

Sistemas Integrados de Gestión Empresarial. Evolución histórica y tendencias de futuro

Raúl Oltra Badenes



**EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Raúl Oltra Badenes

Sistemas Integrados de Gestión Empresarial. Evolución histórica y tendencias de futuro

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

Primera edición, 2012

- © de la presente edición:
Editorial Universitat Politècnica de València
www.editorial.upv.es
- © Todos los nombres comerciales, marcas o signos distintivos de cualquier clase contenidos en la obra están protegidos por la Ley.
- © Raúl Oltra Badenes
- © de las fotografías: su autor

ISBN: 978-84-8363-898-9 (versión impresa)

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.

ÍNDICE

Capítulo 1: Introducción

- 1.- Objetivos

Capítulo 2: Los sistemas de información en la empresa

- 1.- Tipos de sistemas de información
- 2.- Papel de las Tecnologías de la Información (TI) en las organizaciones

Capítulo 3: Los sistemas ERP

- 1.- Evolución Histórica
- 2.- Enterprise Resources Planning ERP
- 3.- Implantación de un ERP
- 4.- Últimos avances en los ERP
- 5.- Tendencias de futuro en los ERP

Capítulo 4: El m-commerce y los Sistemas de Información para la Gestión: el m-business

- 1.- El m-commerce
- 2.- La movilidad en la gestión de la empresa: del m-commerce, al m-business
- 3.- Adaptación de los sistemas de información para la gestión de empresa al m-business

Capítulo 5: El Software Libre en los sistemas Integrados de Gestión

- 1.- El Software Libre. Free Software (FSw)
- 2.- Definición del SW Libre
- 3.- El ERP de software libre o FSw ERP (Free Software Enterprise Resources Planning)
- 4.- Factores diferenciales entre un FSw ERP y un ERP propietario
- 5.- Beneficios del FSw ERP
- 6.- Situación actual del FSw ERP

Capítulo 6: Soluciones sectoriales o verticalización

- 1.- Soluciones verticales de los principales fabricantes
- 2.- Soluciones Verticales de los FSw ERP

Capítulo 7: Solución sectorial para empresas cerámicas: Diseño de una aplicación vertical de ERP para empresas de fabricación de baldosas cerámicas

- 1.- El sector cerámico en España
- 2.- Descripción genérica de la empresa de fabricación de baldosas cerámicas
- 3.- Necesidad de un ERP vertical para las empresas de fabricación de baldosas cerámicas. La problemática del tono, calibre y calidad en el sector cerámico

4.- Requerimientos funcionales en el área de ventas para el desarrollo de un ERP vertical de una empresa de fabricación de baldosas cerámicas.

Capítulo 8: Conclusiones

- 1.- Resultados
- 2.- Objetivos de la investigación
- 3.- Principales conclusiones
- 4.- Líneas futuras de investigación

Capítulo 1: Introducción

1. Objetivos

En el presente libro, se presenta la investigación llevada a cabo por el autor, en la que se estudia la posible evolución que los sistemas de información para la gestión de empresas tendrán en un futuro cercano, identificando para ello las principales tendencias y líneas de desarrollo que estos sistemas van a seguir en los próximos años. Para ello, en primer lugar, se debe revisar y analizar la historia y evolución reciente de estos sistemas. En esa línea, hay que decir que las tres últimas décadas se han distinguido, primero por el crecimiento de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y segundo, por el grado progresivo de influencia de estas nuevas tecnologías en las organizaciones (Laudon & Laudon 2001). La relevante influencia de las TIC en las organizaciones se deriva de la masiva adopción, por parte de estas, de Sistemas de Información (SI) para apoyar su gestión técnica y administrativa. El nuevo entorno económico competitivo que surge en la década de los noventa, cuyas características son la globalización y la transformación de las economías industriales, impuso a las empresas y a sus administradores afrontar nuevos desafíos. En este contexto, tanto para participar de forma eficiente y eficaz en los mercados internacionales como para mejorar la calidad de los sistemas productivos, las organizaciones necesitan SI eficientes. Destacar que obtener un SI eficiente es una tarea compleja y con múltiples dificultades. Los SI han sufrido un cambio de rol durante los últimos años. En los primeros años de la informática aplicada a la empresa poseían un rol operativo, es decir, se preocupaban de cuestiones técnicas tales como el control de inventarios o el cálculo de nominas. En la actualidad juegan un rol estratégico, ya que éstos afectan a cómo deciden los directivos de una empresa, cómo planean y qué y cómo produce la empresa determinados productos y servicios.

Por tanto, los sistemas de información para la gestión de empresas han sido, y son, un factor clave en el desarrollo empresarial. En su continua evolución, han pasado de ser una mera herramienta de trabajo, a ser un elemento competitivo y estratégico, llegando incluso a generar nuevos modelos de negocio basados en su desarrollo. Por ello, han sido estudiados desde diferentes puntos de vista, como son su implantación y los factores que en ella pueden influir, así como los efectos que pueden tener en la empresa, comparativas entre diferentes sistemas de distintos fabricantes, o su evolución a lo largo del tiempo, entre otros.

Estos sistemas se han visto obligados a evolucionar drásticamente en los últimos tiempos, para adaptarse a los diferentes, rápidos e importantes avances, tanto tecnológicos, como en cuanto a políticas y filosofías de gestión en la empresa, que se han sucedido en el mundo empresarial en los últimos años. Actualmente, los sistemas de información para la gestión de empresa están en continuo proceso de mejora, dedicando las empresas que desarrollan estos sistemas, gran parte de sus recursos a la investigación, desarrollo e innovación.

Por ello, es importante estudiar cómo pueden evolucionar estos sistemas en un futuro cercano, como van a integrar los cambios tecnológicos que se están dando y se prevé que se van a dar en cuanto a las tecnologías de información y comunicaciones, y como todo ello puede afectar a las empresas que utilizan o puedan utilizar estos sistemas.

Evidentemente, conocer esta información es de gran utilidad tanto para los fabricantes de sistemas de información, que deberán tenerla en cuenta en sus planes de futuro, como para sus clientes, es decir, las empresas que finalmente seleccionarán, implantarán y utilizarán los sistemas de información para la gestión.

En esta línea de investigación, el presente trabajo tiene como objetivos:

1. Realizar una revisión de la evolución de los sistemas de información en la empresa en general, y de los ERP en particular.
2. Identificar y presentar las principales tendencias de futuro en la evolución de los ERP.
3. Analizar dichas tendencias, y como pueden afectar a la implantación de los sistemas, y a la gestión de empresas.
4. Identificar y analizar como el m-commerce puede influir en los sistemas de información para la gestión, y qué factores hay que tener en cuenta para su utilización.
5. Presentar y analizar los principales factores diferenciales entre los ERP propietarios y los ERP de software libre, o FS_w ERP (Free Software ERP).
6. Presentar y analizar las soluciones verticales o sectoriales en los sistemas de información para la gestión de empresas.
7. Presentar y analizar una problemática concreta del sector cerámico en cuanto a sistemas de información, y la necesidad de una solución vertical que soporte sus procesos de negocio característicos.
8. Diseñar una solución vertical para el área de ventas del sector cerámico.

A todos estos objetivos se dará respuesta a través del presente trabajo de investigación

Capítulo 2: Los sistemas de información en la empresa

El término **Sistemas de Información** hace referencia a un concepto genérico que tiene diferentes significados según el campo del conocimiento al que se aplique. A continuación se presenta una breve explicación del sentido concreto que un Sistema de Información tiene en algunos de dichos campos:

En informática, un sistema de información es cualquier sistema o subsistema de equipo de telecomunicaciones o computacional interconectados y que se utilicen para obtener, almacenar, manipular, administrar, mover, controlar, desplegar, intercambiar, transmitir o recibir voz y/o datos, e incluye tanto los programas de computación ("software" y "firmware") como el equipo de cómputo.

En teoría de sistemas, un sistema de información es un sistema, automatizado o manual, que abarca personas, máquinas, y/o métodos organizados de recolección de datos, procesamiento, transmisión y disseminación de datos que representa información para el usuario.

En geografía y cartografía, un Sistema de Información Geográfica (SIG) se utiliza para integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y desplegar información georeferenciada. Existen muchas aplicaciones de SIG, desde ecología y geología, hasta las ciencias sociales.

En sociología los sistemas de información son sistemas sociales cuyo comportamiento está fuertemente influenciado por los objetivos, valores y creencias de los individuos y grupos, así como por el desempeño de la tecnología.

Sin embargo, generalmente el término Sistema de Información se asocia con su aplicación en el campo de **la Gestión de Empresas**, debido a la gran importancia que han adquirido estos sistemas dentro de este campo. Se puede decir que durante los últimos años, los sistemas de información constituyen uno de los principales ámbitos de estudio en el área de organización de empresas. El entorno donde las compañías desarrollan sus actividades se vuelve cada vez más complejo. La creciente globalización, el proceso de internacionalización de la empresa, el incremento de la competencia en los mercados de bienes y servicios, la rapidez en el desarrollo de las tecnologías de información, el aumento de la incertidumbre en el entorno y la reducción de los ciclos de vida de los productos originan que la información se convierta en un elemento clave para la gestión, así como para la supervivencia y crecimiento de la organización empresarial.

Una vez centrados los Sistemas de Información en este campo, la gestión de empresas, existe un amplio abanico de definiciones para este concepto. Tal vez la más precisa y comúnmente aceptada sea la que define un Sistema de Información como "conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo a las necesidades de la empresa, recopila, elabora y distribuyen selectivamente la información necesaria para la operación de dicha

empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia” (Andreu et al. 1991). Otra definición de sistema de información también aceptada comúnmente es la que indica que “sistema de información es aquel conjunto de componentes interrelacionados que capturan, almacenan, procesan y distribuyen la información para apoyar la toma de decisiones, el control, análisis y visión de una organización” (Laudon & Laudon 2004).

1. Tipos de sistemas de información

Desde un punto de vista empresarial, según la función a la que vayan destinados o el tipo de usuario final del mismo, los SI pueden clasificarse en (Laudon & Laudon 2004):

- [Sistema de procesamiento de transacciones \(TPS\)](#).- Gestiona la información referente a las transacciones producidas en una empresa u organización.
- [Sistemas de información gerencial \(MIS\)](#).- Orientados a solucionar problemas empresariales en general.
- [Sistemas de soporte a decisiones \(DSS\)](#).- Herramienta para realizar el análisis de las diferentes variables de negocio con la finalidad de apoyar el proceso de toma de decisiones.
- [Sistemas de información ejecutiva \(EIS\)](#).- Herramienta orientada a usuarios de nivel gerencial, que permite monitorizar el estado de las variables de un área o unidad de la empresa a partir de información interna y externa a la misma.
- [Sistemas de automatización de oficinas \(OAS\)](#).- Aplicaciones destinadas a ayudar al trabajo diario del administrativo de una empresa u organización.
- [Sistema experto \(SE\)](#).- Emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto.
- [Sistema Planificación de Recursos \(ERP\)](#).- Integran la información y los procesos de una organización en un solo sistema.

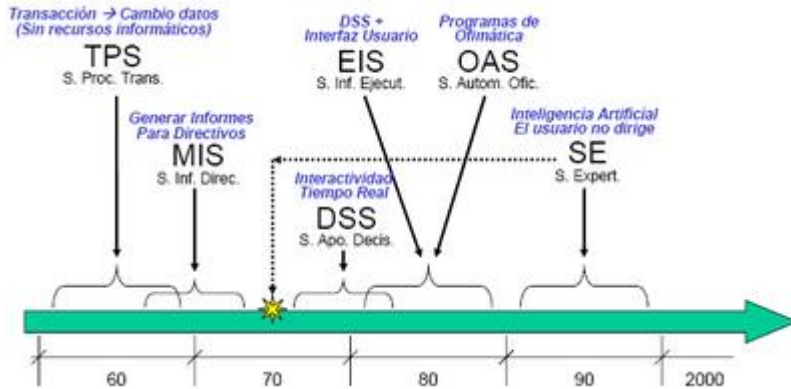


Figura 1. Evolución de los sistemas de información a lo largo del tiempo

2. Papel de las Tecnologías de la Información (TI) en las organizaciones

Es importante, al hablar del papel que juegan las Tecnologías de la Información en las organizaciones, el considerarlas desde el punto de vista de la utilidad que les reportan a éstas, ya que por lo general, las primeras, por sí solas, no constituyen (salvo casos muy concretos) el objeto de ser de su existencia, sino más bien un medio de apoyo que les permita alcanzar sus objetivos reales a corto, medio y largo plazo. Por esta razón conviene remarcar el hecho de que el papel que las Tecnologías de la Información juegan en toda organización deberá ser contemplado en términos de necesidades de negocio de cumplimiento de sus objetivos. Como se puede observar en (Gil 1996), la Estrategia de Negocio, define las necesidades de información (SI) y éstas definen a su vez las necesidades de Tecnologías de la Información, las cuales, mediante su progresiva implantación amplían el modelo mental en la elaboración de la Estrategia de Información del Negocio y en la definición de nuevas necesidades.

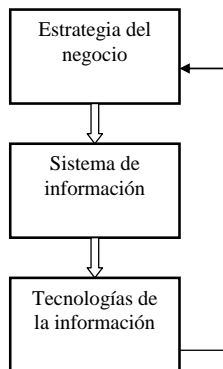


Figura 2. Relación Estrategia de negocio, Sistema de información y Tecnologías de la información Fuente: (Gil 1996)

La función de las Tecnologías de la Información en el desarrollo competitivo de las organizaciones es de tal magnitud que incluso, mediante un adecuado planteamiento y gestión de las mismas se puede llegar a cambiar las bases competitivas del sector en el que la empresa opera, diferenciándose ampliamente de la competencia, creando nuevos productos, nuevas barreras de entrada, etc.

A medida que las organizaciones vayan conociendo y asumiendo el papel que estas Tecnologías de Información juegan en su funcionamiento habitual, la propia definición de objetivos irá contemplando a su vez nuevos criterios de utilidad de los Sistemas de Información en cada organización.

Ahora bien, para poder obtener progresivamente ventajas competitivas sostenibles basadas en Sistemas y Tecnologías de la Información, será necesaria una adecuada coordinación de la planificación estratégica de la empresa con la planificación de SI, lo que conducirá a su vez a la definición de necesidades de TI para su soporte, procedimiento este muy distante del habitual criterio de selección de TI siguiendo criterios únicamente presupuestarios.

a. Características de todo Sistema de Información

Hay un conjunto de características que definen un sistema de información, entre las que se pueden destacar las siguientes:

1. Disponibilidad de la información cuando es necesaria y por los medios adecuados.
2. Suministro de la información de manera “selectiva”, evitando sobrecargas e información irrelevante. Supone la sustitución de cantidad por calidad de la información.
3. Variedad en la forma de presentación de la información.
4. El grado de inteligencia incorporado en el sistema (relaciones preestablecidas entre las informaciones contempladas en el sistema).
5. El tiempo de respuesta del sistema: diferencia entre una petición de servicio y su realización.
6. Exactitud: conformidad entre los datos suministrados por el sistema y los reales (p.e. en el caso de las predicciones).
7. Generalidad: conjunto de funciones disponibles para atender diferentes necesidades.
8. Flexibilidad: capacidad de adaptación y/o ampliación del sistema a nuevas necesidades. Un SI no debe ser estático puesto que las necesidades de las organizaciones varían con el tiempo.
9. Fiabilidad: probabilidad de que el sistema opere correctamente durante un período de disponibilidad de uso.
10. Seguridad: protección contra pérdida y/o uso autorizado de los recursos del sistema.
11. Reserva: nivel de repetición de la información para proteger de pérdidas catastróficas de alguna parte del sistema.
12. Amigabilidad para con el usuario: grado con que el sistema reduce las necesidades de aprendizaje para su manejo.

b. Tipos de información a suministrar por un SI

Conforme los negocios cambian y va naciendo una nueva cultura empresarial el viejo estilo de gestión, informal y personal, va siendo sustituido por un enfoque de gestión más estructurado, despersonalizado y apoyado en la información.

Vamos a distinguir las diferentes categorías de información según los niveles de dirección que debe cubrir un SI:

El examen de éstos revela la existencia de tres divisiones:

Dirección General (Alta dirección): que tiene bajo su responsabilidad la formulación de la Planificación estratégica, y la asignación de recursos a lo largo de las unidades funcionales.

