY, ubicado en la calle Juan de Garay, número 25 de la ciudad de Valencia.

A partir de la metodología definida en el punto anterior, la primera tarea que se ha realizado en el centro de educación secundaria es la planificación de una reunión inicial que servirá para exponer los objetivos y proponer la planificación del proyecto.

Fase 1. Exposición de los objetivos y reunión inicial

Durante la primera visita, se propone al centro IES JUAN DE GARAY el estudio de las aplicaciones usadas en el centro con el fin de analizar la posible migración de algunas de las herramientas a software libre.

Durante la primera reunión se descubrió que existía una gran diferencia entre los datos que se habían preparado antes de visitar el centro de educación con los datos aportados por los responsables de informática del centro. A partir del estudio realizado por el CENATIC en 2009 sobre la situación actual del Software de Fuentes Abiertas en las Universidades y Centros I+D españoles [9], y a pesar de que el centro de estudios no es universitario, estaba previsto encontrar software libre en el centro. No obstante, existe más software libre del esperado en el centro, aunque no hay una concienciación clara sobre el licenciamiento del mismo.

El contacto principal en el centro ha sido el coordinador o responsable TIC del centro educativo.

El coordinador TIC es la persona encargada del proceso de planificación y gestión de las TIC en el centro educativo. Su tarea principal es dinamizar la utilización de las TIC en el centro y promover toda la participación de la comunidad educativa.

La reunión inicial se planificó para el mes de Abril de 2013 (se celebró el 5 de Abril de 2013).

Durante la reunión inicial, el responsable de informática del centro informó de la existencia y uso de algunas aplicaciones y sistemas operativos basados en software libre, desde hace varios años.

En cuanto a planificación, en la misma se propuso el siguiente plan de actuación:

- Desde abril de 2013 hasta Junio de 2013 se realizará la toma de datos y estudio del software existente en el centro.
- Se propone la presentación del primer informe de aplicabilidad de software libre a lo largo del mes de Septiembre de 2013.
- Durante los meses de Octubre y Noviembre de 2013 se revisará el informe y se ajustará en función de los comentarios e impresiones obtenidas desde el centro.
- Se propone la entrega del informe final antes del 20 de Diciembre de 2013, es decir, el objetivo es la entrega del informe previamente a las vacaciones de navidad de los responsables del centro.

Nota: Las fechas arriba indicadas son las fechas propuestas durante la primera visita. Durante el transcurso del proyecto, estos periodos se alargaron algunas semanas respecto a la propuesta inicial.

Fase 2. Toma de datos

El centro en el que se ha realizado el estudio es el Instituto de Educación Secundaria "IES JUAN DE GARAY" [18].

En este centro se cursan varios ciclos formativos. A continuación se va a emplear algunas siglas, cuyo significado es:

- CFGM: Ciclo Formativo de Grado Medio
- CFGS: Ciclo Formativo de Grado Superior

En el centro "IES Juan de Garay" se imparten los siguientes estudios:

- DAW: CFGS Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (2 años)
- ASIR: CFGS Administración de Sistemas Informáticos en Red (2 años)
- PCPI de Informática Nivel I - Operaciones Auxiliares De Montaje Y Mantenimiento De Sistemas Microinformáticos (2 años)
- SMR: CFGM Sistemas Microinformáticos y Redes (2 años)
- ESO
- BACHILLERATO

Los departamentos en los que se organiza el centro son los siguientes:

- | | |
|------------------------|---------------------|
| • Ciencias Naturales | • Inglés |
| • Dibujo | • Latín |
| • Economía | • Lengua castellana |
| • Educación Física | • Matemáticas |
| • Filosofía | • Mediación |
| • Física y Química | • Música |
| • Francés | • Orientación |
| • Geografía e Historia | • Religión |
| • Griego | • Tecnología |
| • Informática | • Valenciano |

Todos los departamentos utilizan algún tipo de software, por lo que es importante tenerlos en cuenta de cara a la migración.

Inventario:

Durante la fase de toma de datos se realizó un inventario de los equipos existentes en el centro. Junto al inventario de equipos se registró el sistema operativo utilizado en cada equipo. El listado de aplicaciones está detallado en una apartado posterior.

El centro cuenta con unos 160 equipos distribuidos entre las salas de informática, secretaría, los despachos la biblioteca y otras aulas.

Es interesante destacar que el centro no cuenta con ningún tipo de dispositivos de movilidad (tablets y smartphones). No obstante, teniendo en cuenta el crecimiento de uso de estos dispositivos en la sociedad actual, es muy probable que en un futuro próximo sea necesario incorporar estos dispositivos al parque de dispositivos del centro. Esta predicción se tendrá en cuenta de cara a realizar las propuestas de actuación.

Aulas de informática:

El centro dispone de 6 aulas de informática, y cada una de ellas de entre 16 y 24 ordenadores.



Ilustración 9: Aula de Informática del IES Juan de Garay (Fuente: Elaboración Propia)

El software instalado en los equipos de las aulas de informática depende de las clases que se imparten en las mismas.

Aquellas en que se da por la mañana y por la tarde ciclos formativos o PCPI (ciclo de informática) únicamente, 4 aulas en total, tienen las siguientes particiones en el disco:

- Partición Windows XP para el grupo de mañana

- Partición Windows XP para el grupo de la tarde
- Partición Linux Ubuntu compartida para el grupo mañana y el grupo tarde

Hay dos aulas en las que se da por la mañana y tarde ESO o BACHILLERATO. También se utilizan para la asignatura optativa de informática y para la asignatura optativa de tecnología. Cuando no se está impartiendo clases, estas aulas están a libre disposición de quien quiera ir a estudiar allí.

Los sistemas operativos instalados en estos equipos son los siguientes:

- Partición Windows XP: Esta partición está configurada en modo de restauración automática con el programa Deep Freeze.
- Partición Linux Lliurex

Despachos y secretaría:

Existen 9 equipos de dirección entre los despachos y la secretaria del centro. Estos puestos de trabajo son muy diferentes a los equipos de aula, ya que mientras que los equipos de aula son equipos compartidos por varios alumnos, en los despachos y secretaría, los equipos son los puestos de trabajo de algunos de los empleados del centro.

Teniendo en cuenta el número de equipos de “puesto de trabajo”, es posible consultar directamente a los usuarios de estos equipos sobre su opinión sobre las aplicaciones de software libre que se desean presentar y realizar algunos pilotos de uso.

Por contra, la muestra no es suficientemente amplia para extraer conclusiones aplicables en todos los casos. No obstante, el perfil de los trabajadores de un Instituto de educación secundaria es muy similar al de otros institutos similares.

En este caso, los equipos de secretaría y despachos disponen del software siguiente:

- Una única partición con Windows XP.
 - Los programas de gestión interna del centro son proporcionados por la Consellería de Educación y en el momento de la toma de datos, eran aplicaciones para sistemas operativos de tipo Windows. Según la información de la que disponía el centro, durante la fase de toma de datos se estaban migrando estos programas a la web, a un sistema llamado ITACA y, por tanto, en un futuro próximo podría evitar la necesidad de un sistema operativo Windows.

Biblioteca:

En la biblioteca del centro hay 10 ordenadores que están configurados con la distribución de Linux desarrollada por la Generalitat Valenciana: Lliurex [42].

El inventario de equipos de la biblioteca se compone de 1 servidor Lliurex y 9 clientes ligeros Lliurex.



Ilustración 10: Biblioteca del IES Juan de Garay (Fuente: Elaboración Propia)

El servidor Lliurex lleva instalado el programa de gestión de la biblioteca, que antes era de Windows, pero ya está totalmente adaptado a Linux.

Aulas de docencia

El centro cuenta con 30 aulas de docencia. En 16 de las aulas se ha instalado un ordenador con conexión a Internet, un proyector colgado del techo, una pantalla y altavoces en pared.

Estos equipos están configurados con dos particiones, una con Windows XP y otra partición con Ubuntu Linux.



Ilustración 11: Aula de Docencia del IES Juan de Garay (Fuente: Elaboración Propia)

Aula de música

El aula de música tiene una configuración similar al resto de las aulas docentes, con la salvedad de que el sistema operativo Linux instalado en el equipo del aula es diferente al usado en las otras aulas.

El equipo está configurado con dos particiones, una de ellas Windows 7 y la otra con la distribución Lliurex de Linux.

En este aula, los profesores pidieron tener Lliurex para poder utilizar los programas especializados de música que conocían gracias a un curso del CEFIRE (cursos oficiales gratuitos de la Consellería de Educación).

Sala de profesores

En la sala de profesores hay 4 equipos instalados con dos particiones, una con Windows XP y otra con Ubuntu. La partición Windows XP se mantiene sin datos personales gracias al software DeppFreeze, que elimina todos los cambios en cada reinicio.

Departamentos

Los departamentos mas grandes tienen asignado un equipo, que en el momento de la toma de datos tenía instalado Windows XP y Ubuntu Linux. En total se encuentran 6 equipos instalados en los departamentos.

3.2.2.- Sistemas Informáticos usados en el centro

AULAS DE CICLOS CICLOS FORMATIVOS (80 equipos)

Las aulas utilizadas para los ciclos formativos utilizan ordenadores con sistemas operativos Microsoft Windows (XP, 7 u 8) y Ubuntu Linux.

Sobre estos equipos se utilizan las aplicaciones siguientes:

- Windows:
 - Suite Ofimática: Microsoft Office y OpenOffice
 - Navegador Web: Internet Explorer, Firefox y Google Chrome
 - Software virtualización: Vmware player y Virtualbox
 - Otros programas: 7zip, Gimp, Audacity, Avidemux, Acrobat Reader, VLC
- Ubuntu Linux:
 - Ubuntu incluye una base de programas muy completa para la mayor parte de las tareas que se realizan con el sistema: Libreoffice, Firefox, Thunderbird, Totem, Gedit, Pidgin, Gimp, Evince, Gthumb, Simple scan, etc

En las particiones linux no se han realizado instalaciones de software adicional, únicamente se ha instalado la distribución en su configuración estándar.

OPTATIVA INFORMÁTICA (40 equipos)

Las aulas en las que se imparte la asignatura optativa de informática tienen instalado Microsoft Windows y la distribución de linux Lliurex.

Los equipos con Windows tienen instalado el mismo software que en las aulas de ciclos formativos. El listado de software está descrito en el apartado anterior.

Respecto a la versión de Windows, en el centro existen equipos con Windows XP, Windows 7 y Windows 8. La versión utilizada depende principalmente de la antigüedad del equipo.

ADMINISTRACIÓN (dirección - jefatura – secretaria) (9 equipos)

Los equipos de administración tienen instalado únicamente el sistema operativo Windows, siendo su configuración la siguiente:

- Windows XP:
 - Suite Ofimática: Microsoft Office y OpenOffice
 - Navegador Web: Internet Explorer, Firefox y Google Chrome
 - Correo electrónico: MS Outlook y Thunderbird
 - Programas de gestión: GESCEN , ITACA y SGD
 - Otros programas: 7zip, Gimp, Audacity, Avidemux, Acrobat Reader, VLC

Durante la toma de datos, el programa de gestión del centro era GESCEN (Gestión de Centros) [25].

Este programa permite a los centros educativos realizar las tareas administrativas de su centro y favorece su posterior relación con la Administración Educativa. Es un programa sencillo que funciona compartiendo una carpeta en un sistema operativo Microsoft Windows.

Durante el proceso de toma de datos, el coordinador TIC advirtió que este software estaba en proceso de sustitución por un software mas actual, basado en web, que se denomina ITACA [43].

Unos meses después de la toma de datos, se inició el proceso de migración a ITACA y antes de la finalización de los trabajos en el centro, ya se tenía migrado el software, por lo que ya no era necesario un sistema operativo de tipo Microsoft Windows para acceder al programa de gestión del centro. A pesar de estar los datos migrados en ITACA, la Consellería de Educación exige a los centros que mantengan, al menos, un ordenador con GESCEN para poder recurrir a sus datos en caso de ser necesario.

- Según la Consellería de Educación, el proyecto ITACA se presenta como una apuesta innovadora que permitirá llevar toda la gestión administrativa y académica del sistema educativo valenciano. ITACA es un sistema de información centralizado que conecta a todos los miembros que forman parte del sistema educativo. Este sistema interconectará a más de 2.000 centros educativos, a más de 60.000 profesores y a más de 700.000 alumnos, suponiendo una auténtica revolución de la administración educativa valenciana.

◦ ITACA es una aplicación web para la gestión de los centros, que, en Junio de 2013 ya estaba implantada en los colegios y en los institutos que sólo tienen ESO y Bachillerato. A fecha de Diciembre de 2013 también se encontraba instalado en el centro Juan de Garay.

Otro software que existía en el centro durante la fase de toma de datos, era la aplicación SGD (Sistema de Gestión Docente) [45].

Es un programa multiplataforma con licenciamiento comercial, desarrollado en JAVA junto con Mysql y que permite la introducción de notas, incidencias (comportamiento del alumno, anotaciones, etc) y faltas a través de una especie de PDA que el profesor recoge al llegar al centro y que cuando se va del centro la pincha en una matriz. Al pinchar se actualiza esta información en el servidor de secretaria (Windows XP), que posteriormente actualiza una página web donde los padres pueden ver las notas, faltas e incidencias de sus alumnos. Además de la PDA existe la versión en programa de escritorio para poder gestionar más fácilmente las notas, incidencias y faltas del alumnado.

La función de la aplicación SGD también será reemplazada por el software ITACA.

Durante la toma de datos, la aplicación SGD estaba instalada en los equipos de dirección, secretaria, jefatura y sala de profesores.

BIBLIOTECA (10 equipos)

Los equipos de la biblioteca son gestionados por Consellería y están instalados con el sistema operativo Linux, distribución Liurex, y ejecutan el programa de gestión de la biblioteca.

Ordenador del profesor en un aula clásica de docencia de ESO BACHILLERATO (15)

Las aulas que no son de informática tienen un ordenador para el profesor, en el que están instalados los sistemas operativos Windows XP y Ubuntu Linux. La configuración de la partición con Windows es muy parecida a la de los equipos de las aulas de informática, con la única diferencia de que estos equipos no tienen instalado software de virtualización.

- Windows XP:
 - Suite Ofimática: Microsoft Office y OpenOffice
 - Navegador Web: Internet Explorer, Firefox y Google Chrome
 - Otros programas: 7zip, Gimp, Audacity, Avidemux, Acrobat Reader, VLC

SALA PROFESORES (4 equipos)

En la sala de profesores hay cuatro ordenadores con dos particiones, una con Windows XP y otra con Ubuntu Linux.

La configuración es parecida a los equipos de las aulas de docencia, observándose como la única diferencia la presencia del software de gestión docente SGD en estos equipos.

- Windows XP:
 - Suite Ofimática: Microsoft Office y OpenOffice
 - Navegador Web: Internet Explorer, Firefox y Google Chrome
 - Software virtualización: Vmware player y Virtualbox
 - Programa de gestión: SGD
 - Otros programas: 7zip, Gimp, Audacity, Avidemux, Acrobat Reader, VLC

DEPARTAMENTOS (6)

Los equipos asignados a los departamentos principales tienen la misma configuración que los equipos instalados en la mesa del profesor de las aulas docentes, es decir, las aulas que únicamente disponen de un ordenador.

Estos equipos tienen instalado Windows XP y Ubuntu Linux.

OTRAS APLICACIONES

Además de los programas listados, el centro tiene instalado un servidor con el software de teleenseñanza Moodle, que es una aplicación de software libre. El servidor está accesible desde un portal web [41] y, para algunos grupos de la ESO, se ha comprado licencias de material y de la plataforma de aprendizaje online Gestión del Aula [40], cuyo coste aproximado es de 40 euros, con lo que se tiene acceso a todos los libros, ejercicios y plataforma online.

Por otra parte, en algunas clases de ciclos de informática se utilizan servidores web basados en XAMPP, que es un servidor compuesto por los siguientes componentes:

- Servidor Web Apache
- Servidor de bases de datos MySQL
- Lenguaje PHP
- Servidor de archivos por FTP (Filezilla)

- Servidor de correo electrónico entrante y saliente (Mercury)
- Lenguaje Perl
- Servidor de datos SQLite
- SSL para páginas seguras HTTPS
- Estadísticas de acceso (Webalizer)

Todos estos componentes son proyectos de software libre y XAMP está disponible para Windows, OS X (Mac) y Linux.

Además, en los ciclos de informática, se estudian diversos sistemas de administración centralizada y aplicaciones de servidor. Por ejemplo, en estos ciclos se estudian los dominios de red Microsoft, servidores de bases de datos, como MySQL o SQL Server, relación de confianza entre servidores de dominio, directorio activo, recursos compartidos, etc

Para la impartición de sesiones prácticas de estas tecnologías se utilizan sistemas virtualizados en Vmware o en Virtualbox. Las licencias de los productos propietarios usados durante las prácticas están incluidos en el paquete Microsoft IT Academy, que el centro contrata anualmente.

3.2.3.- Soluciones de Software Libre aplicables

A partir del inventario descrito anteriormente, destaca como principal software propietario el sistema operativo Windows XP. En este caso se hace necesario plantear la posibilidad de migración definitiva de los equipos a Linux, en lugar de conservar el arranque dual del que disponen la mayoría de los equipos en la actualidad.

Además de las razones técnicas, la implantación de soluciones de software libre, tal y como describe Antonio Ariño en [6], impulsan el desarrollo de la “sociedad open”, que permite al centro educativo tener una situación social abierta y alineada con la sociedad de la información en la que vivimos actualmente. No obstante, en este trabajo nos vamos a ceñir a argumentos relacionados con el coste y los recursos humanos.