Dirección Funcional (Mandos intermedios): que gestiona los recursos que le han sido asignados sobre la función de la que es responsable.

Dirección operativa (Mandos operativos): que está prácticamente absorbida por el aspecto operativo de la organización.

Capítulo 3: Los sistemas ERP

1. Evolución Histórica

Desde la aparición de las primeras computadoras, los sistemas de información se han ido introduciendo en las empresas, como una potente herramienta para optimizar y mejorar su gestión. Esta introducción de los sistemas de información, ha sido progresiva, evolucionando los sistemas de información en función de su área de aplicación en la empresa y de la tecnología existente en cada momento. Por ello, los sistemas de información para la gestión en la empresa han pasado por diferentes fases, que se detallan a continuación.

1.1. Software de Gestión contable

Las primeras aplicaciones de la informática en la empresa se introdujeron alrededor de 1960 (Ferran & Salim 2008), en el área de la Gestión Contable. La contabilidad está claramente definida, mediante leyes, normas y reglas que deben seguir las empresas, independientemente de su naturaleza y el sector al que pertenezcan. Por ello, el diseño e implantación de un Software para la gestión de la contabilidad es mucho más sencillo que para otras áreas de la empresa, ya que el "análisis de requerimientos" ya viene dado desde las administraciones de los diferentes países, y es exactamente el mismo para todas las empresas que se rigen por la legislación de un mismo país. Así, aparecen los primeros sistemas de información de gestión de empresa, que eran básicamente Software contable.

1.2. Gestión administrativa

Inmediatamente después de la aparición del software contable, surgió la necesidad de gestionar también el área administrativa mediante un sistema de información. De esta manera se desarrollaron sistemas de información para tal fin, que podrían gestionar las facturas, los pagos y los cobros, etc., Así, estos quedaban almacenados en un sistema informático, para su posterior consulta, estudio, etc. Si además, el sistema de información para la gestión del área administrativa, estaba integrado con la parte contable y financiera, el ahorro de trabajo y el aumento de la productividad, la disminución de errores y costes, estaba garantizada.

1.3. Control de Stocks

Tras ello, el desarrollo de software para la empresa, centró sus esfuerzos de investigación y desarrollo en el área de control de Stock, apareciendo así los sistemas ICS (Inventory Control Systems). Con estos sistemas, se podía conocer el stock de cada producto existente en almacén, los consumos realizados en los

diferentes periodos, y por supuesto, su valoración, algo imprescindible en la empresa actual. De nuevo, la integración con el resto de aplicaciones informáticas de la empresa (contabilidad y administración) se revelaron como un factor muy importante en la optimización de los procesos.

1.4. Material Requirements Planning (MRP)

Como se puede observar en diferentes trabajos (Motwani et al. 2005) (Andonegi et al. 2005) (McGaughey & Gunasekaran 2009) (Ferran & Salim 2008) (Gunasekaran 2009), entre finales de los años sesenta y principios de los setenta, aparecen los primeros sistemas MRP (Materials Requirements Planning). Estos sistemas, surgen como evolución de los ICS, mediante la utilización de las BOM (Bill of Materials)

La característica fundamental de los sistemas MRP es que aplican un enfoque jerárquico a la gestión de inventarios, permitiendo básicamente la elaboración del plan de materiales a partir de tres elementos fundamentales:

- El Programa Maestro de Producción (PMP).
- La lista de materiales (BOM).
- El fichero de registro de inventarios (FRI).

Los MRP alcanzan notables avances, entre los que destacan la reducción de inventarios, la reducción de tiempos de proceso y suministro y el incremento de la eficiencia. Sin embargo, para alcanzar estos beneficios es necesaria una gran exactitud en el PMP.

Pero el principal problema de los MRP es que pasa por alto las restricciones de capacidad y las técnicas de gestión de talleres.

1.5. Manufacturing Requirement Planning (MRP II)

Los sistemas MRP II son una evolución natural de los Sistemas MRP que surgen durante los años 80 (Motwani et al. 2005; Andonegi et al. 2005; McGaughey & Gunasekaran 2009; Ferran & Salim 2008; Gunasekaran 2009). En esta nueva fase en la evolución de los sistemas de información para la gestión, se tienen en cuenta tanto las necesidades de gestión y planificación del material, como las de recursos y capacidades necesaria para la fabricación.

Aunque las siglas de estos nuevos sistemas de información (MRP II) son las mismas que en el caso de sus antecesores (MRP), no significan lo mismo. MRP II representa las palabras “Manufacturing Resources Planning”, y se añade el “II”, para diferenciarlos claramente de los MRP tradicionales, que se centran exclusivamente en la gestión de materiales.

Este tipo de sistemas, como su nombre indica, están centrados en el área de producción, si bien es cierto, que tratan de integrarse con otras aplicaciones que gestionen otras áreas de la empresa.

2. Enterprise Resources Planning ERP

Continuando con esta evolución, a los sistemas MRP II se les integran nuevas funcionalidades para cubrir otras áreas de gestión dentro de la empresa, como Ingeniería, Recursos Humanos, Gestión de Proyectos, Logística, etc.

Como consecuencia de ello, se incorpora el nuevo término ERP: Enterprise Resources Planning, o Planificación de Recursos Empresariales, que define más claramente el concepto de sistema de información integrado de gestión de empresas.

2.1. Definición de ERP

El término **ERP** es el acrónimo de *Enterprise Resource Planning* y su traducción al castellano es planificación de recursos empresariales. También es conocido como sistema empresarial, sistema integral de empresa o sistema integrado de gestión. Diferentes autores han dado sus propias definiciones para el término ERP, en las que se puede observar cómo han evolucionado estos sistemas, y el concepto que de ellos se ha tenido, que ha pasado de considerarlos como un simple software para registrar transacciones, hasta un sistema clave y estratégico para la gestión de las empresas. A continuación se expondrán algunas de estas definiciones.

Para *Davenport* “un sistema ERP es un paquete de software comercial que integra toda la información que fluye a través de la compañía: información financiera y contable, información de recursos humanos, información de la cadena de abastecimiento e información de clientes” (Davenport 1998)

Según *Holland y Light* “un ERP automatiza las actividades corporativas nucleares, tales como: manufactura, recursos humanos, finanzas y gestión de la cadena de abastecimiento, incorporando las mejores prácticas para facilitar la toma de decisiones rápida, la reducción de costes y el mayor control directivo” (Holland & Light 1999)

Para *Esteves y Pastor* “un sistema ERP está compuesto por varios módulos, tales como, recursos humanos, ventas, finanzas y producción, que posibilitan la integración de datos a través de procesos de negocios incrustados. Estos paquetes de software pueden ser configurados para responder a las específicas necesidades de cada organización” (Esteves & Pastor 1999).

Según *Kumar y Van Hillsgersberg* “los sistemas ERP son paquetes de sistemas de información configurables que integran información y procesos basados en información, dentro y entre las áreas funcionales de una organización” (Kumar & Hillsgersberg 2000).

Otra definición es la que proponen *Markus, Axline, Petrie y Tanis*, para estos autores “un sistema ERP es un paquete de software comercial que posibilita la integración de datos transaccionales y de los procesos de negocio a través de una organización” (Markus et al. 2000).

Shanks y Seddon afirman que “los sistemas ERP son extensas soluciones empaquetadas de software que integran los procesos de organización a través de información compartida y flujos de datos” (Shanks & Seddon 2000).

Lee y Lee definen un ERP como “un paquete de software integrado de uso empresarial. En el ERP todas las funciones necesarias del negocio, tales como finanzas, manufactura, recursos humanos, distribución y ordenes, se integran firmemente en un único sistema con una base de datos compartida” (Lee & Lee 2000).

Nah, Lau y Kuang conciben un ERP como “un sistema de software empaquetado de negocios que permite a una compañía manejar el uso eficiente y eficaz de los recursos, proporcionando una total e integrada solución para las necesidades de procesamiento de información de la organización” (Nah et al. 2001).

Los hermanos *Laudon* piensan que “los sistemas ERP son sistemas de información que integran los procesos claves del negocio de forma tal que la información pueda fluir libremente entre las diferentes partes de la firma, mejorando con ello la coordinación, la eficiencia y el proceso de toma de decisiones” (Laudon & Laudon 2001).

Skok y Legge piensan que “los sistemas ERP se pueden definir como la puesta en práctica de los módulos del software estándar para los procesos del negocio nucleares, generalmente, combinados con modificaciones particulares para lograr una diferenciación competitiva” (Skok & Legge 2001).

Según *McGaughey y Gunasekaran*, “un ERP es un sistema de información que integra procesos de negocio, con el objetivo de crear valor y reducir los costos, haciendo que la información correcta esté disponible para las personas adecuadas y en el momento adecuado para ayudarles a la toma de decisiones en la gestión de los recursos de manera productiva y proactiva. Un ERP se compone de varios paquetes de software multimódulo que sirven y dan soporte a múltiples funciones en la empresa” (McGaughey & Gunasekaran 2009).

Es importante destacar que existen, o durante su evolución han existido dos conceptos diferentes de ERP, que en muchas ocasiones han llevado a la confusión entre ellos. Por una parte está el ERP que se denominará “tradicional”, que es el que surge tras el MRP II y que recibe el nombre originalmente. Y por otra parte está el ERP II, que es la evolución del ERP “tradicional” hacia las nuevas tendencias tecnológicas y de negocio, como pueden ser el e-business y los entornos colaborativos.

A continuación se van a clarificar estos dos términos (ERP y ERP II), realizando una breve descripción de cada uno de ellos.

2.2. El ERP “tradicional”

Se considera a los sistemas ERP como la consecuencia de la evolución y sofisticación de los sistemas de gestión de inventarios durante los últimos cincuenta años (McGaughey & Gunasekaran 2009; Andonegi et al. 2005; Møller 2005; Motwani et al. 2005; Ferran & Salim 2008; Gunasekaran 2009).

Según el estudio (Muñoz et al. 2004), los “sistemas de planeación de los recursos empresariales” (Enterprise Resource Planning - ERP) son sistemas de información que emplean la ingeniería de negocios y la tecnología de información para diseño e integración de los procesos de negocio de una organización. Esos sistemas se constituyen en un método para planificar y controlar todos los recursos necesarios de todo lo que se refiere a comprar, producir, enviar y contabilizar la cumplimentación de un pedido de un cliente en una fábrica, un centro de distribución o una empresa de servicios.

Tras revisar estos y otros trabajos (Bond et al. 2000; Cuenca & Boza 2006; Jinyoul Lee et al. 2003), entre otros, se puede concluir que un ERP “tradicional” *es una aplicación para la gestión integrada de los diferentes módulos básicos que forman una empresa, es decir, desde los módulos más primarios como son la contabilidad, compras, ventas, producción hasta módulos secundarios como recursos humanos, gestión de costes, calidad, etc. Es una plataforma de comunicación entre todas las divisiones de la empresa que permite agilizar el trabajo.*

A continuación en la figura 3 se puede ver un esquema de los procesos que soportan los ERP tradicionales en la empresa, lo que se conoce como el “Back Office”.

Las TIC en el back office

- Inicialmente, los sistemas ERP gestionan procesos internos de la empresa

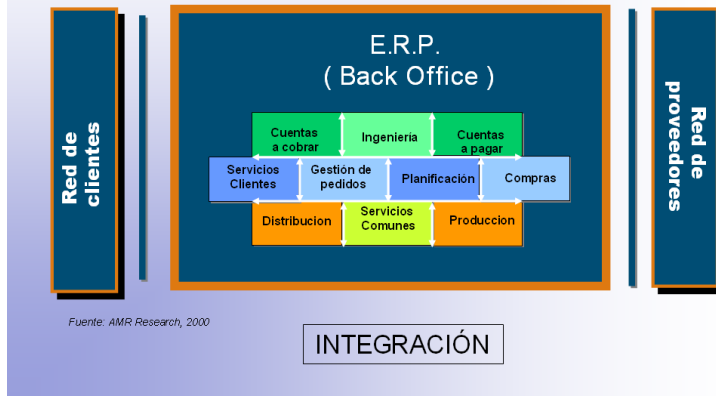


Figura 3. Los ERP en el Back Office. Fuente: AMR Research 2000

2.2.1. Procesos de negocio en un sistema ERP tradicional

Por lo general, un software ERP “tradicional” debe dar cobertura a todas las áreas de negocio internas de una empresa.

En general, los principales paquetes de software ERP, presentan utilidades (en mayor o menor medida), para los siguientes bloques:

- Contabilidad y finanzas
- Clientes y Proveedores
- Gestión de Almacén
- Gestión de la producción
- Planificación de la producción
- Gestión de Costes
- Gestión de proyectos
- Etc.

El ERP, integra todos estos procesos de la empresa, y otros, en un único sistema, mediante lo que se conoce como “dato único”, que es compartido por todos los procesos que requieren de él, tal y como se ve en la siguiente figura (figura 4):

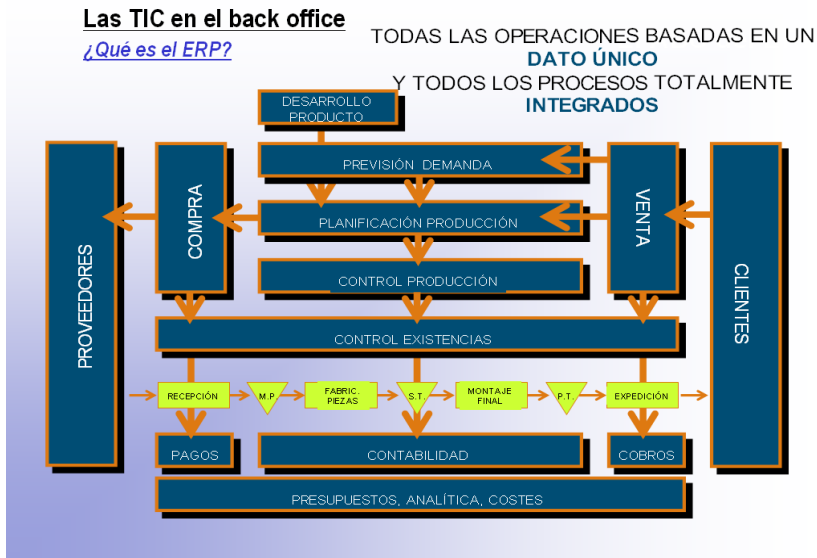


Figura 4. La integración de procesos de la empresa mediante un Sistema de Información integrado para la gestión de empresa Fuente: Elaboración propia

La integración de todos estos procesos, proporciona una serie de beneficios para la empresa, que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Dato único. Solo hay que introducir una vez cada dato, y esta información está disponible en ese mismo instante para toda la empresa.
- Parametrización jerárquica de maestros (tablas estáticas)
- Se minimiza la entrada de datos en tablas dinámicas.
- La información fluye a través de los procesos
- Navegabilidad entre tablas relacionadas
- Trazabilidad
- Herramientas de análisis

Sin embargo, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones, que son necesarias para poder utilizar un ERP, y obtener así esta integración. Algunas de

ellas, son las siguientes reglas de la integración, que deben ser tenidas en consideración:

- No todos los procesos son reversibles
- Principio de continuidad del inventario
- Un ERP sólo procesa registros creados previamente y utiliza algoritmos de cálculo deterministas

2.3. EL ERP II

La evolución de los ERP recibe el nombre de ERP II (Bond et al. 2000). La principal característica de los ERP II frente a los ERP, es la diferencia de los procesos que contemplan y su naturaleza. En el caso del ERP, se consideran los procesos internos dentro de la organización, frente al modelo del ERP II en el que la empresa interactúa con su entorno (e-business) y se generan modelos de “integración virtual” de cadenas de valor de todos los “players” (jugadores) del ecosistema empresarial.

Actualmente, las empresas no solo necesitan poder gestionar sus procesos internos, lo que se entiende como el “back-office”, sino que cada vez es más necesario cubrir necesidades de conectividad con clientes, proveedores, empleados, etc. Son las necesidades que deben cubrir tanto las grandes empresas como las PYMES del Siglo XXI.

Por ello, se habla de la siguiente etapa en la evolución de los sistemas de información integrados de gestión. Este nuevo concepto, se ha llamado generalmente ERP II (Bond et al. 2000), aunque ha recibido también otros nombres, como ERP extendido, o en algún caso e-RP, que engloba conceptos relativos a la interconectividad entre empresas.

Las empresas han sufrido una transformación, dejando de ser organizaciones verticalmente integradas, orientadas a optimizar los procesos internos. El nuevo objetivo es la agilidad y el posicionamiento óptimo en la cadena de suministro (SCM) y la cadena de valor. Un aspecto principal de este posicionamiento envuelve aspectos no solo relativos al comercio electrónico (B2B y B2C), sino a los procesos relacionados con el comercio colaborativo (*C-Commerce*).

Como *C-Commerce* se entienden todas aquellas interacciones, que tienen lugar de manera electrónica, entre el personal interno de una empresa, los colaboradores y los clientes de una determinada comunidad de comercio. Esta comunidad de comercio puede ser una industria, un segmento industrial, una cadena de suministro o un segmento de una cadena de suministro.

Todo esto hace que los ERP deban adaptarse al modelo “e-business” (N. Damij et al. 2008). Para ello, se necesitan herramientas para gestionar:

- Comercio electrónico (B2B y B2C)
- Relaciones con el cliente (CRM),
- Optimización de la cadena de suministros (SCM)
- Gestión de Relaciones con proveedores (SRM)
- Herramientas de inteligencia de Negocio (BI)
- Gestión de vida del producto (PLM)

Todas estas funcionalidades son las que no contemplaban los ERP “tradicionales”, y que si que contemplan los ERP II (Weston Jr. 2003).

Se puede centrar la evolución del ERP al ERP II en seis aspectos fundamentales, relacionados con el negocio, la aplicación y la estrategia tecnológica. A continuación se representan en la figura 5.

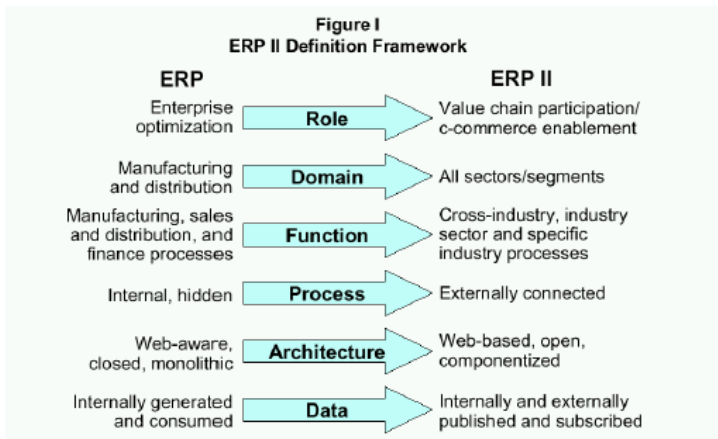


Figura 5. Las 6 diferencias básicas entre ERP y ERP II Fuente: Gartner Group

El papel del ERP II se extiende de la optimización de los recursos y los procesos (contemplados por los ERP tradicionales) hasta impulsar el intercambio de información entre empresas, posibilitando la colaboración entre ellas, y no entendiendo el comercio electrónico únicamente como compras y ventas.

Por otro lado, el dominio típico del ERP II deja de ser el de empresas manufactureras y de distribución, incluyendo empresas no manufactureras. Las funciones o capacidades del ERP II se extienden no solo a áreas como producción,

ventas, finanzas o distribución, sino que engloban aspectos característicos de cada sector industrial o industria en particular.

Las arquitecturas monolíticas de los ERP tradicionales sufren una transformación radical, pasando a ser totalmente abiertas y basadas en Internet. El tratamiento de datos en estas arquitecturas deja, evidentemente, de ser interno a la empresa, y se extiende a lo largo de toda la comunidad de comercio.

Tanto para los usuarios como para los fabricantes, esta evolución ofrece grandes oportunidades, pero la transformación no es sencilla. Sin embargo, esta transformación proporcionará mayor funcionalidad a las empresas, además de capacitarlas para el c-commerce.

Esto supone una gran oportunidad y un gran reto para los fabricantes, puesto que ERP II es una nueva visión que requiere nuevas tecnologías y expansión funcional del Software.

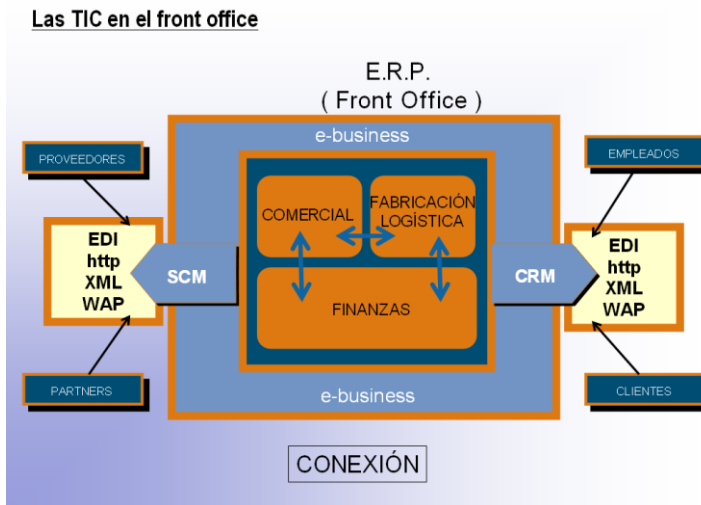


Figura 6. Conectividad del Back Office con otros sistemas externos a la empresa

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se puede observar como los sistemas ERP II permiten la conectividad con otros sistemas en clientes, proveedores, partners, empleados, de manera totalmente integrada con el sistema interno, el Back-office.

De esta manera, la parte que se correspondería al ERP “tradicional”, sigue siendo el centro de la gestión de la empresa, pero sobre él actúan otras áreas, que no son internas de la empresa, consiguiendo en una situación ideal, la conectividad entre los diferentes ERP II de diferentes empresas.

Así, los ERP II serán capaces de conectar entre sí y transferirse información de una forma automática, con el consiguiente ahorro de costes, tiempo, errores, y con la disponibilidad de información on-line en cualquier momento.

De esta forma, dos empresas pueden tener un Sistema Integrado de Gestión instalado, generando compras, ventas, (e-commerce) abastecimientos (SCM), facturas, acciones de Marketing y otras acciones necesarias con clientes (CRM), y todo tipo de transacciones necesarias a través del sistema de información para la gestión, de forma automática. Esta es una de las tendencias de futuro que se verá más adelante.

Cabe decir, para finalizar este apartado de los ERP II, que actualmente, ya está asumido que los sistemas de información integrados para la gestión de empresas, deben cubrir estas funcionalidades que permitan conexiones con el exterior.

Por ello, el nombre ERP II, cada vez es menos utilizado, por no decir que ha quedado en desuso, y las siglas ERP ya consideran toda esta funcionalidad.

Es decir, el ERP, ha “absorbido” al ERP II (Møller 2005). Este hecho ha originado la confusión existente a la hora de definir un ERP. En algunos trabajos se define el ERP como el tradicional, mientras que en otros, se le da este nombre al ERP II, con la diferencia que ello conlleva.

En este trabajo, se denomina ERP al sistema de información para la gestión de empresas, que en este momento, incluye las funciones de conexión con el exterior.

Todo el proceso de evolución hasta el estado actual descrito, se muestra en la figura 6. Es importante destacar el hecho de que dicha evolución se ha producido paralelamente a la evolución de las tecnologías empleadas en el tratamiento de la información y de los datos. Podría incluso afirmarse que ha sido la evolución de las tecnologías de la información la que ha provocado esta tendencia integradora en la gestión empresarial.

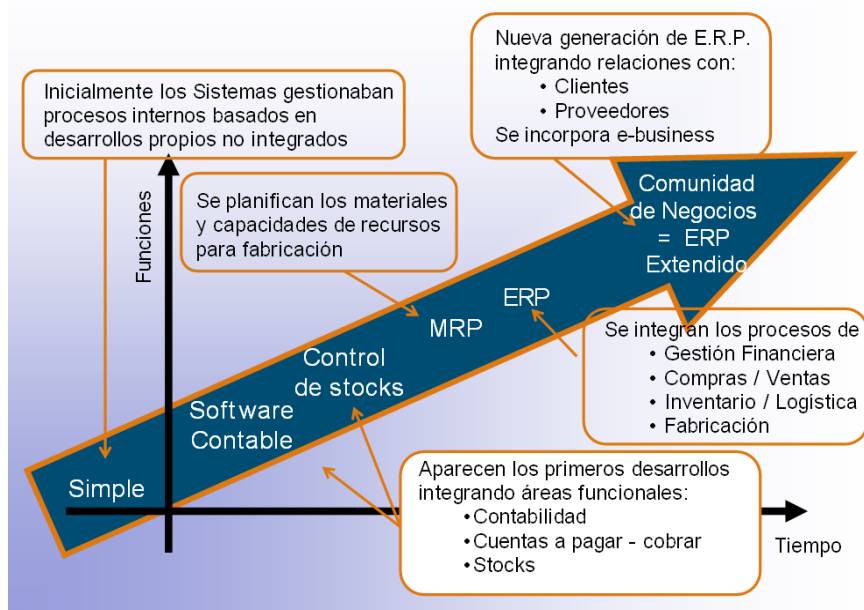


Figura 7. Evolución de los Sistemas Integrados de Gestión. Fuente: Elaboración propia

3. Implantación de un ERP

A diferencia de la mayoría de paquetes de software, la implementación de un sistema integrado de gestión o un ERP, supone de la integración a través de diferentes módulos, la normalización de datos, la adopción del modelo de negocio subyacente, y la participación de un gran número de partes interesadas (Soh et al. 2000).

La implantación de un ERP, resulta ser un enorme, complejo, y arriesgado proceso (Grossman & Walsh 2004), y muchas implementaciones no han tenido éxito en la consecución de sus objetivos de negocio (Chen 2001; Robey et al. 2002; Umble et al. 2003; Somers & Nelson 2004).

Como se puede extraer de la lectura de (Quiescenti et al. 2006; E. J. Umble et al. 2003; Beatty & Williams 2006; Helo et al. 2008; Hong & Y. Kim 2002; Ferran & Salim 2008; Gunasekaran 2009), la implantación de un ERP además de ser un proceso complejo, es un proceso que afecta en mayor o menor medida a la totalidad de la empresa en la que se implante. Según (Muñoz et al. 2004) se puede encontrar que el concepto de la implantación de sistemas ERP, es distinto del concepto de instalar un sistema informático tradicional. El sistema requiere una organización cuyos procesos estén perfectamente integrados y eso significa incrementar el nivel de interacción interdepartamental con el objetivo de unificar el flujo de la información común a las distintas áreas de la empresa, de forma diferente de los sistemas “aislados” tradicionales.

Además, hay que destacar que, según este mismo estudio, una implantación exitosa de una solución ERP es crucial para el logro de los resultados deseados. Algunos factores que conllevan a una implantación exitosa incluyen una buena gestión de proyecto, un cambio en los procesos de negocio, la necesidad de buena comunicación, liderazgo transformador y comprometido que mantenga la acción para convertir la intención en realidad (Bennis & Nanus 2001) y la gestión del cambio.

3.1. Factores de éxito en la implantación de un ERP

La determinación de factores críticos que afectan en el éxito de la implantación de un ERP, han sido objeto de numerosos estudios durante los últimos 10 años.

En (K. Hong & Y. Kim 2002) se citan como factores 1) Control del éxito de la implementación (medir los resultados frente a objetivos), 2) Ajuste del ERP a la organización, en términos de datos, procesos en interface de usuario, 3) Adaptación del ERP, 4) Adaptación de procesos, 5) Resistencia al cambio de la organización, mientras que en (E. J. Umble et al. 2003) se indican 1) Definición clara y entendible

de objetivos estratégico, 2) Acuerdo con alta dirección, 3) Gestión de proyecto excelente, 4) Gestión de cambio en la organización, 5) Equipo de implantación, 6) Fiabilidad de los datos, 7) Formación a usuarios, 8) Sistema de medidas de rendimiento, 9) Factores Multi-localización.

Posteriormente, en (Ehie & Madsen 2005) se presentan 8 factores, que son: 1) Los principios de gestión del proyecto, 2) Viabilidad y evaluación de proyectos de ERP en la empresa, 3) Apoyo de la alta dirección, 4) Re-ingeniería de Procesos de Negocio, 5) Servicios de consultoría, 6) Coste / presupuesto, 7) Infraestructura de TI, 8) Desarrollo de Recursos Humanos y en (Ramírez Correa & García Cruz 2005) se estudian de 30 trabajos relativos a la implantación de ERP's, 14 estudios de caso, 10 de campo y 6 conceptuales, que arrojan 69 factores críticos que posteriormente son agrupados y presentados en (García Cruz & Ramírez Correa 2005) como 1) Planificación estratégica de las Tecnologías de Información (TI), 2) Compromiso ejecutivo, 3) Gestión de proyecto, 4) Habilidades en TI, 5) Habilidades en procesos de negocio, 6) Entrenamiento en ERP, 7) Aprendizaje, 8) Predisposición para el cambio.

Más tarde, en (Beatty & Williams 2006) se citan como factores para conseguir una implantación exitosa de un ERP 1) Construir el negocio utilizando nuevas funcionalidades, 2) Tratar los cambios de versión como proyectos nuevos, 3) Mantener el equipo de implantación, 4) Considerar la implantación como un proyecto de negocio, no un proyecto tecnológico, 5) Tener en cuenta los costes ocultos de infraestructuras, 6) Minimizar los desarrollos / personalizaciones, 7) Testear antes de poner en funcionamiento real, tanto en la implantación, como actualizaciones o en nuevas versiones, 8) No escatimar en formación.

Finalmente, ya a finales de la década, en (Helo et al. 2008) citando a (Al-Mashari et al. 2003) se proponen 1) Selección del ERP, 2) Comunicación entre la organización y la gente, 3) Gestión de procesos, 4) Formación, 5) Gestión de proyectos, 6) Gestión legal de sistema (legacy system management), 7) Interacción de sistemas, 8) Testeo de sistemas, 9) Cambios culturales y estructurales.

En resumen, casi todos los autores coinciden en considerar los siguientes factores como críticos en la implantación de un ERP:

- Concepto estratégico del proyecto
- Adaptación del ERP a la empresa
- Adaptación de la empresa al ERP
- Apoyo de la Alta Dirección
- Gestión del Cambio (resistencia, cultura)
- Gestión de Proyecto
- Equipo de implantación
- Formación

4. Últimos avances en los ERP

A continuación se presentan los últimos avances que se han realizado en el mercado de los sistemas de información para la gestión de empresas.

Estos avances se pueden clasificar en dos líneas. Por un lado la línea funcional, que desarrolla nuevas funciones dentro del sistema, con el objeto de poder cubrir áreas de negocio, y de la empresa, aún no cubiertas. Por otro lado, la línea técnica, que incorpora los nuevos avances tecnológicos a los sistemas de información.

4.1. Avances Funcionales

En cuanto a avances funcionales, se pueden destacar algunas funcionalidades que se han añadido en los últimos años a los sistemas de información integrados para la gestión de empresas, como son:

- CRM: Customer Relationship Management
- GRH: Gestión de los Recursos Humanos
- BI: Business Intelligence
- CMI: Cuadro de Mandos Integral
- e-Commerce: Comercio electrónico

4.2. Avances Técnicos

Por otra parte, en cuanto a avances técnicos, se pueden destacar:

4.2.1. Programación abierta

La programación de los sistemas de información para la gestión, por lo general ha sido algo cerrado, solo accesible al fabricante del sistema.

Sin embargo, en la actualidad, la mayoría de sistemas permiten el acceso de los usuarios al código fuente (usuarios con el permiso adecuado por supuesto), de manera que se pueden introducir modificaciones específicas para un sector o empresa determinados. Por lo general, estas modificaciones no las realizan las empresas que utilizan el Sistema, sino que suele haber compañías, normalmente consultoras tecnológicas, que ofrecen esos servicios especializados.

4.2.2. Programación orientada a objetos

Este es un avance que ha ido unido a la evolución de los lenguajes de programación.

4.2.3. Estructura de programación en Capas

La estructura de programación en capas, permite una adaptación de los sistemas de información para la gestión a cada entorno diferente. Se pueden hacer modificaciones del código del sistema a diferentes niveles, en diferentes “capas”, con lo que se mantiene y garantiza la integridad del núcleo del sistema.