En el centro bajo estudio, los únicos equipos que no tienen instalado Windows son los equipos de la biblioteca, que son gestionados directamente por la Consellería de Educación.

En el centro conviven aplicaciones de software propietario y de software libre, con funciones solapadas, al parecer para facilitar la elección del profesorado sobre el uso de uno u otro tipo de software.

La autora de este proyecto considera que la responsabilidad sobre el tipo de software a utilizar no debería recaer en los profesores, ya que éstos no tienen que atender a los costes de licenciamiento, y por tanto, no pueden hacer un análisis objetivo para seleccionar las aplicaciones mas adecuadas para sus clases.

Se realizó una propuesta inicial consistente en la homogeneización de los sistemas operativos entre los equipos del centro. La Consellería de Educación recomienda el uso de Lliurex [42] en los equipos dependientes de los centros educativos, ofreciendo un servicio de soporte técnico para atender a los centros que así lo requieran. Se recomienda usar la distribución Lliurex en los equipos en los que sea posible su instalación, para así poder aprovechar el servicio de soporte técnico.

En este caso, es sencillo realizar una recomendación de migración hacia software libre, ya que el centro tiene instaladas alternativas de software libre a la práctica totalidad de aplicaciones de software propietario.

Las recomendaciones son las siguientes:

- Windows XP → Eliminar la partición de Microsoft Windows XP de los equipos
- Ubuntu Linux → Migrar a Lliurex, con el fin de poder aprovechar el soporte técnico
- Microsoft Office → Utilizar Libreoffice, incluido en Lliurex
- Internet Explorer → Utilizar Mozilla Firefox y Google Chrome para Linux.
- Software virtualización: Vmware player → Puede utilizarse Vmware player en Lliurex, aunque es aconsejable considerar el uso de Virtualbox OSE (Open Source Edition) o Qemu, ya que éstos son proyectos de software libre.
- Acrobat Reader → Aunque existe una versión de Adobe Acrobat Reader para Linux, las versiones ofrecidas son antiguas y apenas tienen actualizaciones por parte de Adobe → se recomienda el uso de otros visores basados en software libre como Evince (visor de documentos por defecto en Lliurex).
- GESSEN (Gestión de Centros) → Utilizar la aplicación web ITACA cuanto esté totalmente migrada.
- SGD (Sistema de Gestión Docente) → Utilizar la aplicación web ITACA cuanto soporte las funciones actuales de SGD.

En la primera versión del informe de viabilidad, se proponía conservar los equipos de administración y de la sala de profesores, 13 equipos en total, con Microsoft Windows XP para poder ejecutar las aplicaciones de gestión GESSEN y SGD.

Durante el proceso de revisión, el proceso de migración había avanzado considerablemente, siendo el programa GESSEN prescindible, ya que era reemplazado por ITACA. El software SGD todavía se encontraba en proceso de migración.

El producto SGD supone el mayor coste de licenciamiento anual para el centro, con un coste aproximado de 4.000 € anuales. Este software registra las asistencias, notas, faltas de comportamiento, etc. Además facilita la tarea de los docentes mediante unas PDAs personalizadas desde las que los profesores pueden registrar las faltas de asistencia u otras notas de una forma sencilla, y estas PDAs se sincronizan automáticamente con el servidor después de cada clase.

El resto de aplicaciones listadas en el inventario ya son proyectos de software libre, por lo tanto no es necesario su migración, salvo en el caso de que no exista la aplicación correspondiente en Linux. Por ejemplo, para el caso de 7zip, aunque existe una versión de esta aplicación para linux, en muchos casos puede ser mas aconsejable el uso de Fille-roller, que viene integrado con el navegador de archivos de Gnome, el entorno de ventanas usado en Lliurex.

Las aplicaciones como Gimp, Audacity o Avidemux están disponibles tanto para Windows como para Linux, por lo que son trasladables de forma directa.

3.2.4.- Estudio de riesgos

Durante la creación del inventario, el dato mas sorprendente fue el bajo uso de Lliurex en el centro estudiado. A pesar de que la Generalitat Valenciana ha invertido muchos recursos en la creación y mantenimiento del proyecto Lliurex, y de que oficialmente la práctica totalidad de los equipos gestionados por la Generalitat deberían estar equipados con Liurex, en el centro analizado, de los 160 equipos existentes en el centro, menos de un tercio de los equipos tenían instalada la distribución Lliurex.

En una entrevista con el coordinador TIC del centro, se planteó esta situación y expuso, según su opinión, los motivos por los cuales no se estaba utilizando mas Lliurex en el centro. Sus comentarios se resumen en los siguientes párrafos:

- “Hasta hace unos dos años, creo recordar, Lliurex se pasó de estar basada en Debian a estar basada en Ubuntu. Desde entonces no ha funcionado bien, al actualizar paquetes

dejaban de funcionar algunos programas, si realizaba un reinicio abrupto, a veces los equipos no volvía a arrancar, existían problemas para instalar algunos programas... “

- “Los equipos que hemos recibido desde Consellería para las aulas docentes (los últimos enviados tendrán unos 4 años) venían con Windows XP y Openoffice. Los equipos destinados a la sala de profesores, aula de compensatoria y biblioteca, venían con Lliurex para funcionar en modo cliente-servidor ya sea en modo ligero o bien el servidor sólo hacia de pasarela y almacenaba el perfil del usuario.”

Unos meses después de esta entrevista, volvimos a revisar los datos y el responsable de informática indicó que no habían vuelto a recibir ningún tipo de material de Consellería y finalmente el centro tuvo que renovar los equipos de dos aulas de informática con su propio presupuesto. Para los equipos nuevos no se adquirió ninguna licencia de sistema operativo porque ya se estaba adquiriendo el pack de licencias de Microsoft IT Academy, que incluye el alquiler de hasta 200 licencias de Microsoft Windows y 100 licencias de Microsoft Office.

Ante la pregunta sobre la cantidad de software propietario que todavía se encontraba instalado en el centro, como era de esperar, surgieron algunos de los principales riesgos de implantación listados en la tabla de “riesgos”, constatando que puntos como la formación del personal puede no ser sencillo en una Administración Pública.

- Respecto a la Formación, las razones a las que les atribuyen la dificultad de migración son las siguientes:
 - Los profesores tienen muy poca formación informática en el centro, pues la mayoría son mayores (50 a 60) y no se les puede obligar a realizar cursos pues ya están en un destino definitivo.
 - La motivación para que un profesor haga cursos, además de su interés en la materia, es obtener puntos para la oposición o una vez tiene aprobada la oposición tener más puntos para elegir el destino definitivo. Se ha realizado bastante formación sobre Lliurex y creo que ha sido más efectiva para los colegios, en que el Lliurex incorporaba ya instalados programas interesantes para dichos colegios, como JCLICK y EDILIM. “
- En la actualidad, en la asignatura optativa de informática de ESO y BACHILLERATO se enseña Lliurex y Windows, Microsoft Office y Open Office. El motivo de seguir enseñando Microsoft Office es que viene en los libros de la docencia de estas optativas. En algunos materiales docentes ya vienen las dos suites ofimáticas y la tendencia es que al final sólo

venga OpenOffice. Por otra parte, los profesores tienen mayor conocimiento de Microsoft Office y se sienten más preparados para impartir sobre esta suite.

- Hace unos años, los cursos con contenido de edición multimedia utilizaban Adobe Photoshop y otras herramientas propietarias. En los últimos años ya se imparten estas clases con software libre como Gimp, Audacity y Avidemux.
- Según el responsable TIC entrevistado, el mayor problema para no utilizar software libre es que la gente no lo tiene instalado en casa, ya sea porque los equipos que compran lo traen instalado Windows o bien porque ya saben Windows y son reacios a aprender otro sistema operativo.

El tipo de software utilizado en el centro son aplicaciones de uso común y claramente reemplazables por aplicaciones de software libre. Además, la Consellería de Educación anima a los centros a realizar la migración. Por tanto la principal resistencia al cambio se produce por parte del profesorado, que requieren formación específica para asumir este cambio.

A partir de software definido anteriormente, las únicas aplicaciones sobre las que será necesaria la migración son las siguientes:

- Windows XP → Lliurex (150 equipos afectados)
- Ubuntu → Lliurex (110 equipos afectados)
- Microsoft Office → LibreOffice (150 equipos afectados)
- Internet Explorer → Mozilla Firefox (150 equipos afectados)
- Microsoft Outlook → Thunderbird (9 equipos afectados)

De los 150 equipos a los que se recomienda eliminar la partición de Windows XP, los únicos equipos en los que no hay ninguna distribución de linux son los 9 equipos de administración.

Puesto que éstos 9 equipos son los más sensibles del proceso, se recomienda dejar la migración de estos equipos para una segunda fase, iniciando el proceso de migración por las aulas docentes. Además, es necesario esperar hasta que se complete la migración de ITACA para poder realizar la migración del sistema operativo de estos equipos.

La migración de Ubuntu a Lliurex es muy sencilla y no debería afectar demasiado a los usuarios, ya que Lliurex es una distribución de Linux basada en Ubuntu, por lo que, aparte de algunas diferencias de apariencia, y de software especializado para educación que ha sido incorporado en Lliurex, el sistema debe resultar familiar para los usuarios de Ubuntu Linux.

La migración de Microsoft Office a LibreOffice puede resultar el mayor reto de este proyecto. La suite informática es una de las aplicaciones más utilizadas de cualquier equipo de escritorio.

Actualmente, grandes corporaciones utilizan LibreOffice como suite ofimática por defecto, lo cual pone de manifiesto el estado de maduración y la usabilidad de la suite ofimática libre. La migración de usuarios a LibreOffice es sencilla, ya que el interfaz de LibreOffice comparte gran similitud con MS Office 2003, no obstante, es muy probable recibir quejas por parte de los usuarios más reacios al cambio.

Además, una migración parcial, en la que algunos usuarios sigan utilizando MS Office, mientras otros trabajan con el entorno migrado puede arruinar el proyecto completo de migración, tal y como sucedió en el caso de implantación de la ciudad alemana de Freiburg, tal y como se ha descrito en la sección de referencias.

Una posible solución, que ha funcionado en algunas administraciones, y que fue propuesta para este centro, consiste en permitir el uso de Microsoft Office para aquellos usuarios en los que se considere imprescindible. Para ello se recomienda crear un procedimiento de solicitud de activación de MS Office, que requiera una actuación del usuario, para poder utilizar este programa. De esta forma, los usuarios más perezosos ante el cambio acabarán considerando menos costoso el aprendizaje del nuevo producto antes de continuar solicitando una y otra vez la activación para el uso de la aplicación que ellos conocen.

En un centro educativo público resulta complejo analizar los riesgos económicos de la no realización de la migración, además de resultar difícil calcular el coste de la formación, puesto que es una Administración Pública compuesta principalmente por docentes y herramientas para la impartición de clases.

Por otra parte, la Consellería de Educación ya ha avanzado en los aspectos de formación, facilitando a los centros cursos de formación sobre Lliurex, tanto en formato online como presenciales.

El cambio de navegador suele tener muy buena aceptación por parte de los usuarios, ya que Internet Explorer ofrece una experiencia de usuario de peor calidad que la que se obtiene con Google Chrome o con Firefox. Ésta es la razón por la cual, a pesar de venir Internet Explorer preinstalado en la inmensa mayoría de los equipos, el navegador más utilizado a nivel global es Google Chrome.

La migración del cliente de correo afecta únicamente a los equipos de administración (9 equipos). En estos equipos, el sistema operativo no será migrado en una primera fase, por lo tanto podría seguir utilizándose Microsoft Outlook. No obstante, teniendo en cuenta que se desea plantear la

migración para una segunda fase, convendría iniciar la migración del cliente de correo hacia Mozilla Thunderbird o hacia un servicio de Webmail, lo cual facilitará la transición del sistema operativo en un futuro.

Puesto que el número de usuarios es muy reducido, afectando a 9 usuarios concretos, se puede consultar directamente a los usuarios su punto de vista respecto a la migración y, en caso de estar colaborativos, realizar la migración del cliente de correo en la primera fase, y dejar la migración del sistema operativo para una fase posterior.

3.2.5.- Estudio de costes

Los principales costes anuales de licenciamiento que debe asumir el centro, son debidos al programa de gestión SGD y a las licencias de Microsoft. En el caso de SGD, a pesar de estar instalado únicamente en 13 equipos (administración y sala de profesores) tiene un coste anual aproximado de 1.200 €.

Según el coordinador TIC del centro, se cree que 2014 será el último año que se va a adquirir este software, ya que desde mediados de 2014 la aplicación ITACA debería cubrir la funcionalidad de este producto. ITACA es un producto que no tiene coste para el centro, puesto que es suministrado por la Consellería y es un desarrollo interno.

Las licencias de los productos de Microsoft las cubre el centro mediante la adquisición de Microsoft IT Academy, una suscripción anual de alquiler de licencias por un coste de unos 1.700€ al año.

En los equipos adquiridos en los últimos años no se adquirió licencia de Windows en el proceso de compra de los equipos, ya que la licencia de Microsoft IT Academy permite el uso de hasta 200 licencias de sistemas operativos de Microsoft, entre Windows 7 y Windows 8. Algunos de los equipos del centro permanecen con el sistema operativo Microsoft Windows XP, ya que fueron adquiridos con este sistema y por tanto tienen licencia permanente del mismo.

A partir de Abril de 2014, Windows XP dejará de estar soportado por Microsoft y los clientes deberán actualizar a otro sistema operativo para seguir recibiendo actualizaciones y parches de seguridad. En Enero de 2014 Microsoft anunció que aplazaría esta fecha de finalización de parches unos meses más.

Los precios de las licencias de educación de los productos de Microsoft son considerablemente mas bajos que los precios ofrecidos al resto del mercado. Por parte de Microsoft, se entiende la educación como una inversión para que en el futuro se utilicen más sus productos.

En el centro educativo bajo estudio, a partir de 2014, fecha en la que se prevee como último año de adquisición del programa SGD, el único coste de licenciamiento existente será el debido al paquete Microsoft IT Academy, además de los costes que en su día supondrían las licencias OEM de los equipos comprados con sistema operativo de Microsoft.

Respecto a la suite ofimática, el paquete Microsoft IT Academy incluye hasta 100 licencias de Microsoft Office, por lo que el centro no tiene suficientes licencias de la suite ofimática para cubrir todos los equipos del centro.

Los centros educativos de la Comunidad Valenciana han recibido en Diciembre de 2013 un comunicado en el que se insta a los responsables del centro a garantizar que no tienen ningún tipo de software ilegal. Según fuentes de la Consellería de Hacienda de la Generalitat Valenciana, y por las noticias aparecidas en la prensa, los centros educativos de la Comunidad Valenciana van a sufrir una auditoría para verificar el licenciamiento del software por parte de Consellería de Educación durante los meses de Enero y Febrero de 2014 y se cree que Microsoft realizará auditorías a centros educativos de la Comunidad a partir de Marzo, para comprobar la legalidad del software utilizado de Microsoft.

Muchos centros se encuentran en proceso de revisión de software y, puesto que utilizan software de Microsoft, algunos centros han decidido contratar el paquete Microsoft IT Academy, que les da permiso para tener 100 licencias de Windows 7, 100 licencias de Windows 8 y 100 licencias de Office 2013.

El coste de este paquete de licencias es de 1.700 euros anuales. Teniendo en cuenta que en la comunidad valenciana existen 3.342 centros educativos, en caso de que todos los centros optasen por esta solución, el importe al que tendría que atender la Consellería de Educación de la Generalitat Valenciana es de:

$$3.342 * 1.700 = 5.681.400 \text{ € anuales}$$

Es decir, si los centros pueden prescindir de las licencias de Microsoft, el ahorro correspondiente para la Generalitat Valenciana será de 5.681.400 € anuales.

Además de SGD y del software de Microsoft, a lo largo del tiempo, en el centro se han utilizado varios programas de licenciamiento comercial, como los siguientes: Photoshop, Vmware, Dreamviewer

Las licencias de estos programas deberían ser financiadas por Consellería, sin embargo, ya hace algunos años que no reciben el reembolso de las licencias adquiridas y por tanto acaban siendo

imputadas al presupuesto de inmobiliario (en estos casos concretos sí se adquirieron las licencias educativas correspondientes).

En los últimos años ya no ha sido necesaria la adquisición de licencias de aplicaciones comerciales, ya que los cursos especializados se realizan con software libre, por ejemplo, en lugar de utilizar Adobe Photoshop, los profesores utilizan Gimp en sus clases.

A pesar de todas estos datos, para el caso concreto del IES Juan de Garay, la licencia Microsoft IT Academy seguirá siendo necesaria, ya que el centro imparte ciclos formativos de informática y, en éstos, es necesario impartir a los alumnos conceptos como las redes Microsoft o los servicios de Directorio Activo, que solo existen en los sistemas operativos de Microsoft.

3.3.- Caso 2: Centro de datos en Administración Pública

3.3.1.- Introducción

El caso anterior, los equipos estudiados son la mayoría ordenadores compartidos por varios usuarios de un centro de educación. En este segundo caso, estudiamos algunos de los equipos y servicios de una Administración muy diferente, en el que se va a hacer especial hincapié en el centro de datos de Adif.

Adif gestiona gran cantidad de sistemas informáticos y puestos de trabajo, cubriendo gran cantidad de configuraciones diferentes y sistemas de muy diverso uso.

Este estudio se ha centrado en dos áreas específicas, correspondiente al centro de datos que da servicio a las aplicaciones de escritorio desplegadas en los equipos desplegados en las estaciones de ferrocarril y los aplicativos que se ejecutan en estos equipos, así como los servidores que dan servicio a estos equipos.