Por lo general, hay una capa de programación donde reside el núcleo central de la aplicación, una capa de país, con las necesidades adaptadas al país en cuestión (legislación, impuestos, etc.), una capa reservada a desarrollos de empresas de servicios, una capa reservada a desarrollos sectoriales, y una capa destinada a las modificaciones que necesite hacer de forma específica la empresa que finalmente utilizará el sistema.

4.2.4. Arquitecturas de sistemas

Otro punto importante para comprender la evolución de los sistemas de información para la gestión de empresas, es la arquitectura del sistema.

Los sistemas de información para la gestión están distribuidos, por lo general, de una manera muy dispersa a lo largo de las organizaciones. Mientras que los servidores suelen estar centralizados, los clientes se encuentran repartidos en múltiples localizaciones a lo largo de la empresa.

Se puede considerar que en un sistema de información, existen tres elementos básicos distribuidos entre clientes y servidores:

1. En primer lugar, la *base de datos*, que se puede definir como el almacén central de los datos que son transferidos desde y hacia los clientes (usuarios).
2. En segundo lugar están por supuesto los *clientes*, desde los que se introducen datos y se solicita información al sistema.
3. Por último, la *aplicación*, lo que ejecuta los procesos, que actúa como intermediario entre el cliente y la base de datos.

En función de donde residen estos elementos físicamente, y de cómo se distribuyen los procesos existen muy diversas arquitecturas. Las dos más comunes son las presentadas a continuación.

Implementación en dos capas.

En la figura siguiente (figura 8), se muestra esquemáticamente este tipo de estructura. En ella existe un único servidor que desempeña tanto las tareas de servidor de base de datos, como la de servidor de la aplicación.

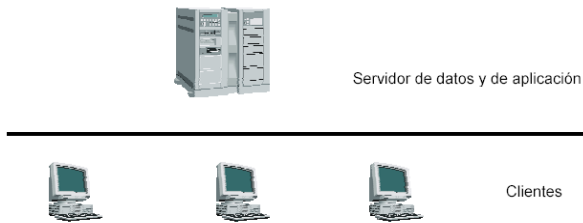


Figura 8. Arquitectura del sistema en dos capas. Fuente: Elaboración propia

Implementación en tres capas

Este es el caso más habitual en los grandes sistemas de información. Como se puede ver en la próxima figura (figura 9), las funciones de base de datos y de aplicación se encuentran separadas. Inicialmente el cliente establece la comunicación con el servidor de la aplicación, y es éste el que crea una segunda conexión con el servidor de datos.

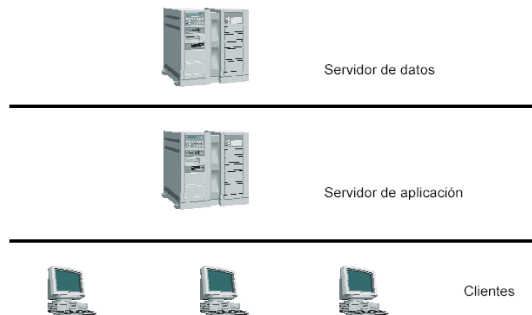


Figura 9. Arquitectura del sistema en tres capas. Fuente: Elaboración propia

5. Tendencias de futuro en los ERP

Los ERP, en el pasado, han estado dirigidos a grandes empresas. Sin embargo, actualmente los fabricantes de ERP's, buscan ampliar su mercado de clientes, acercándose y adecuándose al mercado de las PYMES, a través de ciertas estrategias (Ferran & Salim 2008), como son desarrollar sistemas con las siguientes características:

- Menores costes de licencia
- Menores costes de implantación
- Compatibilidad entre sistemas
- Menor necesidad de consultoría en la implantación
- Software de código libre
- Verticalización

A continuación se presentan las tendencias previsibles de los sistemas de información para la gestión de empresas y las previsiones que los "advisor" lanzan al mercado. Hacia donde se prevé que evolucionen los sistemas ERP, qué nuevas funcionalidades contemplarán, qué retos deben superar para permitir la correcta evolución de las empresas en un entorno tan cambiante. Estas tendencias se pueden clasificar en dos tipos, las tendencias Funcionales y las Tendencias Técnicas.

5.1. Tendencias Funcionales

Las tendencias funcionales nos indican qué nuevas funcionalidades o áreas van a cubrir los sistemas de información para la gestión de empresas. También hay que destacar el desarrollo de algunas funcionalidades, que ya se incluyen en algunos ERP's, pero que se prevé que van a ser desarrolladas para poder potenciar y optimizar su uso, y lo que conllevan.

Se puede decir que dentro de las tendencias funcionales, a su vez, existen dos tendencias de incorporar nuevas funcionalidades de los sistemas (aunque la mayoría de los sistemas de información para la gestión siguen las dos líneas en paralelo).

Por un lado, está la apertura de los sistemas de información para la gestión de empresas, a la integración con otros sistemas específicos, que cubren necesidades específicas, o de áreas específicas dentro de la empresa.

Por otro, está la tendencia a tratar de abarcar toda la funcionalidad posible, integrando la funcionalidad que hasta ahora ofrecen otros sistemas, dentro del propio sistema de información para la gestión de empresas,

Algunas de estas funcionalidades que pueden absorber los ERP, o que pueden integrar con otros sistemas, pueden ser:

- Gestión de la Cadena de Suministro (SCM Supply Chain Management)
- CRM Customer Relationship Management
- PLM Product Lifecycle Management
- DW Data Warehouse
- SRM Supplier Relationship Management
- CMI Cuadro de Mandos Integral
- KMS (Knowledge Management System)
- BI Business Intelligence
- POS (TPV) Point of Sale o Terminal Punto de Venta
- Otros

5.2. Tendencias Técnicas

En cuanto a las tendencias técnicas actuales, se pueden destacar las siguientes:

- **Software libre**

En la actualidad hay una tendencia a la utilización de Sw libre, es decir, de código abierto y gratuito en diferentes ámbitos. Esta tendencia comienza a estar presente en los sistemas de información para la gestión de empresas (Ferran & Salim 2008). En la actualidad, en España hay un Sw, Openbravo, con estas características que está empezando a ganar cuota de mercado.

La tendencia es aún muy incipiente, y parece que no tiene demasiada fuerza. Sin embargo, esta tendencia debe ser tenida muy en cuenta, no hay que olvidar el reciente cierre de “Encarta”, la enciclopedia digital de un gigante como Microsoft, debido a la aparición de una enciclopedia de Sw libre, “Wikipedia”, que le ha ganado la batalla.

- **Hosting de aplicación (ASP) Applications Service Providers**

En la actualidad, ya existen empresas que se dedican a “albergar” sistemas de gestión, que pueden ser utilizados por empresas a través de conexiones de alta velocidad, habitualmente por Internet (McGaughey & Gunasekaran 2009). Estas

empresas proveedoras, se encargan tanto del mantenimiento de Sw y Hw, como de las actualizaciones, seguridad, etc. de las aplicaciones.

Todo ello, permite a las empresas reducir tanto carga de trabajo como costes de diferente índole, y les permite centrarse en su negocio, en su “Core Business”.

- **m- Commerce**

Esta es una de las tendencias técnicas, que además de modificar la concepción de los sistemas de información, puede modificar la forma de hacer negocios, tal y como se conoce en la actualidad.

La tecnología móvil, es un nuevo canal de comunicación, que permitirá tener Internet siempre conectado y accesible, independientemente de lugar, fecha y hora.

Capítulo 4: El m-commerce y los Sistemas de Información para la Gestión: el m-business

Como ya se ha introducido en el punto anterior, el m-commerce es uno de los avances tecnológicos que, con toda probabilidad, se integrará en breve en los sistemas de información integrados para la gestión. Este avance tecnológico y su integración en estos sistemas, pueden llegar a modificar la forma actual de hacer negocios. Por tanto, esta herramienta emergente, puede llegar a suponer una nueva revolución en el mundo empresarial.

A continuación se explicará brevemente el concepto de m-commerce y como puede influir en las empresas su utilización, de forma integrada con los sistemas de información

1. El m-commerce

El e-commerce ha sido uno de los avances más importante en el mundo de los negocios en los últimos 50 años, y actualmente el m-commerce está listo para posicionarse dentro de ese desarrollo del e-commerce. (McGaughey & Gunasekaran 2009; Gunasekaran 2009)

La tecnología móvil, es un nuevo canal de comunicación, que permitirá tener Internet siempre conectado y accesible, independientemente de lugar, fecha y hora.

Actualmente la gestión de empresas aún está aprendiendo y adaptándose a las nuevas formas de hacer negocios creadas por el e-commerce, y esta necesidad de adaptación y aprendizaje, se va a multiplicar con los nuevos cambios que va a generar el m-commerce.

Esto son cambios que afectan tanto a la parte interna como a la externa de la empresa.

Se puede decir que el “m-commerce” o “comercio móvil” son todas las actividades comerciales que usen o estén apoyadas en un teléfono móvil. Aunque no haya “compra” efectiva de un producto o servicio, la búsqueda, la consulta, la comparación de precios y la entrega de los mismos, son actividades comerciales que caen dentro del comercio móvil.

Actualmente, el m-commerce, empieza a ser casi una realidad, más que una tendencia de futuro. Así, Polo Ralph Lauren en Agosto de 2008, lanzó un servicio de comercio electrónico que permite a los clientes comprar productos a través de sus dispositivos móviles (Abramovich 2008). Lo hace utilizando QR Codes, una tecnología que ya están incorporando los nuevos móviles que salen al mercado. Este código QR, puede almacenar mucha información, entre ella, URL's, y al ser leído

por un dispositivo móvil preparado para ello, conecta directamente al móvil a un portal web, para ejecutar las transacciones del m-commerce (Moya 2009).

Además, los clientes reciben alertas en sus móviles que les avisan de aperturas de tiendas, eventos de la marca y otras iniciativas que está lanzando el fabricante.

Según David Lauren, Vicepresidente de publicidad, marketing y comunicaciones corporativas de Polo Ralph Laurent “los consumidores quieren servicios adecuados y flexibles, que sean accesibles en el momento. El Comercio móvil (m-commerce) es muy atractivo, porque puedes comprar en cualquier sitio y momento”

En esta misma línea se puede destacar que han lanzado una iniciativa para crear un multicanal de venta al por menor. Esta iniciativa se anunció durante la celebración de la 98 Convención y Expo Anual de la National Retail Federation (NRF), celebrada en el Jacob K. Javits Convention Center de la ciudad de Nueva York. (Butcher 2009a)

Según Brendan O'Meara, director administrativo mundial de la industria de venta al por menor de Microsoft, la mayor integración con el consumidor permitirá a los proveedores reducir los costes y mejorar el servicio al cliente, proporcionando una integración superior entre la experiencia de compra on-line o dentro de la tienda y las aplicaciones de línea de negocios, incluyendo el inventario y la cumplimentación de pedidos, gestión de relaciones con los clientes y programas de fidelización.

Cabe destacar que en la actualidad, ya existen aplicaciones específicas para el m-commerce, como pueden ser TradeStone, un Software para dispositivos móviles (Butcher 2009b). Este software permite al cliente acceder desde su dispositivo móvil a una web y realizar pedidos, a través de códigos de barras, u otra forma de identificación, pudiendo ver información ampliada del producto, como imágenes, etc., así como llevar el seguimiento de su pedido.

2. La movilidad en la gestión de la empresa: del m-commerce, al m-business

La aplicación de la tecnología móvil, en la actualidad, se está centrando en el área de ventas, pero en opinión del autor de este trabajo, el campo de aplicación de los dispositivos móviles no debe centrarse solo en este área, es decir, en permitir a los clientes realizar y gestionar sus pedidos a través de los dispositivos móviles. Hay mucho más campo de aplicación dentro de los procesos del sector empresarial.

La diferencia clave es el grado de integración con los procesos de gestión interna de la empresa.

Las ventas a través de m-commerce, pueden tratarse como una entrada al sistema de información, que luego se gestionan como se ha hecho tradicionalmente con los fax o e-mails, aunque con las ventajas que incorpora la movilidad, sobre todo en el cliente.

Sin embargo, desde los dispositivos móviles pueden llegar a ejecutarse otros procesos internos de la empresa, como puede ser el lanzamiento de un plan maestro de producción, el reporte de horas de trabajo, o un movimiento de inventario. También pueden consultarse datos y resultados, como ver el cuadro de mandos, la situación de un proyecto, la situación financiera de la empresa, todo ello desde un dispositivo móvil, en cualquier sitio y a cualquier hora.

Esto permite una movilidad total, que puede ser clave para ciertas empresas, y es una funcionalidad que aún no se está utilizando, salvo en algunas ocasiones en el área de ventas.

De esta forma, la movilidad que actualmente representa el m-commerce, se puede ampliar a otras áreas de la empresa, generándose de este modo el “m-business”, en una evolución lógica, tal y como ha sucedido con el e-commerce y e-business.

Aunque en la actualidad este “m-business” no está presente en el mundo empresarial, es una tendencia, una visión de futuro, que si está presente en las líneas de desarrollo de los fabricantes de ERP, y sistemas de información para la gestión. Así, actualmente hay fabricantes de Sw para dispositivos móviles, como por ejemplo ExpandIT (Expandit Spain 2009), que no solo se centran en la gestión de ventas, sino también en la Gestión de Servicios, de Inventario y CRM. Este SW se puede integrar prácticamente con cualquier ERP, aunque la integración más desarrollada actualmente es con los ERP de Microsoft, Dynamics AX y Dynamics Nav (Microsoft Corporation 2009)

3. Adaptación de los sistemas de información para la gestión de empresa al m-business

Ante esta nueva tendencia, cabe preguntarse ¿qué factores hay que tener en cuenta para la “apertura” de un sistema de información de gestión de empresas, al m-commerce o m-business?

En este punto, hay que tener muy en cuenta cómo las personas interactúan con los dispositivos móviles. Actualmente, dentro de la AIS (Association for Information Systems), se ha creado un grupo de Interés, el AIS SIGHCI (Special Interest Group on Human Computer Interaction).

Se puede definir HCI (Human Computer Integration) como “el estudio de cómo la gente interactúa con la tecnología de las computadoras” (Olson & Olson 2003). Según dicho estudio, la investigación en HCI se puede dividir en 6 categorías principales. Una de estas líneas de investigación principales, es la de desarrollo de interfaces de usuarios, en la que están los dispositivos móviles, entre otros.

Dentro de este grupo o categoría principal, un área de investigación se dedica a la interacción con sistemas de información para la gestión de empresas, centrándose en investigar la interacción humana con la información, tecnología y tareas, especialmente en contextos de negocios, gestión, organización y cultura. Esta área de investigación es la que engloba los ERP.

En el trabajo de (Pibernik 2006), se mencionan 3 aspectos de gran importancia en la interacción de las personas con los dispositivos móviles:

- Tamaño y estructura de pantalla e información. (Chae & J. Kim 2004)
- Combinaciones de color de texto y fondo de pantalla. (Hall & Hanna 2004)
- Tiempo de respuesta tolerable. (Fui-Hoon Nah 2004)

También en (Chittaro 2006) se presta atención a estos aspectos. En ese trabajo, además, se enuncian las restricciones que existen al desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles, en comparación con los desarrollos realizados para PC's. Entre estas restricciones o factores a considerar, además de los ya mencionados, se puede destacar también el sistema o las técnicas de introducción de datos o comandos de ejecución.

Es evidente que no es lo mismo disponer de un teclado y un ratón convencionales, que del teclado de un dispositivo móvil, mucho menor tanto en tamaño, como en opciones. Este es un factor también muy importante, dado que las aplicaciones

deben ser “user-friendly”, y deben ser rediseñadas, para un acceso y uso fáciles, a través de los teclados móviles.

Hay que recordar que se está tratando de desarrollar aplicaciones para “m-business”, donde no solo se deben consultar datos en pantalla, y realizar una compra o reserva, sino que se pretende poner a disposición del usuario del dispositivo móvil (en muchos casos un teléfono móvil) toda la funcionalidad de un sistema de información para la gestión de empresas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta también las posibles tendencias comentadas anteriormente, en cuanto a ampliar funcionalidades, de los fabricantes de sistemas de información para la gestión de empresa.