3.3.2.- Sistemas Informáticos usados en la actualidad

Puesto de Trabajo

Se van a estudiar los equipos utilizados por los operadores de las estaciones de ferrocarriles que atienden a los viajeros, para facilitarles información y realizar la venta de billetes:



Ilustración 12: Puesto de trabajo en Adif (Fuente: [44])

En los puestos de trabajo se utilizan diversas aplicaciones, siendo las más empleadas las siguientes:

-> Tipo de puesto de trabajo: Equipo de escritorio de los operadores de las estaciones

-> Numero de usuarios con ese tipo de puesto de trabajo: Aproximadamente 3.000

-> Software utilizado en el puesto de trabajo

- Sistema Operativo: Windows XP
- Navegador Web: Internet Explorer 9
- Suite Ofimática: Microsoft Office 2003
- Cliente de correo electrónico, agenda, calendario y contactos: Lotus Notes
- Herramientas de comunicación (chat, VoIP, etc): No se utiliza ninguna herramienta corporativa, las comunicaciones se realizan por un sistema de telefonía IP interna.
- Herramientas de edición de imágenes: Estos puestos no incluyen software de edición de imágenes
- Herramientas de Gestión: SAP Client 8
- Otros: Software desarrollado a medida para la gestión de las estaciones.

Estos puestos de trabajo incluyen algunas funciones muy específicas, que se realizan con software especializado a tal efecto.

El software listado anteriormente es secundario en el puesto de trabajo, ya que el trabajo principal de los usuarios se realiza con el software especializado de Adif.

Durante el periodo de trabajo en Adif, algunas estaciones se encontraban en proceso de actualización a Microsoft Windows 7, pero la migración completa llevará varios meses. Con la publicación de Windows 8 y posteriormente Windows 8.1 se está replanteando el proceso de migración de los equipos.

Centro de datos

En este apartado, se ha recopilado información de los sistemas del centro de datos que dan servicio a los puestos de trabajo, es decir, no se han incluido conceptos como la lógica de red, el almacenamiento, las copias de seguridad y los sistemas de virtualización de servidores.

Únicamente se van a estudiar las aplicaciones que dan servicio directo a los puestos de trabajo, como pudiera ser el servidor de correo electrónico o las bases de datos.

En el caso de Adif, la práctica totalidad de los servidores se encuentran virtualizados en un sistema de virtualización vmware, que controla un gran número de servidores físicos y cabinas de almacenamiento de datos. Puesto que los sistemas están virtualizados, la apariencia física del centro de datos tiene muy poca semejanza con la lógica real sobre la que se ejecutan los servicios.

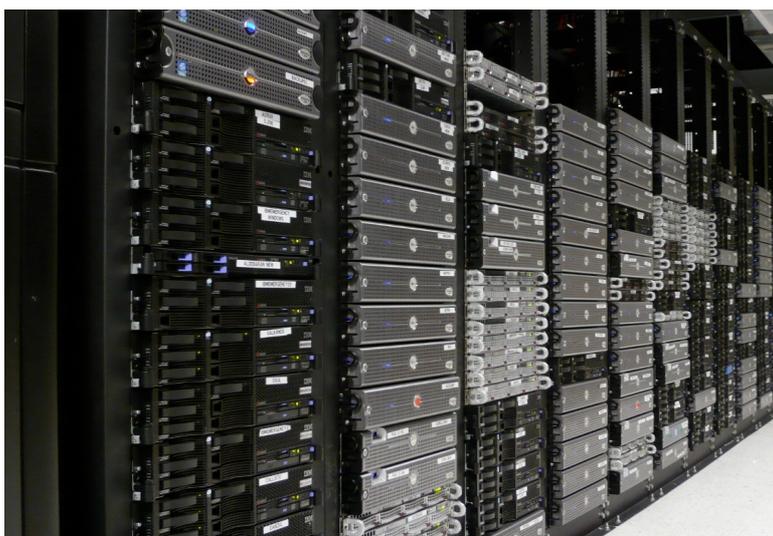


Ilustración 13: Centro de proceso de Datos (Fuente: [37])

-> Número de usuarios a los que da servicio el centro de datos (los servicios de la lista de abajo): Aproximadamente 13.000 - Según los datos de Wikipedia [47], Adif tenía 13.224 empleados en 2012

-> Software utilizado en el centro de datos

- Principales sistemas operativos:
 - Webserver -> SuSE SLES11
 - Bases de datos -> Oracle Linux + AIX
 - ERP -> Red Hat 6
- Servidores Web + Servidores de Aplicaciones: Apache 2.2 + IBM WAS 6.0 + Java 6
 - Gestión de contenidos web (CMS):
 - Intranet: Joomla 2.5
 - Extranet: Alfresco
 - Webmail: IBM Lotus iNotes
 - Gestores documentales: EMC Documentum 6
- Recursos compartidos (carpetas e impresoras): Red Microsoft (Directorio activo)
- Aplicaciones de gestión internas: Desarrollos a medida
- Servidores de correo, agenda y contactos: IBM Domino 9
- Servicios de directorio: Directorio Activo Windows 2008 R2
- Bases de datos: Oracle y DB2
- ERP: SAP Business One
- CRM: SAP CRM

Una administración tan grande como Adif, tiene una gran heterogeneidad de sistemas, servidores, puestos de trabajo y ordenadores compartidos. En este apartado hemos centrado el estudio en las aplicaciones existentes en un tipo de puesto de trabajo concreto y en los sistemas de centro de datos que dan servicio a estos puestos de trabajo.

Un estudio en detalle de todos los sistemas informáticos de Adif requeriría la interlocución con muchas personas de dicha entidad. Además, al ser los sistemas cambiantes con el tiempo, la

tarea de toma de datos debería ser realizada de forma periódica. Si la misma persona debe recopilar toda la información, es muy probable que al terminar la visita a cada uno de los centros correspondientes, varios de ellos hayan variado su configuración.

Para este trabajo, se ha centrado el caso de uso en unos puestos concretos, limitando el ámbito del estudio.

3.3.3.- Soluciones de Software Libre aplicables

Puesto de trabajo

El puesto de trabajo está basado principalmente en un sistema operativo Windows XP. La mayor parte de las aplicaciones empleadas son candidatas a ser reemplazadas por equivalentes de software libre. A continuación se muestra la tabla con algunas de las equivalencias propuestas a los responsables de Adif durante la ejecución del proyecto:

- Sistema Operativo: Windows XP → Ubuntu Linux o Suse Linux Desktop.
- Navegador Web: Internet Explorer 9 → Mozilla Firefox o Google Chrome (en Linux)
- Suite Ofimática: Microsoft Office 2003 → OpenOffice o LibreOffice 4.0
- Cliente de correo electrónico, agenda, calendario y contactos: Lotus Notes → Evolution, Thunderbird o Webmail (desde Adif apuestan por el cliente de Lotus para Linux).
- Herramientas de Gestión: SAP Client 8 → SAP Client para Linux
- Software desarrollado a medida para la gestión de las estaciones. → El software específico está en proceso de adaptación a aplicaciones web, por lo que se espera que esté disponible en breve con acceso Web, por lo que se accedería al mismo desde el navegador web.

Centro de Datos

En el centro de datos, los principales sistemas que dan servicio a los puestos de trabajo de las estaciones son los siguientes:

- SAP → Aunque existe software como OpenBravo u OpenERP que intentan ser sustitutos de aplicaciones como SAP, en el momento de escritura de este trabajo, no existía un equivalente directo del servidor SAP en software libre. SAP es una aplicación compleja que tiene una relación directa con el negocio de las empresas. Es posible diseñar un ERP

basado en software libre, sin embargo, una migración desde un entorno SAP puede suponer un proyecto costoso con bajas probabilidades de éxito.

- Directorio Activo → El proyecto mas similar al directorio activo es Samba, que emula el funcionamiento de un directorio activo desde Linux. No obstante, la tendencia actual es la reducción de carga en los puesto de trabajo, realizando la mayor parte de las tareas como servicios web. Además, en varios países se está empezando un modelo de puesto de trabajo BYOD (Bring Your Own Device) [48], que por definición, no implica el uso de políticas a través de un servicio de directorio, sino que la acreditación de los usuarios se realiza en las aplicaciones (servicios web con autenticación). Estos factores implican que muchas empresas y organizaciones estén considerando dejar de utilizar el servicio de Directorio Activo. Para las credenciales de los usuarios, es posible utilizar un servicio LDAP, como es el caso de OpenLDAP.
- Bases de Datos Oracle → En algunos casos es posible sustituirlas por PostgreSQL, en otros casos podrían sustituirse por MySQL o MariaDB. Algunas de las funciones de las bases de datos que actualmente se ejecutan en Adif con Oracle podrían ser sustituidas por bases de datos NoSQL [50], como CouchDB o MongoDB

3.3.4.- Estudio de riesgos

Los riesgos de migración principales de los sistemas informáticos de Adif, para el puesto de trabajo, son aquellos que afectan al software de gestión empresarial SAP o a las aplicaciones desarrolladas a medida.