Una opción es facilitar y potenciar la integración de sus sistemas con otros Sw, de otros fabricantes especializados en el m-business, para lo cual, los sistemas de información deben prepararse adecuadamente.

Otra opción es la de “absorber” esa funcionalidad dentro del mismo sistema de información. Esta opción es algo más compleja, ya que se debe desarrollar en el mismo sistema de información, el sistema de comunicación y el “interface” con el usuario, teniendo en cuenta los diferentes aspectos antes relacionados para optimizar la interacción de los dispositivos móviles con las personas.

En la actualidad, la mayoría de los grandes fabricantes de sistemas integrados de información, están siguiendo ambas tendencias, de forma paralela.

Sin embargo, hay que destacar que en los últimos tiempos, los sistemas de información han sido más proclives a “absorber” funcionalidades, dentro de un mismo sistema. Hasta el momento, esto aún no ha sido posible con la gestión del m-commerce, posiblemente porque aún es una tecnología emergente, y no está suficientemente desarrollada.

Por otra parte, cabe destacar que los sistemas más avanzados tecnológicamente, como Dynamics Ax (Microsoft Corporation 2009), antes denominado MBS Axapta, de Microsoft, ya contemplan esta alternativa dentro de su desarrollo desde hace años. Ya en su versión 3.0, aparecen ejemplos de interfaces para PDA’s, tanto con pantalla vertical, como horizontal.

En el momento actual, el desarrollo y continua mejora de las comunicaciones (Aguado 2008), han llegado a un punto, en el que se puede producir la inflexión necesaria que lance definitivamente este nuevo canal de comunicación a su uso masivo en el mercado.

Capítulo 5: El Software Libre en los sistemas Integrados de Gestión

Como ya se ha mencionado previamente al identificar las tendencias de futuro de los ERP, actualmente hay una tendencia a la utilización de software libre, es decir, de código abierto y gratuito, en diferentes ámbitos de la informática. Esta tendencia comienza a estar presente en los sistemas de información para la gestión de empresas (Ferran & Salim 2008).

Para estudiar esta tendencia, a continuación se analizará brevemente que es el software libre y su definición para, posteriormente, estudiar que es un ERP de software libre, y que factores diferencian a un ERP “propietario” de un ERP de software libre, un FSw ERP

1. El Software Libre. Free Software (FSw)

El origen del software libre se remonta a los años 1950 y 1960, cuando el software se vendía, y se intercambiaban diferentes desarrollos en foros de usuarios. (Hars & Ou 2002). Sin embargo, su verdadero despegue fue probablemente cuando Richard Stallman fundó la Free Software Foundation, que proporcionó la base conceptual para el software de código abierto.

En la actualidad la industria del software libre es una industria madura y con fuerza en algunas áreas (Bruce et al. 2006). Sus ejemplos incluyen sistemas operativos, servidores de aplicaciones y herramientas de seguridad. Sin embargo, cuando se trata de desarrollo de sistemas de gestión empresarial, la industria del software libre aún no ha alcanzado esa madurez.

(Bruce et al. 2006) describen esta situación como la “tercera ola” en la adopción de software libre. La primera ola fue la adopción en los sistemas operativos y la segunda oleada luego de la adopción en los sistemas de infraestructura (navegadores y bases de datos entre otros).

Aunque pueda parecer que hay muchos beneficios para las empresas derivados de la adopción y el uso de software libre, no hay demasiadas empresas que lo adopten. Es una tendencia todavía incipiente, pero que puede tener mucha incidencia en un mercado tan competitivo como es el de los sistemas de información para la gestión empresarial, y en particular, los ERP’s.

Para poder analizar los ERP de Software Libre, que en adelante denominaremos mediante las siglas FSw ERP (Free Software Enterprise Resources Planning) y su tendencia e influencia en el mercado, es imprescindible definir lo que es el Software Libre.

2. Definición del SW Libre

El término software libre se refiere a libertad, y tal como fue concebido por Richard Stallman en su definición (Stallman 2002), se refiere concretamente a cuatro libertades:

1. Libertad para ejecutar el programa en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.
2. Libertad para estudiarlo y adaptarlo a nuestras necesidades. Esto exige el acceso al código fuente.
3. Libertad de redistribución, de modo que se nos permita colaborar con vecinos y amigos.
4. Libertad para mejorar el programa y publicar las mejoras. También exige el código fuente.

El término *Open Source Software*, promovido por Eric Raymond y la Open Source Initiative (Raymond 2001) se puede considerar equivalente al de software libre en algunos aspectos. Sin embargo, “filosóficamente”, el término es muy distinto, ya que hace énfasis en la disponibilidad de código fuente, no en la libertad, pero su definición e implicaciones reales son prácticamente las mismas.

Este nombre es más aséptico y recalca un aspecto técnico que puede dar lugar a ventajas técnicas, como mejores modelos de desarrollo y negocio, mayor seguridad, etc.

Por tanto, hay dos grandes familias de motivaciones para el desarrollo de software libre, que dan lugar asimismo a los dos nombres con que se lo conoce:

- La motivación ética, abanderada por la Free Software Foundation, heredera de la cultura *hacker*, y partidaria del apelativo *libre*, que argumenta que el software es conocimiento y debe poderse difundir sin trabas. Su ocultación es una actitud antisocial y la posibilidad de modificar programas es una forma de libertad de expresión. Puede profundizarse en este aspecto en los ensayos de Stallman (GNU Project s.d.).
- La motivación pragmática, abanderada por la Open Source Initiative y partidaria del apelativo *fuentes abiertos*, que argumenta ventajas técnicas y económicas

Aparte de estas dos grandes motivaciones, existen otras razones para trabajar con software libre, que van desde la diversión a la mera retribución económica, que es posible debido a *modelos de negocio* sustentables. (Barahona et al. 2003):

Otros términos relacionados de alguna manera con el software libre:

- Freeware
- Shareware
- Charityware, Careware
- Dominio público
- Copyleft
- Propietario, cerrado, no libre

El software libre trae consigo numerosas ventajas y pocas desventajas, muchas de ellas exageradas (o falseadas) por la competencia propietaria. (Barahona et al. 2003)

De ellas la que más fundamento tiene es la económica, ya que no es posible obtener mucho dinero de la distribución y ésta la puede y suele hacer alguien distinto al autor.

Otras, como la falta de soporte o la calidad escasa, en muchos casos son falsas, ya que incluso software sin ningún tipo de financiación suele ofrecer muy buen soporte a través de foros de usuarios y desarrolladores, y muchas veces tiene una gran calidad.

Es importante mencionar que el modelo de costes del software libre es muy distinto del propietario, ya que gran parte de él se ha desarrollado con mecanismos de trueque, intercambiando programación entre diferentes desarrolladores. Pero además, gran parte de los costes de desarrollo disminuyen por el hecho de ser libre, ya que los programas nuevos no tienen por qué empezar desde cero, sino que pueden reutilizar software ya hecho. La distribución tiene también un coste mucho menor, ya que se hace vía Internet y con propaganda gratuita en foros públicos destinados a ello.

Otra consecuencia de las libertades es la calidad que se deriva de la colaboración voluntaria de gente que contribuye o que descubre y reporta errores en entornos y situaciones inimaginables por el desarrollador original. Además, si un programa no ofrece la calidad suficiente, la competencia puede tomarlo y mejorarlo, partiendo de lo que hay. Así, dos poderosos mecanismos: la *colaboración* y la *competencia* se combinan en aras de la calidad.

Todo ello tiene consecuencias beneficiosas, que pueden variar según el destinatario.

Para el usuario final

El usuario final no depende necesariamente del soporte del fabricante del software, ya que puede haber múltiples empresas, que disponiendo del código fuente y de conocimientos, puedan hacer negocio manteniendo determinados programas libres.

Ya no se depende tanto de la *fiabilidad* del fabricante para intentar deducir la calidad de un producto, sino que la guía nos dará la aceptación de la comunidad y la disponibilidad de los códigos fuentes.

Nos olvidamos además de las *cajas negras*, en las que hay que confiar *porque sí*, y de las estrategias de los fabricantes, que pueden decidir unilateralmente dejar de mantener un producto.

La evaluación de productos antes de adoptarlos es ahora mucho más sencilla, ya que basta con instalar los productos alternativos en nuestro entorno real y probar, mientras que para el software propietario hay que fiarse de informes externos o negociar pruebas con los proveedores, lo cual no es siempre posible.

Dada la libertad de modificar el programa para uso propio, el usuario puede personalizarlo o adaptarlo a sus necesidades, corrigiendo errores si los tuviera. Por lo general este proceso no suele ser satisfactorio en software propietario, ni en tiempos ni en calidad de la solución. En el caso de Software libre, el control pasa, en gran medida, del proveedor al usuario.

Para el desarrollador

Para el desarrollador y productor de software es más fácil competir siendo pequeño y adquirir tecnología punta. Puede aprovecharse del trabajo de los demás, compitiendo incluso con otro producto modificando su propio código. Bien llevado, un proyecto puede conseguir la colaboración gratuita de mucha gente, del que el iniciador será la referencia. Asimismo, la distribución es barata y global.

No obstante, el problema que tiene este desarrollador es la manera de obtener los recursos económicos si el trabajo no es por encargo.

Para el integrador

Para el integrador de sistemas, el software libre es una gran ventaja, ya que deja de tratar con módulos o programas cerrados, que tiene que “comunicar”, muchas veces sin saber cómo trabajan exactamente. Mediante el software libre tiene la posibilidad de integrar y modificar partes de programas y líneas de código para conseguir el producto integrado necesario, disponiendo de un extenso repertorio de software libre que puede utilizar.

Para el que proporciona mantenimiento y servicios

Este es el caso de las empresas consultoras y de desarrollo local, a medida. Disponer del código fuente lo cambia todo para este tipo de empresa, situándolas casi en las mismas condiciones que el productor original de la aplicación. Y no son las mismas porque hace falta un conocimiento profundo del programa que sólo el desarrollador posee, por lo que es conveniente que el mantenedor participe en los proyectos que se dedica a mantener. El valor añadido de los servicios es mucho más

apreciado, ya que el coste del programa es bajo. Éste es actualmente el negocio más claro con software libre y con el que es posible un mayor grado de competencia.

3. El ERP de software libre o FSw ERP (Free Software Enterprise Resources Planning)

En la última década, ha habido un interés creciente en los ERP, así como en los sistemas de software libre y de código abierto. (Johansson & Sudzina 2008)

Sin embargo, la combinación de estas dos áreas, es decir, el ERP de Software libre, o Free Software ERP (FSw ERP) no ha recibido tanta atención como las dos áreas por separado, pese a que este tipo de software ya está en el mercado, y que puede tener un gran potencial de crecimiento, sobre todo en su implantación en las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

En cuanto a la nomenclatura FSw ERP, es importante decir que se utilizará en este trabajo el término Free Software ERP, dada la alineación de los autores con este movimiento de software libre de los dos mencionados en el apartado anterior, es decir la motivación por tratar de compartir el conocimiento, en aras de un beneficio global.

Como se puede leer en (Boulanger 2005), los FSw ERP's han evolucionado y mejorado desde su aparición, y actualmente están desarrollados y diseñados para su consumo en masa. Esto puede cambiar la situación del mercado, y los proveedores de software ERP propietario deberán hacer frente a algunos desafíos si quieren permanecer en el negocio. Pero su uso es aún muy inferior al uso de otras aplicaciones de software libre, como bases de datos, sistemas operativos, navegadores, etc. Generalmente esto es debido a la falta de confianza existente en este tipo de software en la mayoría de las empresas. Es necesario recordar que un ERP gestiona información crítica y confidencial de la empresa, ejecutando procesos de gran complejidad, y que en ocasiones son la diferencia competitiva de la empresa. Por ello, las empresas son reticentes en confiar toda la gestión de su información en un sistema, si este no tiene una reputación que lo convierta en un sistema de su absoluta confianza.

Sin embargo, esta falta de confianza es un hecho con el que han tenido que lidiar todas las software pioneros y que han revolucionado los conceptos de desarrollo, y finalizará cuando existan suficientes casos de éxito que demuestren que el FSw ERP está maduro para su incorporación masiva al mercado.

Este momento está muy cerca del momento actual, dado que cada vez hay más empresas utilizando FSw ERP, y aunque aún son relativamente pocas, el crecimiento comienza a ser exponencial.

Por tanto, se puede decir que la confianza, o la fiabilidad que tiene el ERP, es uno de los factores decisivos para su elección. Por lo general, actualmente, las empresas que quieren implantar un ERP, tienen una mayor confianza en los ERP propietarios que en un FSw ERP. Parece que este, y el coste del programa, sean los factores que más influyen en la percepción que las empresas tienen de los ERP de uno y otro tipo.

Sin embargo, hay más factores que diferencian un ERP propietario, y un FSw ERP, y que deberían tenerse en cuenta. A continuación se presentan estos factores diferenciales.

4. Factores diferenciales entre un FSw ERP y un ERP propietario

- ***Factor costes***

Inicialmente, el coste parece ser el factor fundamental y que recibe más atención en la decisión de adoptar un FSw ERP. Generalmente, las licencias de uso de los ERP propietarios son caras, lo cual, sobre todo, ha restringido su acceso a las PYMES (Smets-Solanes & Carvalho 2003). Sin embargo, actualmente, los FSw ERPs existentes cambian esta situación, ya que su licencia es gratuita y ello sitúa este grupo de sistemas ERP al alcance de cualquier empresa, por pequeña que sea (Serrano & Sarriei 2006).

Por otra parte, hay que decir que el software libre, a pesar del hecho de que puede ser usado de forma gratuita, tiene costes importantes a considerar relacionados con el uso, tales como los costes de aprendizaje, los costes de instalación y costes de mantenimiento. (Economides & Katsamakos 2006).

En el caso de los ERP, es importante saber los costes asociados que tienen la implantación y uso del ERP. Estos costes se pueden resumir en tres grupos fundamentales, que son:

- Coste de las licencias del programa.
- Coste de adquisición del Hardware necesario.
- Coste de los servicios necesarios para la implantación.

De estos tres costes, del que es relativo al hardware, se puede decir que es similar en ambos casos, tanto para el FSw ERP, como para el ERP propietario.

En cuanto al relativo a las licencias, es el más diferencial, dado que en el caso del FSw ERP, este coste, directamente no existe, ya que las licencias son gratuitas. En los ERP propietarios, es un coste importante dentro del proyecto.

El tercer tipo de coste, es el de los servicios. Este tipo de coste, relativo a los servicios necesarios para la implantación y adaptación del ERP, es necesario en

ambos casos FSw ERP, y ERP propietario. Sin embargo, en este caso, actualmente se puede decir que es más fácil encontrar especialistas y empresas dedicadas a la implantación de ERP propietarios, que de FSw ERP. Esto puede hacer que los servicios, el precio por hora, para la implantación de un FSw ERP sea alto, ya que casi no hay especialistas. Pero, por el contrario, también hay que decir que, de momento, pocas empresas apuestan por la implantación de FSw ERP, por lo que los consultores que se dediquen a la implantación de este tipo de sistemas, no pueden tener unas tarifas excesivamente altas, dado que así minarían la que posiblemente, de momento, sea su mayor ventaja competitiva, que es el coste global del proyecto.

Así pues, en caso de que una empresa no pueda implantar o modificar un FSw ERP por sí misma y deba pagar servicios de consultoría (cosa que sucede normalmente) no son tan evidentes los ahorros. Puede ser incluso que estos costes sean mayores que en el caso de SW propietario.

Finalmente como se indica en (Johansson & Sudzina 2008), hay que destacar que aunque el coste es el primer factor que se relaciona con el software libre, parece ser un factor importante, pero secundario en la elección de un ERP de software libre o propietario.

- ***Factor adaptabilidad y desarrollos***

Otro de los factores que puede ser crucial en la elección de un ERP, es la adaptabilidad del software. Una revisión de la literatura existente sobre los ERP's muestra que el principal problema que se presenta en la implantación de un ERP, es el desajuste entre la funcionalidad ERP y los requisitos empresariales. (Shehab et al. 2004) y (Botta-Genoulaz et al. 2005).

Esta situación es un problema común para seleccionar el paquete de software (Soh et al. 2000). El problema del "desajuste" o "gap" significa que hay una brecha entre la funcionalidad ofrecida por el paquete y la funcionalidad requerida por la organización de la adopción.

Por tanto, debido a ese "gap", la implantación de un ERP requiere que se hagan modificaciones en los procesos de las empresas en las que es implantado, así como adaptaciones de la funcionalidad del ERP a las necesidades de la empresa, lo que se denomina generalmente como "desarrollos". Esta adaptación mutua de la empresa al ERP y del ERP a la empresa, suele necesitar de la participación de empresas de consultoría. Este es un hecho independiente de si el ERP es de código abierto o propietario.

Sin embargo, la naturaleza de "caja negra" de muchos ERP propietarios impide la comprensión y, finalmente, la mejora de los procesos de negocio que implementan. Hay que recordar que el ERP influirá en gran medida en la gestión de los procesos clave dentro de la empresa. Por tanto, si el ERP y la forma en que gestiona algunos procesos es una especie de "caja negra", que no se sabe demasiado bien como

funciona, y que no puede ser modificada, ello provocará que algunas decisiones importantes respecto a la forma de tratar procesos de negocio importantes en la empresa, deben ajustarse a lo que el ERP hace, es decir, recaen en el programador del software y no al gerente de la empresa.

En esta línea hay que destacar que la mayoría de los ERP propietarios no pueden ser modificados sustancialmente en la forma en que gestionan los procesos de negocio. Sí es posible, en muchos casos, una personalización básica, como desarrollar informes, consultas, visualización de pantallas, etc. Sin embargo, no es posible modificar los procesos complejos, que en ocasiones son los procesos clave de la empresa, que la diferencian de su competencia y por ello deben estar adecuados a sus necesidades particulares, como puede ser el proceso de gestión de producción, la programación maestra, la facturación, etc.

Un caso aparte es MS Dynamics AX, que puede utilizarse como ejemplo de lo contrario, ya que es un ERP propietario, pero que permite el acceso a su código fuente completo, lo que significa que podría ser modificado al 100%. Por supuesto, esto debería ser llevado a cabo por desarrolladores capacitados, y es necesario comprar la licencia de desarrollo, denominada X++, que es lenguaje particular de desarrollo de este ERP.

- ***Factor modularidad***

En (MacCormack et al. 2006) se establece que el código abierto y el código propietario muestran una diferencia en la modularidad, siendo el código abierto más modular que el software propietario. La razón es que este tipo de desarrollo implica a menudo una gran cantidad de desarrolladores, y cada uno se encarga de una pequeña porción (módulo) del sistema.

Una de las ventajas de la modularidad es que el desarrollo no tiene que tomar el código completo en consideración y es posible realizar un desarrollo para una finalidad concreta, sin necesidad de conocer e implicar otras funciones del sistema.

- ***Factor calidad de software***

Los sistemas de software libre, son una alternativa viable a los sistemas propietarios cuando se toma la calidad del software y la fiabilidad en consideración (Boulanger 2005).

Una vez que una masa crítica de usuarios del software libre se ha formado, el impulso de este esfuerzo combinado producirá sistemas de calidad que cumplen y superan la seguridad y la métrica de fiabilidad de sus homólogos propietarios, y a un costo mucho menor.

- ***Factor de dependencia del proveedor***

Las empresas que adquieran un ERP propietario son muy dependientes de los desarrolladores y distribuidores de productos, es decir, los propietarios del código fuente. Si uno, o incluso ambos, de estos agentes desaparece, la mejora y el mantenimiento del ERP puede causar problemas significativos.

Generalmente, solo los desarrolladores del ERP tienen el conocimiento total del sistema, y se depende de ellos para actualizaciones y nuevos requerimientos. Por lo general es el fabricante quien desarrolla las nuevas versiones del ERP. Empresas asociadas de alguna forma al fabricante, como consultoras u otras empresas especializadas que posean acceso al código fuente, realizan los desarrollos para adaptar el software a la empresa. Por tanto, la dependencia de ellos es evidente.

Pero por otra parte, esta situación también garantiza que mientras exista el proveedor (el fabricante del ERP) los requerimientos que puedan surgir, por ejemplo por un cambio de legislación, están garantizados.

Además, puede asegurarse que las empresas que están asociadas a los desarrolladores, normalmente consultoras, proporcionan un servicio profesional. Los fabricantes de ERP propietario a menudo ofrecen programas de certificación, para garantizar dicha calidad de servicio, que además, es una fuente de ingresos para el fabricante, que obtiene beneficios a través de cursos de formación, exámenes de certificación, etc.

Por otra parte, los proveedores ERP propietarios, generalmente dan soporte de varias de las últimas versiones de sus ERP.

Esto es muy complejo para FSw ERP ya que puede haber varias versiones de un sistema dado, y puede ser más difícil encontrar un experto de una subversión determinada de un FSw ERP.

Estas reflexiones en cuanto a los factores que diferencian los ERP propietarios y los FSw ERP, son de interés tanto para los desarrolladores de ERP propietarios, como para las PYMES, ya que muestran que hay otras razones, aparte de los costes, para decidir la implantación de un FSw ERP o uno propietario.

5. Beneficios del FSw ERP

Todo ello coincide con los beneficios de la aplicación de software libre que se citan en (Serrano & Sarriei 2006), y que según dicho estudio, son mayores para los ERP que para otros tipos de aplicaciones:

1. Mayor capacidad de adaptación del software a las necesidades.
2. Reducción de costes.
3. Independencia respecto al proveedor de software

Sin embargo, hay que destacar que los escépticos del FSw ERP argumentan que pocas empresas de consultoría tienen experiencia real y fiable en implantar este tipo de sistemas. Por el contrario, los ERP propietarios tienen un canal de distribución muy maduro y un largo historial de implantaciones, con éxitos y fracasos, para servir de ejemplo a los implantadores.

Además, cabe añadir que, en una empresa que haya implantado un FSw ERP, en caso de tener un problema, como que no funcione bien un proceso o la necesidad de una nueva funcionalidad por un cambio de legislación, no hay nadie a quien reclamar, o demandar en caso de que no se apliquen los requisitos legales.

Estas son dos desventajas importantes de los FSw ERP, que pueden ser claves en la elección entre ERP propietario y FSw ERP.

6. Situación actual del FSw ERP

En (Johansson & Sudzina 2008), se presenta un estudio del número de proyectos realizados en ERP de código abierto. Dicho estudio pone de manifiesto que los proyectos de ERP de código abierto crecen rápidamente, (en diez semanas se había producido un aumento de 20 nuevos proyectos de código abierto ERP), y además, establece un hallazgo interesante, que es que los nuevos proyectos son, en un porcentaje elevado, asociados a proyectos existentes.

También se estudia el interés en ERP de código abierto a través de las estadísticas de las descargas de una selección de seis FSw ERP.

En los resultados de dicho estudio, se observa que ha habido un aumento importante de las descargas en los últimos tiempos. Hay que tener en cuenta que la descarga de un ERP no es igual a la implantación del ERP, pero puede ser un indicador para una valoración inicial de la evolución de las implantaciones de FSw ERP.

FSw ERP existentes en el Mercado

Algunos de los FSw ERP de mayor relevancia que se puede encontrar en el mercado actual son:

- Compiere
- ERP5
- Openbravo ERP
- OFBiz
- Value Enterprise
- GNU Enterprise
- SQLLedger
- WebERP
- Open ERP (antes Tiny ERP)
- Opentaps
- AbanQ (antes Facturalux)

Una observación interesante que se puede hacer de Johansson & Sudzina (2008), es que el software que muestra la mayor cantidad de descargas es OpenBravo, que es el único sistema que claramente se describe a sí mismo como un ERP centrado en las PYME.

Según Serrano & Sarriei (2006), Openbravo ERP ha sido instalado con éxito en 12 PYMES. Posiblemente, en la actualidad, esa cifra sea mucho mayor, pero no hay estudios posteriores que lo indiquen. Lo que sí se extrae de ese estudio, es que las PYMES en las que se instaló OpenBravo, lo hicieron después de evaluar algunos ERP propietarios. El hecho interesante es que las PYMES no estaban interesadas concretamente en la implantación de FSw ERP. Valoraron la posible implantación de ERP propietarios, pero finalmente se decidieron por OpenBravo. De esto se puede suponer, que no buscaban un FSw ERP específicamente, sino un ERP, y por algún motivo, decidieron que la mejor opción era un FSw ERP, como es OpenBravo. De ello se extrae que, en algunas circunstancias y bajo ciertos criterios de selección, hay empresas que prefieren un FSw ERP, que un ERP propietario.

Capítulo 6: Soluciones sectoriales o verticalización

Los ERP son software para la gestión de empresa, concebidos y desarrollados como sistemas de gestión genéricos, aplicables a los diferentes procesos de cualquier empresa. (Fink & Markovich 2008). Este es el concepto que se denomina en el ámbito del software para empresas como “solución horizontal”, en la que el sistema proporciona una funcionalidad estándar, que se supone capaz de soportar los procesos de cualquier organización.

Sin embargo, es evidente que diferentes organizaciones, que además pueden pertenecer a diferentes sectores industriales, tienen procesos de negocio diferentes, y debido ello, también tienen requerimientos diferentes en cuanto a los sistemas de gestión. Por supuesto, esto es conocido por los fabricantes de ERP, y por ello, desarrollan sus sistemas de forma que permitan cierta personalización o “customización” a través de una estructura modular y de su parametrización y configuración. (Fink & Markovich 2008).

De esta forma, los sistemas ERP se componen de “módulos”, que generalmente se corresponden con las diferentes áreas de una empresa (módulo de ventas, compras, contabilidad, gestión de stocks, producción, costes, proyectos, etc.). Las empresas contratan o activan módulos del ERP en función de sus necesidades. Por ejemplo, una empresa dedicada a la exportación de productos cítricos, no necesita el módulo de producción, o una empresa de prestación de servicios de consultoría, no necesita el módulo de gestión de stocks. Esta característica modular de los sistemas ERP es un mecanismo que facilita su implantación (Muñoz et al. 2004).

Además, en cada uno de sus módulos, los sistemas ERP tienen diferentes opciones de funcionamiento, que el usuario debe seleccionar para que el sistema trabaje y ejecute los procesos de una u otra forma determinada. Esto es lo que se llama “configuración y parametrización del sistema”.

Pero pese a estas opciones de ajustar el sistema a las necesidades de cada empresa, la idea de sistemas genéricos con una filosofía horizontal o “one to fit all” (“uno que sirva para todos”) (Fink & Markovich 2008), con la capacidad de acoplarse con éxito y servir para cualquier organización, presenta algunos problemas en el momento de aplicarse y cubrir las necesidades de las organizaciones (Gattiker & Goodhue 2004).

Estos problemas se presentan básicamente en algunas áreas de la empresa, aunque no en todas. Por ejemplo, el área de contabilidad no presenta este problema, por muy diferentes que sean las empresas en cuanto a la naturaleza de su negocio. Ello es debido a que la contabilidad se rige por una serie de normas y reglas que son, generalmente, comunes para todo un país, por lo cual, todas las empresas tienen los mismos requerimientos del sistema en este área, y el concepto de una solución única, horizontal, es perfectamente aplicable.

Pero en otras áreas como pueden ser la de producción, gestión de stock o ventas, por citar algunas, sí que hay muchas diferencias entre las necesidades de diferentes empresas, y sobre todo cuando estas pertenecen a diferentes sectores industriales.

Cada sector industrial tiene una serie de características particulares, que le diferencian de otros sectores. Algunas de estas características pueden requerir un tratamiento de la información particularizado, y por ello, las prestaciones que un ERP debe ofrecer a un sector en concreto, pueden ser diferentes respecto a las que pueda necesitar otro. Estas características pueden ser debidas a los productos, procesos, mercados o el tipo de gestión del sector en concreto.

En un sistema “one to fit all”, estas particularidades necesarias para un sector en concreto no tienen cabida, y deben ser desarrolladas de forma adicional al ERP, en cada implantación y para cada empresa particular, como módulos adicionales o modificaciones de los módulos que componen el sistema. Ello hace que el proceso de implantación del ERP sea más complejo, largo y costoso, en cuanto a la gestión del proyecto y dedicación de recursos, tanto económicos como humanos. Esto es debido a que es necesario dedicar recursos al desarrollo de modificaciones y módulos adicionales, además del proceso de implantación que ya de por sí es complejo, costoso y con riesgos (Grossman & Walsh 2004).

Por otra parte, los clientes actuales, es decir, las empresas que van a implantar un ERP en la actualidad, buscan, cada vez más, sistemas integrados de gestión que requieran el mínimo esfuerzo de implementación y personalización para adaptarse a sus necesidades específicas (Fink & Markovich 2008).

Por ello, en los últimos años, los proveedores de software de gestión han asumido el reto de adaptar mejor los productos al funcionamiento real de las empresas, y un número cada vez mayor de ellos ha adoptado una estrategia de segmentación, es decir, la “verticalización” o lo que se denomina soluciones “verticales” o “sectoriales”, en lo que parece ser uno de las más evidentes tendencias estratégicas en los mercados de software de empresa (Gartner 2002).

Esta estrategia, la “verticalización” se puede definir como *la personalización de las aplicaciones dentro de industrias específicas* (Kohavi et al. 2002).

De esta forma, una solución vertical desarrollada para un sector concreto, incluirá todas aquellas características diferenciales que dicho sector necesita para su gestión de la información. Con ello, las empresas de ese sector que implanten la solución no necesitarán modificar el sistema para adaptarlo a sus necesidades básicas, dado que estas necesidades ya estarán incluidas en la solución vertical o sectorial, y la implantación será mucho menos costosa y con muchas más probabilidades de éxito.

Con todo ello, los fabricantes de software ERP, dejan de ver el conjunto del mercado como una sola entidad, y pasan a segmentar su mercado en grupos de clientes con necesidades similares (sectores industriales), y ofreciendo diversos

productos que están dirigidos a requisitos más homogéneos.(Fink & Markovich 2008).

Por supuesto, el primer paso hacia la verticalización es incorporar los conocimientos específicos del sector (Kohavi et al. 2002), por lo que los desarrolladores del software deben conocer perfectamente su problemática. Para ello, en muchas ocasiones se utilizan empresas características del sector, que pueden actuar como empresas para “implantaciones piloto”, que permitan a los desarrolladores adquirir el conocimiento necesario, no solo teórico sino también práctico, y probar la solución vertical en un entorno real.

1. Soluciones verticales de los principales fabricantes

1.1. SAP

Según este fabricante, líder en el mercado de ERP, no todas las industrias de España son iguales, ni tampoco las soluciones que requieren (SAP España 2010).

A partir de la integración de fuentes de información y de diseño de plataformas coordinadas, las soluciones sectoriales de SAP ayudan a la toma de decisiones en las diferentes áreas de su negocio. Las soluciones sectoriales de SAP también ayudan en la gestión de procesos, clientes y proveedores mediante el uso de software industrial con un interfaz versátil e intuitivo, especialmente preparado para las diferentes industrias de España.

- Alta Tecnología
- Automoción
- Defensa e Industria Aeroespacial
- Retail (Distribución Comercial)
- Distribución Mayorista
- Educación Superior e Investigación
- Empresas de Servicios Públicos
- Entidades Aseguradoras
- Entidades Financieras
- Ingeniería, Construcción y Operaciones
- Industria Química
- Maquinaria Industrial y Componentes
- Medios de Comunicación
- Metal, Papel y Madera
- Minería
- Petrolíferas y Gas
- Productos de Consumo
- Operadores Logísticos
- Sanidad
- Sector Farmacéutico
- Sector Público
- Servicios Profesionales
- Utilities
- Telecomunicaciones

1.2. Microsoft

Microsoft Dynamics ofrece un atractivo conjunto de tecnologías para ayudar a mejorar la gestión financiera, de las relaciones con los clientes y de la cadena de suministro. Los partners de Microsoft se basan en la funcionalidad estándar de Microsoft Dynamics para ofrecer soluciones sectoriales eficaces que responden a las necesidades específicas del sector. Estas soluciones empresariales adaptables, implementadas mediante una red de socios de canal (los partners) que proporcionan servicios especializados, funcionan con el software de Microsoft con el fin de optimizar los procesos de toda una empresa.