En este trabajo se propone afectar al mínimo a estas aplicaciones, y comenzar la migración de los puestos de trabajo a Linux. No obstante, debido al gran número de empleados de esta Administración, e incluso considerando la edad media de los empleados, es previsible que existan reticencias al cambio. Cualquier proceso de migración en esta Administración debe realizarse de forma muy suave, con pilotos de una duración considerable (más de 6 meses) e informando correctamente a los empleados sobre las ventajas del cambio en sus puestos de trabajo.

En Adif, los riesgos de fracaso de un proyecto de migración a software libre pueden ser importantes si no se realiza una correcta planificación que implique a los empleados. Se propone crear material informativo para distribuir a los empleados antes de iniciar los proceso de migración. Además es muy importante asignar los recursos necesarios para formación del personal, de forma que, lejos de considerarse un problema, la propuesta de migración sea considerada como una mejora de los puestos de trabajo.

Con una buena planificación, el proyecto puede convertirse en un gran éxito (compartiendo resultados con otras administraciones que ya han migrado sus procesos a software libre), además de suponer un importante ahorro de costes, partida que suele ser repercutida a todos los ciudadanos.

Los cambios en el centro de datos afectan principalmente al personal encargado de los sistemas de información, siendo menos visibles por los usuarios finales. Los riesgos principales de los cambios en el centro de datos son principalmente los debidos a la inversión realizada en la migración, ya que la “vuelta atrás” suele ser sencilla debido a que en los centros de datos se suele almacenar toda la información en copias de seguridad, que podrían ser restauradas en caso de necesidad, dejando los sistemas en el estado previo al inicio de los procesos de migración.

Para el caso de Adif, se va a proponer la eliminación del servicio de directorio, lo cual puede afectar al proceso de autenticación ligeramente el puesto de trabajo.

3.3.5.- Estudio de costes

El personal de Adif con el que se realizaron las reuniones de toma de datos y seguimiento no pudo facilitarnos datos económicos del coste que supone el software propietario para Adif cada año.

No obstante, teniendo en cuenta el número de empleados de esta Administración, y teniendo en cuenta que este año deberán actualizar el sistema operativo de los puesto de trabajo, el coste de licenciamiento de los sistemas operativos y la suite ofimática para este proceso de actualización es muy probable que supere el millón de euros: $13.000 \text{ puestos} * 85 \text{ € por puesto (estimación)} = 1.105.000 \text{ €}$. Además sería necesario destinar parte del presupuesto a la formación del personal en los nuevos sistemas operativos empleados.

En caso de optarse por la migración a software libre, es posible que fuera necesario destinar algo de presupuesto adicional a la formación (por debajo de 50.000 €), pero el coste de licenciamiento para estos dos componentes (sistema operativo de puesto de trabajo + suite ofimática) podría pasar a ser 0€, es decir un ahorro muy considerable. También sería necesario dotar una partida económica para realizar un contrato de soporte con alguna empresa local especializada en el soporte de Linux en el puesto de trabajo. La partida anual para soporte, en modalidad 8x5, a partir de algunas ofertas recibidas por Adif, se comprueba que sería inferior a 100.000 € anuales.

Por tanto, en el puesto de trabajo, a falta de realizar un estudio de costes mas exhaustivo, ya se puede apreciar que el coste de la migración a software libre supondría aproximadamente 1/5 del coste que supondría la actualización del software propietario existente en la actualidad.

Respecto a los sistemas de Servidor, al cambiar los clientes a Linux, y teniendo en cuenta que las aplicaciones desarrolladas a medida se encuentran en proceso de migración hacia un servicio web, podría eliminarse la necesidad de uso de un directorio activo y exportar los usuarios a un servidor OpenLDAP, al que se conectarían las aplicaciones web para la autenticación.

Los mayores costes de licenciamiento debidos al uso del Directorio Activo, son las licencias de los terminales que se autentican frente a este servicio, ya que requieren licencias de tipo CAL (Client Access License). Microsoft tiene descuentos específicos para Administraciones Públicas, no obstante, en coste por cada licencia CAL de terminal es probablemente superior a 10€ por dispositivo (el precio de lista de las licencias CAL es superior a 30€ por dispositivo), por tanto, suponiendo un coste de 10€ por dispositivo, solamente en licenciamiento CAL (licencias para poder conectar los puestos de trabajo con el directorio Activo, tenemos un coste de 130.000 €, que aunque parte de este presupuesto sea destinado al proyecto de migración a OpenLDAP, es muy probable que la migración sea rentable económicamente.

También se propone la migración de las bases de datos no-críticas a PostgreSQL, de forma que se pueda validar la viabilidad de este motor de bases de datos, en software libre, de cara a una futura migración de las bases de datos Críticas que actualmente funcionan con Oracle.

El impacto económico de la migración de las bases de datos no-críticas puede ser bajo, ya que en muchas ocasiones, Oracle no cobra las licencias de estos servicios, no obstante si se validase PostgreSQL como posible sustituto futuro a Oracle, el único coste asociado sería el de soporte técnico que supone aproximadamente el 20% del coste de licenciamiento de las bases de datos.

Aunque no se tiene la información sobre los costes de bases de datos Oracle en Adif, ya que estos datos no fueron facilitados por el personal de Adif entrevistado, partiendo de los costes oficiales de licenciamiento de Oracle y de los servidores designados para esta tarea en Adif, se estima que el coste anual para Adif en bases de datos Oracle debe ser superior a 400.000€.

4.- Propuestas de actuación y conclusiones

En los dos casos estudiados, especialmente en el primer caso, la existencia de soluciones de software libre en los sistemas informáticos de estas administraciones era superior al esperado antes de iniciar el estudio. Ambas administraciones habían incorporado soluciones de software libre de una forma natural y los empleados trabajaban con ellas con total naturalidad.

Durante la definición de este proyecto se había considerado que uno de los principales problemas con los que se encontrarían las Administraciones Públicas, de cara a una migración, hacia el software libre, sería el rechazo de los usuarios a este cambio de software. Sin embargo, este rechazo no se ha encontrado de una forma directa en ninguno de los casos estudiados.

4.1 Propuesta de actuación en el Caso 1: Centro de educación

En el centro de educación IES JUAN DE GARAY, ya existe gran cantidad de software libre implantado, y durante el desarrollo del proyecto, se ha ido liberando parte del software que obligaba al uso de sistemas operativos propietarios.

Las aplicaciones de gestión han sido migradas a una aplicación web denominada ITACA, y la mayor parte de las asignaturas emplean software libre para sus clases.

En el centro se imparten ciclos de informática, y teniendo la cantidad de redes Microsoft desplegadas en empresas y organizaciones, sería imprudente eliminar todo el software de Microsoft de las asignaturas de estos ciclos. Por ello, se hace necesaria la licencia Microsoft IT Academy o la adquisición de algunas licencias de servidor, con el fin de formar adecuadamente a los alumnos de informática. Este paquete de licencias incluye hasta 200 licencias de sistemas operativos Windows 7 y Windows 8, un número muy superior al número de equipos existentes en el centro. Los equipos de este centro pueden conservar configurado el arranque dual Windows/Linux. En cualquier caso, se aconseja instalar la distribución de linux Lliurex en todos los equipos, con el fin de poder disfrutar del servicio de soporte técnico gratuito que ofrece la Consellería de Educación.

En el caso de la suite ofimática, el paquete adquirido a Microsoft no incluye suficientes licencias de Microsoft Office para todos los equipos del centro. Además, desde Consellería de Educación se aconseja la migración a LibreOffice/OpenOffice para todos los centros educativos de la Comunidad Valenciana.

En este caso, como resultado del estudio, la propuesta recomienda instalar y usar Libreoffice, tanto en las particiones de Windows como en las particiones Linux.

En este caso, para la mayoría de los usuarios, el cambio a LibreOffice no supondrá un gran problema, ya que la interfaz es muy parecida a la que existía en MS Office 2003, y además los usuarios ya llevan algún tiempo utilizando esta suite ofimática en las particiones de Linux.

4.2 Conclusiones del Caso 1

En un centro educativo es especialmente importante formar a los alumnos en valores como la compartición, la colaboración el uso de estándares y la libertad de elección. Estos valores son inherentes en el software libre. No obstante, uno de los objetivos principales del un centro educativo en secundaria, es la preparación de los estudiantes para integrarse en el mercado laboral, especialmente en el caso de los centros dedicados a ciclos formativos. En el entorno profesional del sector informático, se utiliza una gran cantidad de software propietario. Por ello, en la propuesta creada a partir de este trabajo no se recomienda la migración completa del software empleado, considerándose necesario, al menos por un tiempo, el uso de software propietario.