Microsoft y sus partners cuentan con una amplia experiencia de implantación en organizaciones de todos los tipos y tamaños. Juntos ofrecen soluciones que están adaptadas a todos los sectores que se indican a continuación. (Microsoft Dynamics 2010)

- Administraciones públicas
- Construcción
- Distribución
- Bebidas y alimentación
- Bienes de consumo empaquetados
- Distribución industrial
- Educación
- Fabricación
- Alta tecnología y productos electrónicos
- Automoción
- Bebidas y alimentación
- Bienes de consumo empaquetados
- Equipamiento industrial
- Fabricación de metales
- Productos químicos
- Minoristas
- Organizaciones sin ánimo de lucro
- Servicios profesionales

1.3. Infor

Infor ofrece adaptaciones de su ERP para ajustarse a las necesidades de diferentes sectores industriales, constituyendo así sus soluciones sectoriales (Infor Industrias 2010). Los sectores para los cuales tiene soluciones sectoriales son los siguientes:

- Aeroespacial
- Alimentación
- Automoción
- Bienes de consumo
- Ciencias de la vida
- Comunicaciones
- Construcción naval
- Distribución
- Electrónica y alta tecnología
- Fabricación de metales
- Fabricación de plástico
- Gestión de instalaciones
- Hospitality
- Industria química
- Maquinaria y equipos industriales
- Retail
- Ropa y calzado
- Sanidad
- Sector Público
- Seguros
- Servicios financieros

1.4. CCS Agresso

CCS Agresso dispone de aplicaciones de gestión de empresas Ekon dirigidos, adaptados y personalizados para múltiples sectores de actividad. Entre ellos destacan (CCS Agresso s.d.):

- Confección y moda
- Gestión sanitaria y socio-asistencial
- Venta al detalle (cadenas minoristas y de restauración)
- Ceramista
- Construcción
- Promoción inmobiliaria
- Fabricación de ladrillo y teja
- Industria cárnica
- Distribución (general)
- Distribución de bebidas
- Fabricación de maquinaria

2. Soluciones Verticales de los FSw ERP

En cuanto a los FSw ERP existentes en el mercado, de los analizados, ERP 5, OpenBravo, Ofbiz, Value Enterprise, GNU Enterprise, SQL Ledger, WebERP, Open ERP, Opentaps ERP y AbanQ (antes facturalux) no ofrecen soluciones verticales, o sectoriales, tal y como se puede ver en sus respectivas páginas web (ERP5 2010; Openbravo 2010; OFBIZ ERP 2010; Value ERP 2010; GNU Enterprise ERP 2010; SQL-Ledger ERP 2010; webERP 2010; Open ERP 2010; Opentaps 2010; AbanQ 2010)

Únicamente Compiere ofrece soluciones especializadas de su ERP para alguna industria particular, como son (Compiere 2010):

- Distribution
- Retail
- Manufacturing
- Publishing
- Health Care & Pharmaceutical
- Government, NGO & Charity

Capítulo 7: Solución sectorial para empresas cerámicas: Diseño de una aplicación vertical de ERP para empresas de fabricación de baldosas cerámicas

Como se ha visto anteriormente, los principales fabricantes de ERP han desarrollado soluciones sectoriales, o verticales especializadas para algunos sectores concretos.

Sin embargo, se puede observar que el sector cerámico no es uno de los sectores elegidos por estos fabricantes de ERP, a pesar de que el sector cerámico español es uno de los más importantes del mundo, y tiene unos requerimientos muy particulares en cuanto a los sistemas de información. Por ello, en este trabajo se presenta una definición de requerimientos de los sistemas de información específicos para el sector cerámico.

Para hacer dicha propuesta, primero se estudian y describen las características del sector cerámico español, sus productos y su proceso productivo. Posteriormente, en base a ello, se presenta la problemática concreta que diferencia a este sector de otros, en cuanto a las necesidades a cubrir por los sistemas de información. Finalmente, se definen los requerimientos que el sector cerámico tiene en cuanto a los sistemas de información en el área de ventas. Este área es la que presenta mayores diferencias sustanciales respecto a otros sectores, como se verá más adelante, y por ello, el diseño de la solución vertical para el sector cerámico se centrará inicialmente en ella.

1. El sector cerámico en España

La producción mundial de cerámica se concentra en pocos países. Los cuatro primeros productores mundiales son China (área de Foshan, donde se produce el 40-50% del total), España, Italia y Brasil.

Por tanto, el sector azulejero europeo es uno de los más importantes a nivel internacional, y dentro de él, España e Italia son los principales países productores. En España, el 83% de las empresas azulejeras están ubicadas en la Comunidad Valenciana, y de esas empresas que están dentro de de la Comunidad Valenciana, el 93% están situadas en la provincia de Castellón. (Vallada et al. 2005)

El clúster de Castellón emplea directamente cerca de 22.300 personas y de manera indirecta más de 7.000, cuenta con más de 300 empresas dedicadas a actividades principales y auxiliares relacionadas con la producción de baldosas cerámicas (fabricantes de azulejos, proveedores de esmaltes, productos químicos, laboratorios, diseñadores, proveedores de arcilla, los fabricantes de bienes de equipo, agencias de transporte, distribuidores, etc.). Además, el clúster de Castellón disfruta de una posición prominente en el sector de esmaltes como lo demuestran las 27 empresas que emplean 3.754 trabajadores. (Albors et al. 2009)

Sin embargo, la evolución que se está produciendo de unos años a esta parte, es hacia la pérdida de cuota de mercado por parte de países como Italia o España, frente a enormes incrementos porcentuales por parte de países como Vietnam o Irán que, basándose en ventajas de tipo comparativo como los inferiores costes de mano de obra y materias primas, se están consolidando de una manera rápida aprovechando las ventajas que la economía globalizada les aporta (información accesible y flujo de capital más abierto) (Albors et al. 2009). También en (Albors et al. 2006) se cita la amenaza que los países de la Europa del Este suponen para el sector azulejero español e italiano, ya que tienen acceso a la tecnología necesaria para fabricar azulejos, con el condicionante de que la mano de obra en esos países, es mucho más barata.

Cabe destacar el importante esfuerzo exportador de las empresas productoras españolas, Sin embargo, las ventas internacionales del sector azulejero español entre enero y diciembre de 2008, realizadas a 179 países, fueron de 2.210,9 millones de Euros, lo que supone un descenso del 3,7% respecto al año 2007. La exportación se sostiene principalmente por la positiva evolución de las ventas en el mercado del Este de Europa y por la búsqueda constante de nuevos mercados por parte del sector. Las ventas internacionales a Rusia, como país más representativo, han aumentado en 2008 cerca de un 35%. Destaca en positivo la evolución de los países de las zonas de Oriente Próximo y África. Por el contrario, las ventas en EEUU y en América mantienen su acusado descenso, fruto de su situación económica e inmobiliaria local, el tipo de cambio del euro y la competencia de los

países productores de la zona. En algunos países de la UE se aprecia una contracción significativa en sus importaciones, aunque en conjunto el descenso es moderado (ASCER 2009b)

El sector cerámico español en 2008	
Producción	Exportaciones
· 494,7 millones de m ²	· A 179 países
· Cuota de la UE-27 del 38%	· 2.211 millones de euros
Empleo	Ventas totales
· 22.300 empleos directos y más de 7.000 indirectos	· Estimado: 3.671 millones de euros

Figura 10. Datos generales del sector cerámico español. **Fuente** (ASCER 2009a)

Producción y ventas del sector						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Producción	583,4	595,5	609,2	608,4	584,7	494,7
Ventas mercado nacional	1.379	1.500	1.609	1.799	1.871	1.460
Exportaciones	1.939	1.977	2.041	2.183	2.295	2.211
Ventas totales	3.318	3.477	3.650	3.982	4.166	3.671

Ventas en millones de EUR y producción en millones de m²

Figura 11. Producción y ventas del sector cerámico español. **Fuente** (ASCER 2009a)

A esto debe añadirse que el clúster cerámico español muestra un enfoque hacia el cliente débil y ciertas deficiencias en la gestión de las fases finales de la cadena de valor (Distribución, Servicios Post-venta, Colocación, etc.). Esta situación aparece como contingente con el enfoque de gestión de producción de las empresas, así como con la utilización de sistemas de tecnologías de información en este aspecto (Albors et al. 2006).

Por ello, el clúster cerámico español debería pasar de una estrategia de reducción de costes, a una estrategia centrada en la creación de valor agregado, con diferenciación, diseño, servicios de distribución y orientación al cliente, como factores importantes y decisivos.

Ante esta situación el reto que se les plantea a los países que tradicionalmente han liderado el mercado, como España o Italia es seguir una clara estrategia de diferenciación basada en el diseño, la calidad y el uso eficiente de las TICs, así como el aumento de la cooperación con los sectores auxiliares. Por otra parte, cuestiones como la proactividad medioambiental, el reconocimiento de la importancia del desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente también deben ser tenidas en cuenta para contribuir a la mejora de la competitividad del sector, así como la necesaria inversión en procesos y tecnología más que en capacidad y tecnología (Albors et al. 2006; Albors et al. 2009).

2. Descripción genérica de la empresa de fabricación de baldosas cerámicas

2.1. Descripción de los Productos

Los azulejos o baldosas cerámicas son piezas planas de poco espesor fabricadas con arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otras materias primas (ASCER 2009a). Generalmente se utilizan como pavimentos para suelos y revestimientos de paredes y fachadas.

Las arcillas utilizadas en la composición del soporte pueden ser de cocción roja o bien de cocción blanca. Los azulejos, tanto de pavimento como de revestimiento de paredes, son piezas cerámicas impermeables que están constituidas normalmente por un soporte arcilloso y un recubrimiento vítreo: el esmalte cerámico.

La extensa gama de productos cerámicos existente en el mercado actual está condicionada por las variadas utilidades de este material de construcción. En función de su aplicación, existen diferentes tipologías de producto y características. En la actualidad se utilizan en pavimentos y revestimientos.

Pavimentos

- Pavimento interior de viviendas.
- Pavimento exterior (terrazas).
- Pavimentos de locales públicos (hospitales, escuelas, etc.)
- Pavimentos diversos (piscinas, suelos industriales...)

Revestimientos

- Revestimiento interior de viviendas (cocinas, baños, etc.).
- Revestimiento exterior (terrazas)
- Revestimientos diversos

Los pavimentos y revestimientos cerámicos se obtienen preparando una composición de materias primas depuradas formada por silicatos de aluminio, siendo las composiciones diferentes para el caso de los pavimentos y revestimientos cerámicos en pasta roja o en pasta blanca.

En todo caso, en cualquier grupo de productos continuamente se van eliminando modelos que no tienen suficiente demanda e incorporando otros nuevos, por lo que el número de modelos fabricados sufre continuas modificaciones, tendiendo a aumentar el número de un año a otro.

Un producto es una pieza cerámica caracterizada por un modelo, un formato, un calibre, un color y tono. El modelo está relacionado con los aspectos estéticos y con el diseño (textura, dibujos, etc.) y se identifica con un nombre propio y de la serie al que pertenece (por ejemplo modelo Países de la serie España). El formato identifica sus dimensiones en el plano (ancho y largo en centímetros). El calibre determina el grosor de la pieza (en milímetros). El color está relacionado el valor numérico grueso que se asociará a la pieza en el pantone de colores, y se identifica con un nombre (rojo, negro, etc.). El tono determina el valor numérico fino que se asociará a la pieza en el pantone de colores.

Se puede decir que el producto está formado por características esenciales y auxiliares. Las primeras son aquellas por las cuales son conocidos por los clientes y solicitados por los mismos, es decir modelo, formato y color. Mientras que las segundas, tono y calibre, se determinan definitivamente en el proceso de fabricación y diferencian a los productos, incluso de un mismo lote, en subconjuntos diferenciados por no poder ser utilizados en un mismo cliente final.

2.2. Descripción genérica del proceso de fabricación de las baldosas cerámicas

El proceso de fabricación de baldosas cerámicas se desarrolla en una serie de etapas sucesivas, que pueden resumirse del modo siguiente (ASCER 2009a):

- Preparación de las materias primas.
- Conformación y secado en crudo de la pieza
- Cocción o cocciones, con o sin esmaltado
- Tratamientos adicionales
- Clasificación y embalaje

Dependiendo de que el producto a fabricar sea esmaltado o no, de que éste se fabrique por un procedimiento de monococción, bicocción o tercer fuego, en un determinado proceso se realizará o no el esmaltado, o se modificará la secuencia de las etapas de esmaltado y de cocción en la forma adecuada. (Figura 12.)

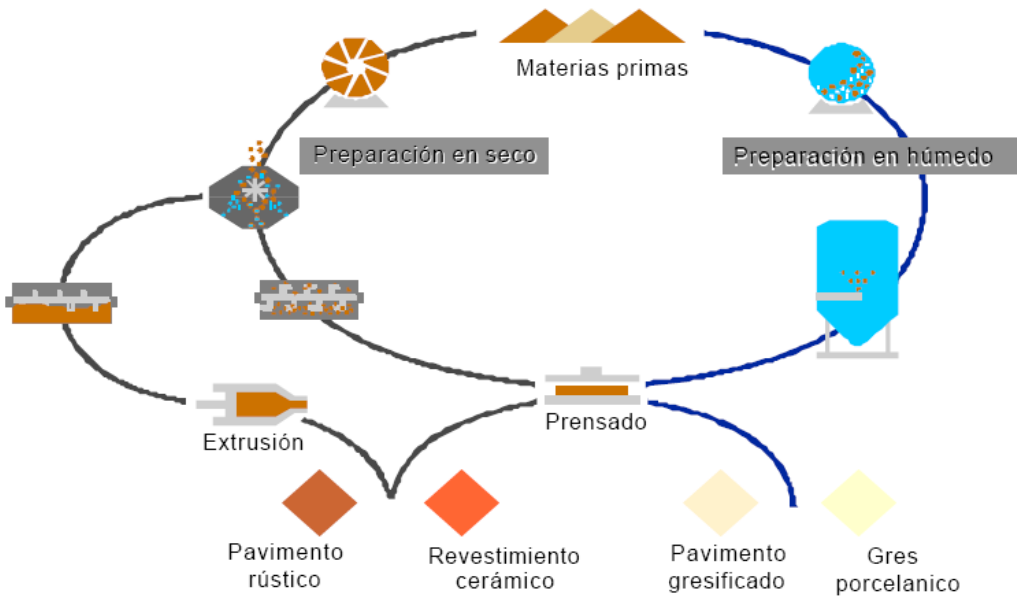


Figura 12. Diagrama de los procesos de fabricación considerados. (ASCER 2009a).

A continuación se describen los diferentes procesos de fabricación de los productos cerámicos.

2.2.1. Preparación de las materias primas.

El proceso cerámico comienza con la selección de las materias primas que deben formar parte de la composición de la pasta, que son fundamentalmente arcillas, feldespatos, arenas, carbonatos y caolines.

En la industria cerámica tradicional las materias primas se suelen utilizar, por lo general, tal y como se extraen de la mina o cantera, o después de someterlas a un mínimo tratamiento. Su procedencia natural exige, en la mayoría de los casos, una homogeneización previa que asegure la continuidad de sus características.

Molturación por vía seca o por vía húmeda.

Una vez realizada la primera mezcla de los distintos componentes de la pasta cerámica, ésta se somete por lo general a un proceso de molturación, que puede ser vía seca (molinos de martillos o pendulares) o vía húmeda (molinos de bolas continuos o discontinuos).

El material resultante de la molienda presenta unas características distintas si aquella se efectúa por vía seca o por vía húmeda. En el primer caso se produce una fragmentación, manteniéndose tanto los agregados como los aglomerados de partículas, siendo el tamaño de partículas resultante (existen partículas mayores de 300 micras) superior al obtenido por vía húmeda (todas las partículas son menores de 200 micras). Al elegir el tipo de molienda a emplear, un factor decisivo lo constituye el coste de la inversión a realizar en cada caso.

Molienda por vía húmeda y secado de la composición por atomización

El procedimiento que se ha impuesto totalmente en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos por monococción, como consecuencia de las importantes mejoras técnicas que supone, es el de vía húmeda y posterior secado de la suspensión resultante por atomización. (Figura 13.)



Figura 13. Proceso de fabricación de baldosas cerámicas. Fuente (ASCER 2009a).