En cualquier caso, se recomienda instalar la distribución de Linux Lliurex en todos los equipos del centro y utilizar ésta como la partición de trabajo habitual de los equipos del centro. Según la propuesta de este trabajo, también existirá una partición con Microsoft Windows en los equipos. Se recomienda utilizar esta partición de Windows únicamente para las clases del ciclo de informática en las que se vaya a instruir sobre tecnologías de Microsoft. Es decir, se ha propuesto invertir la preferencia en el uso de los sistemas operativos. Actualmente los equipos se utilizan principalmente en Windows, reservándose la partición de Linux para cuando se necesita ejecutar alguna aplicación que está en la partición de Linux.

Como distribución de Linux, y por tanto como partición principal del equipo, se recomienda el uso de Lliurex, de forma que se pueda disfrutar de un servicio de soporte técnico de calidad, y creando homogeneidad con otros centros educativos.

Además se ha recomendado utilizar una suite ofimática libre como Libreoffice o Openoffice en todos los equipos. Estas herramientas ofimáticas han estado presentes en varios de los casos de éxito estudiados y en general está creciendo rápidamente en número de usuarios.

El centro educativo ya tiene implantadas un gran número de soluciones basadas en software libre y, además de las recomendaciones de este estudio, en la Comunidad Valenciana está impulsando el uso del software libre en las administraciones, entre ellas, para el sector de educación. Por tanto, es muy probable que, en pocos años, la práctica totalidad de software empleado en los centros educativos sea software libre.

4.3 Propuesta de actuación en el Caso 2: Centro de datos

El centro de datos de Adif gestiona gran cantidad de información y presta servicio a un número de usuarios muy superior al existente en el centro de educación tratado en el punto anterior.

En los últimos años, existe un problema de presupuesto que podría reducirse realizando la migración de los sistemas no críticos a software libre. Además esta migración serviría como entorno de validación de cara a la migración de los sistemas críticos.

La mayor parte de los sistemas que se ejecutan en Adif están en proceso de migración hacia un servicio web, por lo que la dependencia con las tecnologías propietarias cada vez es mas reducida.

En el caso de Adif, se van a considerar de forma separada el puesto de trabajo de las aplicaciones de servidor.

Aplicaciones de puesto de trabajo

El principal punto de esta propuesta es la migración del sistema operativo. Teniendo en cuenta que Windows XP pasa a un estado descatalogado, en los próximos meses va a ser necesaria una migración. Según las conversaciones mantenidas con el personal de Adif, consideran este momento como una buena oportunidad para estudiar las posibilidades de migración a Linux.

En el caso de la suite ofimática, se recomienda el uso de Libreoffice, conservando algunas de las licencias existentes de Microsoft Office, para casos especiales en los que fuera necesario este producto. Desde esta administración me informan que ya se ha considerado su posible uso en varias ocasiones, pero nunca se ha iniciado un proyecto piloto en el que se validase su viabilidad. Respecto a las licencias para casos especiales, se estima que con 100 licencias de Microsoft Office habrían licencias de sobra para atender a este tipo de casos.

De momento no se plantean el cambio de cliente de correo electrónico ya que su sustitución no supondría un ahorro de costes. En la propuesta remitida a partir de este trabajo se propone el estudio de herramientas de correo tipo Mozilla Thunderbird en un piloto con un número pequeño de usuarios, de cara a evaluar su viabilidad como sustituto de Lotus Notes.

El cambio de la herramienta de gestión podría afectar directamente al área de producción y se considera un software demasiado sensible y que está funcionando correctamente, por lo que de momento no se desea plantear su migración. SAP en Adif se integra con Microsoft Office para la impresión de algunos documentos. En caso de sustituirse la suite ofimática, será necesario considerar su compatibilidad con Libreoffice.

Respecto al software desarrollado a medida, hasta que no esté disponible la versión web

completa, se propone la publicación de las aplicaciones nativas actuales con un software de publicación de aplicaciones: Citrix o, preferiblemente, Ulteo Open Virtual Desktop.

Software del centro de datos

En el centro de datos, a nivel de sistema operativo, gran parte del software utilizado es software libre. En la capa de aplicación, por el contrario, la mayoría del software es de licenciamiento por uso y sin acceso al código fuente, es decir, software propietario.

El principal servicio para el que se recomienda considerar la migración son las bases de datos, ya que el coste de licenciamiento de Oracle es muy representativo.

Dada la criticidad de los servicios ofrecidos desde las bases de datos, se recomienda clasificar las bases de datos existentes en dos grupos: "Críticas" y "No-críticas" y realizar la migración de algunas de las bases de datos "No Críticas" a PostgreSQL, contratando un soporte técnico de calidad a una empresa local.

Se recomienda estudiar esta migración durante, al menos, seis meses y en función de los resultados obtenidos se podría plantear la migración de las bases de datos críticas a sistemas basados en software libre.

4.4 Conclusiones del Caso 2

Teniendo en cuenta el número de usuarios al que dan servicio desde los departamentos de informática de Adif, se ha realizado una recomendación basada en la prudencia. Se ha preferido proponer únicamente las actuaciones que pudieran ser más ventajosas en corto y medio plazo, siendo conscientes que éste es un proceso continuo y sobre las recomendaciones de este trabajo, pronto vendrán otros estudios similares con propuestas que afecten a un mayor número de servicios.

Las propuesta de este trabajo para el caso 2 se resume en tres actuaciones concretas: (i) la migración del sistema operativo de los puestos de trabajo a una distribución de Linux, (ii) el uso de la suite ofimática Libreoffice y (iii) la migración de algunas bases de datos "No críticas" a PostgreSQL.

Los puestos de trabajo de Adif están configurados mediante políticas bastante restrictivas que limitan el uso de los equipos a las tareas para las que están destinados. Por tanto, la migración del sistema operativo no debería afectar de una forma muy directa a los empleados, ya que éstos trabajan principalmente con aplicaciones específicas o servicios web.

El uso de la suite ofimática es principalmente en modo consulta de documentos o escritura de documentos simples.

A pesar de esto, es muy recomendable preparar un plan de notificación de estos cambios a los empleados y formación en el uso de la nueva suite ofimática, ya que cualquier cambio suele venir acompañado de protestas de los usuarios, al menos durante el proceso de adaptación.

El objetivo debe ser reducir al máximo el tiempo de adaptación, facilitando el uso de las nuevas herramientas y destacando las ventajas que ofrecen a los usuarios en su trabajo.

En el caso de las bases de datos, si la elección de la criticidad de las mismas se realiza correctamente, no debería afectar en nada a los empleados, ya que sería un cambio transparente para ellos. El cambio del motor de las bases de datos, es previsible que afecte a los departamentos encargados del desarrollo de las aplicaciones y servicios que hacen uso de estas bases de datos. En función de la complejidad de los códigos empleados, es posible que el cambio de motor de bases de datos, requiera incrementar los coste de desarrollo de aplicaciones y servicios durante un tiempo. Una vez más, esto supone realizar inversión en recursos locales frente al coste de licenciamiento de software que suele repercutir en empresas extranjeras.

A partir del trabajo realizado en este segundo caso, he podido comprender la gran cantidad de factores que afectan en las decisiones tomadas en las grandes Administraciones Públicas y cómo, algunas propuestas que pudieran considerarse inmediatas, pueden requerir un importante trabajo interno para poder llevarlas a cabo.

5. Bibliografía

Reales Decretos y Leyes

[1] DECRETO 72/2003, de 18 de marzo, de Medidas de Impulso de la Sociedad del Conocimiento en Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía - Histórico del BOJA Boletín número 55 de 21/03/2003. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2003/55/1>

[2] Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos. BOE 150, de 23 de junio de 2007, páginas 27150 a 27166.
Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-12352>

[3] Ley 56/2007, de 28 de diciembre, de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información. BOE 312, de 29 de diciembre de 2007, páginas 53701 a 53719.
Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-22440>

[4] Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. BOE num 298, de 14/12/1999. Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-23750>

[5] Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica. BOE 25, de 29 de enero de 2010, páginas 8139 a 8156.
Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-1331>

Publicaciones

[6] ARIÑO VILLARROYA, Antonio. El movimiento Open. Universitat de Valencia. Servei de Publicacions. Valencia. 2009. ISBN: 978-843-707-595-2

[7] BENAVIDES MAYA, Ángela [et all]. Publicar con las TIC en la escuela. Sello Editorial Universidad del Cauca. 1ª Edición. Popayán (Colombia). 2011. ISBN 978-958-732-083-1
Disponible en: http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/146/pdf/tics.pdf

[8] Estudio comparativo de aplicaciones corporativas GNU/Linux para la UPV-EHU, Universidad del País Vasco. País Vasco. 2009. [Fecha Consulta: 15 Marzo de 2014] Disponible en:
http://ehux.ehu.es/Estudio_comparativo_UPV-EHU_aplicaciones_corporativas_GNULinux.pdf

[9] Estudio sobre la situación actual del Software de Fuentes Abiertas en las Universidades y Centros I+D españoles. 2009. ISBN-13: 978-84-692-9552-6

Disponible en: http://observatorio.cenatic.es/phocadownload/informes/informe_universidad.pdf

[10] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

Guía Técnica para la Integración de la Prevención de Riesgos Laborales en el sistema general de gestión de la empresa. Madrid. 2008. ISBN: 978-84-7425-755-7. Disponible en:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/guía_técnica_integración.pdf

[11] Proyecto gvPONTIS 2004-2008: Experiencia de migración integral a software libre en la Consellería de Infraestructuras y Transporte" (español-inglés)

Editado por Generalitat Valenciana - Depósito Legal M-54647-2008 Disponible en:

http://www.gvpontis.gva.es/fileadmin/conselleria/images/Documentacion/memoria/gvpontis_cast.pdf

[12] ROCA, Meritxell. Software libre: empresa y administración en España y Cataluña. Editorial UOC, 1ª Edición, Diciembre 2007. ISBN: 978-84-9788-676-5

[13] Software Libre en organismos públicos ámbito estatal 2011. CENATIC. 2011. ISBN-10: 84-15927-00-2. ISBN-13: 978-84-15927-00-6. [Fecha Consulta: 22 Noviembre 2013]

Disponible en: <http://www.cenatic.es/dossier/panel-informe-age2011>

[14] Software de fuentes abiertas para el desarrollo de la Administración Pública Española.

Una visión global. 2008. CENATIC. 2008. ISBN-13: 978-84-691-5722-0 [Fecha Consulta: 17 Diciembre 2013] Disponible en: http://observatorio.cenatic.es/index.php?option=com_rubberdoc&view=doc&id=38&format=raw

http://observatorio.cenatic.es/index.php?option=com_rubberdoc&view=doc&id=38&format=raw

[15] TREJO PULIDO, Ana [et al]. El Software Libre en los Organismos Públicos de Ámbito Estatal.

Informe de resultados de la Encuesta sobre el Software de Fuentes abiertas en la Administración Pública Estatal (ESFA-AGE) 2011. Edita: CENATIC. Primera Edición, Diciembre 2011. ISBN-10: 84-15927-00-2 . ISBN-13: 978-84-15927-00-6 Disponible en: <http://www.cenatic.es/dossier/panel-informe-age2011>

<http://www.cenatic.es/dossier/panel-informe-age2011>

Páginas Web

[16] Adobe Creative Cloud [Fecha Consulta: 9 Julio 2014]

Disponible en: <https://creative.adobe.com/plans?locale=es>

[17] Así cambió Múnich 15.000 PCs de Windows a Linux [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]

Disponible en: <http://asxlab.blogspot.com.es/2014/05/asi-cambio-munich-15000-pcs-de-windows.html>

[18] Centro de educación IES Juan de Garay [Fecha Consulta: 10 Diciembre 2013]

Disponible en: <http://www.juandegaray.com>

[19] Cuota de mercado de soluciones CMS [Fecha Consulta: 10 Diciembre 2013]

Disponible en: <https://wappalyzer.com/categories/cms>

[20] El Parlamento francés da prioridad al software libre en la educación pública [Fecha Consulta: 10 Enero 2014] Disponible en: <http://www.omicrono.com/2013/07/el-parlamento-frances-da-prioridad-al-software-libre-en-la-educacion-publica/>

[21] El software libre impulsa la actividad de 16.000 empresas que generan casi 40.000 empleos en España. [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]

Disponible en: <http://www.opensourceworldconference.com/node/947>

[22] Fondo de pantalla de distribución Gendbuntu. [Fecha Consulta: 9 Julio 2014]. Disponible en:

http://en.wikipedia.org/wiki/GendBuntu#mediaviewer/File:Gendbuntu_12.04_screenshot.png

[23] FSF Licensing & Compliance Team. Free Software Foundation. [Fecha Consulta: 12 Diciembre de 2013]. Disponible en: <http://www.fsf.org/licensing/>

[24] German City Says Openoffice Shortcomings Are Forcing it Back to Microsoft [Fecha Consulta: 21 Enero 2014] Disponible en:

http://www.cio.com/article/721826/German_City_Says_Openoffice_Shortcomings_Are_Forcing_it_Back_to_Microsoft

[25] GESSEN – Gestión de Centros [Fecha Consulta: 7 Enero 2014]

Disponible en: http://www.cece.gva.es/soportegc/v_cas/gc.htm

[26] In Spain, Hundreds of Thousand of Students Get Ubuntu Access [Fecha Consulta: 4 Febrero 2014] Disponible en: <http://ostatic.com/blog/in-spain-hundreds-of-thousand-of-students-get-ubuntu-access>

[27] Iniciativa Joinup. Share and reuse interoperability solutions for public administrations. [Fecha Consulta: 20 Diciembre 2013] Disponible en: <https://joinup.ec.europa.eu>

[28] La Generalitat implanta software libre ofimático en todos los ordenadores [Fecha Consulta: 15 Febrero 2014] Disponible en: <http://www.dgti.gva.es/-/la-generalitat-implanta-software-libre-ofimatico-en-todos-los-ordenador-1>

[29] La Generalitat publica la nueva versión del software libre valenciano LliureX [Fecha Consulta: 10 Enero 2014] Disponible en: <http://www.abc.es/agencias/noticia.asp?noticia=1446169>

[30] Logotipo de Cenatic [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]
Disponible en: <http://www.red.es/redes/sites/default/files/imagecache/591x331px/cenatic1.jpg>

[31] Logotipo de Guadalinux [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Guadalinux#mediaviewer/Archivo:GuadalinuxV8.png>

[32] Logotipo Linex [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]
Disponible en: http://www.acadacual.es/wp-content/uploads/logo_linex_2013.png

[33] Logotipo Linux [Fecha Consulta: 8 Julio 2014] Disponible en:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Linux#mediaviewer/File:Tux.svg>

[34] Logotipo Lliurex [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]
Disponible en: https://dcadepua.wikispaces.com/file/view/logo_%281%29.png

[35] Logotipo Open Source Initiative [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]
Disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Opensource.svg>

[36] Logotipo Windows [Fecha Consulta: 8 Julio 2014] Disponible en:
http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows#mediaviewer/File:Windows_logo_and_wordmark_-_2012.svg

[37] LunarPages Data Center [Fecha Consulta: 10 Julio 2014].

Disponible en: <http://b2evolution.net/web-hosting/blog/news/lunarpages-data-center>

[38] Netcraft - Feb 2014 Web Server Survey [Fecha Consulta: 15 Febrero 2014]

Disponible en: <http://news.netcraft.com/archives/2014/02/03/february-2014-web-server-survey.html>

[39] Oracle the clear leader in \$24 billion RDBMS market. [Fecha Consulta: 8 Julio 2014]

Disponible en: <http://itknowledgeexchange.techtarget.com/eye-on-oracle/oracle-the-clear-leader-in-24-billion-rdbms-market/>

[40] Plataforma Educativa Gestión del Aula 2.0 [Fecha Consulta: 10 Enero 2014]

Disponible en: <http://www.proyectoaula20.com/plataformaeducativa/gestion-y-trabajo-colaborativo/>

[41] Portal de Teleenseñanza del IES Juan de Garay [Fecha Consulta: 10 Enero 2014]

Disponible en: <http://aulavirtual.juandegaray.com/>

[42] Primeros Pasos con Lliurex. [Fecha Consulta: 10 Enero 2014]

Disponible en: <http://rec.mestreacasa.gva.es/webzip/e4c07d27-2d23-4ea4-8c45-605599ee9e52/>

[43] Proyecto ITACA [Fecha Consulta: 7 Enero 2014]

Disponible en: <http://www.cece.gva.es/webitaca/es/index.asp>

[44] Puesto de trabajo en Adif [Fecha Consulta: 8 Julio 2014].

Disponible en: http://www.adif.es/gl_ES//infraestructuras/estaciones/img/ADIF0008178-004.jpg

[45] SGD – Sistema de Gestión Docente [Fecha Consulta: 7 Enero 2014]

Disponible en: http://www.tecnausa.com/educacion/gestion_docente.html

[46] Valencia region government completes switch to LibreOffice [Fecha Consulta: 10 Enero 2014]

Disponible en: <https://joinup.ec.europa.eu/community/osor/news/valencia-region-government-completes-switch-libreoffice>

[47] Wikipedia – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias. [Fecha Consulta: 10 Enero 2014]

Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Administrador_de_Infraestructuras_Ferrovias

[48] Wikipedia – Bring Your Own Device. [Fecha Consulta: 12 Febrero 2014]

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/BYOD>

[49] Wikipedia – LiMux. [Fecha Consulta: 21 Enero 2014]

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/LiMux>

[50] Wikipedia – NoSQL. [Fecha Consulta: 12 Febrero 2014]

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

[51] Worldwide Tablet Market. IDC. [Fecha Consulta: 20 Noviembre 2013]

Disponible en: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24420613>