En el procedimiento de vía húmeda, las materias primas pueden introducirse total o parcialmente en el molino de bolas, que es lo habitual, o desleírse directamente.

A la suspensión resultante (barbotina) se le elimina una parte del agua que contiene hasta alcanzar el contenido en humedad necesario para cada proceso. El método más utilizado en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos es el secado por atomización.

El proceso de atomización es un proceso de secado, por el cual una suspensión pulverizada en finas gotas, entra en contacto con aire caliente para producir un producto sólido de bajo contenido en agua.

El contenido en humedad presente en la suspensión (barbotina), suele oscilar entorno a 0,30-0,45 kg. de agua / kg. de sólido seco, este contenido en agua tras el proceso de atomización se reduce a 0,05-0,07 kg. de agua / kg. de sólido seco.

El proceso de secado por atomización se desarrolla según el esquema de la Figura 14:

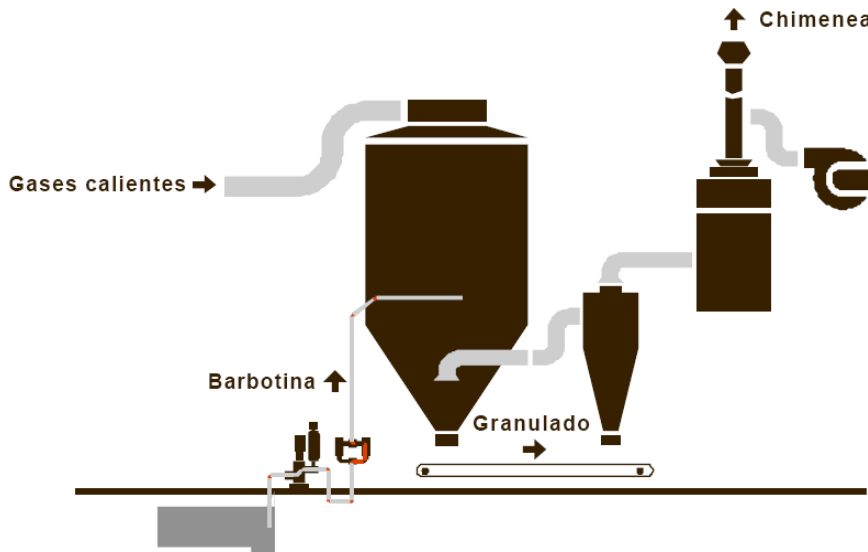


Figura 14. Esquema del proceso de secado por atomización. Fuente (ASCER 2009a).

Los atomizadores operan siguiendo la siguiente secuencia: la barbotina procedente de las balsas de almacenamiento de las plantas de molienda, con un contenido en sólidos entre el 60 y el 70 % y con una viscosidad adecuada (alrededor de 1000cp.), es bombeada por medio de bombas de pistón al sistema de pulverización de la barbotina.

La barbotina finamente nebulizada y dividida, se seca poniéndola en contacto con una corriente de gases calientes. Estos gases provienen de un quemador convencional aire-gas natural o son los gases de escape de una turbina de cogeneración.

El granulado, con una humedad entre el 5,5 y el 7%, es descargado en una cinta transportadora y llevado a los silos para su posterior prensado.

La corriente de gases utilizada para secar la barbotina y obtener el polvo atomizado es eliminada por la parte superior del atomizador conteniendo un elevado grado de humedad y partículas de polvo muy finas en suspensión.

La implantación del proceso de secado por atomización para la obtención de la materia prima del soporte (polvo atomizado), conlleva unas importantes ventajas que favorecen el desarrollo de las posteriores etapas del proceso de fabricación. Una de las ventajas más importantes es la obtención de gránulos más o menos esféricos, huecos en su interior y muy uniformes, lo que confiere al polvo atomizado una elevada fluidez, facilitando las operaciones de llenado de los moldes de las prensas y prensado de piezas de gran formato.

Otras ventajas a destacar son la consecución de dos operaciones, secado y granulación, a la vez y con el mismo equipo. Por otra parte el control de las variables del proceso presentan una gran simplicidad aunque, debe tenerse en cuenta, la elevada rigidez en las condiciones límites de operación, que vienen impuestas por las características geométricas y constructivas de la instalación. Además cabe destacar el carácter continuo del proceso, por lo que puede ser automatizado.

En cuanto al coste energético de este proceso de secado es muy elevado pero se consigue aumentar la rentabilidad del mismo, por el aprovechamiento del calor de los gases y generación de electricidad mediante la implantación de turbinas de cogeneración.

2.2.2. Amasado.

El proceso de amasado consiste en el mezclado íntimo con agua de las materias primas de la composición de la pasta, con esto se consigue una masa plástica fácilmente moldeable por extrusión.

2.2.3. Conformación de las piezas.

Prensado en seco.

El procedimiento predominante de conformación de las piezas es el prensado en seco (5-7% de humedad), mediante el uso de prensas hidráulicas. Este procedimiento de formación de pieza opera por acción de una compresión mecánica de la pasta en el molde y representa uno de los procedimientos más económicos de la fabricación de productos cerámicos de geometría regular.

El sistema de prensado se basa en prensas oleodinámicas que realizan el movimiento del pistón contra la matriz por medio de la compresión de aceite y

presentan una serie de características como son: elevada fuerza de compactación, alta productividad, facilidad de regulación y constancia en el tiempo del ciclo de prensado establecido.

Las prensas se han desarrollado mucho en los últimos años y son equipos con automatismos muy sofisticados fácilmente regulables y muy versátiles.

Extrusión.

Básicamente el procedimiento de conformación de pieza por extrusión consiste en hacer pasar una columna de pasta, en estado plástico, a través de una matriz que forma una pieza de sección constante.

Los equipos que se utilizan constan de tres partes principales: el sistema propulsor, la matriz y la cortadora. El sistema propulsor más habitual es el sistema de hélice.

2.2.4. Secado de piezas conformadas.

La pieza cerámica una vez conformada se somete a una etapa de secado, con el fin de reducir el contenido en humedad de las piezas tras su conformado hasta niveles lo suficientemente bajos (0,2-0,5 %), para que las fases de cocción y, en su caso, esmaltado se desarrollen adecuadamente. En los secaderos que normalmente se utilizan en la industria cerámica, el calor se transmite mayoritariamente por convección, desde gases calientes a la superficie de la pieza, participando ligeramente el mecanismo de radiación desde dichos gases y desde las paredes del secadero a dicha superficie.

Por lo tanto, durante el secado de piezas cerámicas, tiene lugar simultánea y consecutivamente un desplazamiento de agua a través del sólido húmedo y a través del gas. El aire que se utiliza debe ser lo suficientemente seco y caliente, pues se utiliza, no sólo para eliminar el agua procedente del sólido sino también para suministrar la energía en forma de calor, que necesita esa agua para evaporarse.

Actualmente el secado de las piezas se realiza en secaderos verticales u horizontales. Tras el conformado de las piezas éstas se introducen en el interior del secadero, en donde se ponen en contacto en contracorriente con gases calientes. Estos gases calientes son aportados por un quemador aire-gas natural o por gases calientes procedentes de la chimenea de enfriamiento del horno. El principal mecanismo de transmisión de calor entre el aire y las piezas es el de convección.

En los secaderos verticales las piezas se colocan en planos metálicos, formando entre varios planos diferentes unidades denominadas habitualmente "cestones". El conjunto de cestones se mueve por el interior del secadero verticalmente, entrando el conjunto cestón-pieza en contacto con los gases calientes. Normalmente la temperatura en este tipo de secaderos es inferior a 200°C y los ciclos de secado suelen estar entre los 35 y 50 minutos.

La concepción de los secaderos horizontales es del tipo horno monoestrato de rodillos. Las piezas se introducen en diversos planos en el interior del secadero y se mueven horizontalmente en su interior por encima de los rodillos. El aire caliente, que entra en contacto en contracorriente con las piezas, es aportado por quemadores situados en los laterales del horno. La temperatura máxima en este tipo de instalaciones suele ser mayor que en el caso de los secaderos verticales (alrededor de los 350°C) y los ciclos de secado son menores, entre 15 y 25 minutos.

En general los secaderos horizontales tienen un consumo menor que los verticales, debido a la mejor disposición de las piezas dentro del secadero y a la menor masa térmica.

La emisión resultante de la operación de secado es una corriente de gases a temperatura del orden de los 110°C y con muy baja concentración de partículas en suspensión arrastradas de la superficie de las piezas por esta corriente.

2.2.5. Cocción o cocciones, con o sin esmaltado.

En los productos no esmaltados, tras la etapa de secado se realiza la cocción. Asimismo, en el caso de productos esmaltados fabricados por bicocción, tras el secado de las piezas en crudo se realiza la primera cocción.

En el proceso fabricación tradicional de gres se puede hablar de dos tipos de procesos, denominados de monococción y bicocción. En cada tipo de producción se pueden distinguir varios tipos de formatos (tamaño). A su vez, cada formato posee diferentes modelos que serán función de la forma y de las aplicaciones que reciben (dibujo, esmaltes, etc.).

En el proceso de monococción el esmalte se aplica directamente sobre la pasta prensada y cruda, ambas se cuecen simultáneamente para dar el acabado final. En la bicocción, la pasta prensada se pasa por el horno para formar el bizcocho y, posteriormente se aplica el esmalte sobre éste y se cuece nuevamente para dar el acabado final.

Durante muchos años ha existido la controversia acerca de cuál de los dos métodos es mejor. En realidad, teniendo la formulación adecuada tanto del cuerpo como del esmalte, y observando un rígido control de todas las etapas de fabricación, es posible producir un buen azulejo con cualquiera de los dos métodos.

Tradicionalmente era más utilizado el proceso de bicocción, con ciclos de cocción de cuarenta y veinte horas para la primera y segunda cocción respectivamente (cocción del soporte y del esmalte). Actualmente es más interesante el proceso de monococción, con ciclos de sólo cuarenta o cincuenta minutos de duración.

Además, junto a la economía del proceso de monococción va unida una gran facilidad para la automatización de los diferentes procesos de fabricación, con el consiguiente resultado en la reducción de costes.

2.2.6. Esmaltado.

El esmaltado consiste en la aplicación por distintos métodos de una o varias capas de vidriado con un espesor comprendido entre 75-500 micras en total, que cubre la superficie de la pieza. Este tratamiento se realiza para conferir al producto cocido una serie de propiedades técnicas y estéticas, tales como: impermeabilidad, facilidad de limpieza, brillo, color, textura superficial y resistencia química y mecánica.

La naturaleza de la capa resultante es esencialmente vítrea, aunque incluye en muchas ocasiones elementos cristalinos en su estructura.

Esmaltes y fritas

El vidriado, al igual que la pasta cerámica, está compuesto por una serie de materias primas inorgánicas. Contiene sílice como componente fundamental (formador de vidrio), así como otros elementos que actúan como fundentes (alcalinos, alcalinoterreos, boro, cinc, etc.), como opacificantes (circonio, titanio, etc.), como colorantes (hierro, cromo, cobalto, manganeso, etc.).

Dependiendo del tipo de producto, de su temperatura de cocción, y de los efectos y propiedades a conseguir en el producto acabado, se formula una amplia variedad de esmaltes.

En otros procesos cerámicos (porcelana artística, sanitarios) se utilizan en la formulación de vidriados única y exclusivamente materias primas cristalinas, naturales o de síntesis, que aportan los óxidos necesarios. En cambio, en el proceso de pavimentos y revestimientos cerámicos se vienen usando materias primas de naturaleza vítrea (fritas), preparadas a partir de los mismos materiales cristalinos sometidos previamente a un tratamiento térmico de alta temperatura.

Fritas: Naturaleza, ventajas, composición y fabricación.

Las fritas son compuestos vítreos, insolubles en agua, que se obtienen por fusión a temperatura elevada (1500°C) y posterior enfriamiento rápido de mezclas predeterminadas de materias primas. La gran mayoría de los esmaltes que se utilizan en la fabricación industrial de pavimentos y revestimientos cerámicos tienen una parte fritada en mayor o menor proporción en su composición, pudiéndose tratar en algunos casos de una sola frita o de mezclas de diferentes tipos de fritas.

La utilización de fritas presenta los siguientes ciertas ventajas frente al empleo de materias primas sin fritar, para una composición química dada:

- Insolubilización de algunos elementos químicos
- Disminución de la toxicidad, el material vítreo obtenido, por su tamaño y estructura, tiene menor tendencia a la formación de polvo ambiental que las materias primas de las que proviene, disminuyendo de esta forma el peligro asociado a su toxicidad.

- Ampliación del intervalo de temperaturas de trabajo del esmalte, debido a que no poseen puntos definidos de fusión.
- El proceso de fabricación de fritas, comúnmente llamado fritado, tiene como objetivo la obtención de un material vítreo insoluble en agua, mediante fusión y posterior enfriamiento de mezclas diferentes materiales.

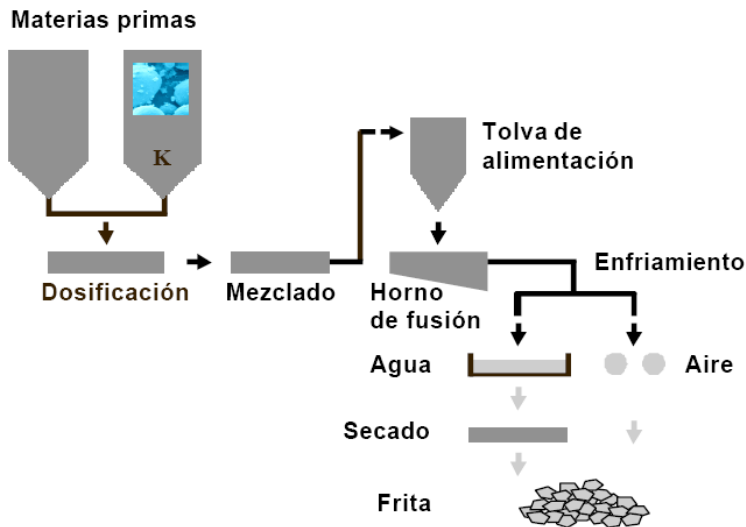


Figura 15. Proceso de fritado. Fuente (ASCER 2009a).

El proceso comienza con una dosificación de las materias primas, previamente seleccionadas y controladas, en la proporción establecida. Mediante transporte neumático se trasladan las diferentes materias primas a una mezcladora (Figura 15).

Existen gran variedad de fritas cerámicas, que difieren en su composición química y en las características físicas relacionadas con ésta. Como se ha explicado previamente, los componentes que por sí son solubles o tóxicos se aportan siempre en forma fritada para reducir considerablemente su solubilidad; así sucede con el plomo, el boro, los alcalinos y algunos otros elementos minoritarios. El resto de componentes pueden ser utilizados en forma fritada o como materia prima cristalina, dependiendo del efecto que se busca.

Las fritas pueden clasificarse atendiendo a muy diversos criterios: en función de su composición química (plúmbicas, borácicas, etc.), de sus características físicas (opacas, transparentes, etc.), de su intervalo de fusión (fundentes, duras), etc. En la actualidad se han desarrollado una serie de fritas, destinadas a determinados procesos de producción, que engloban varias de las características buscadas, y que hacen todavía más difícil la clasificación de las fritas cerámicas.

La mezcla de materias primas pasa a una tolva de alimentación, desde la que entra a l horno, donde tiene lugar el fritado propiamente dicho. La alimentación del horno se lleva a cabo mediante un tornillo sin fin, cuya velocidad controla el flujo másico de material alimentado al horno. El tiempo de permanencia del material en el interior del horno viene definido por la velocidad de fusión de las materias primas y por la fluidez del material fundido.

El horno está dotado de quemadores alimentados con gas natural, utilizándose como comburente aire u oxígeno. Estos sistemas permiten alcanzar temperaturas comprendidas entre 1400-1600°C, necesarias para llevar a cabo este tipo de procesos.

Los gases de combustión antes de ser expulsados al exterior a través de la chimenea se les hace pasar por un intercambiador de calor, con el fin de recuperar energía para precalentar el aire de combustión.

El proceso de fritado puede desarrollarse en continuo, empleándose hornos continuos con enfriamiento del fundido con agua o con aire y en discontinuo, con hornos rotatorios y enfriamiento por agua.

Los hornos continuos tienen su base está inclinada con el fin de facilitar el descenso de la masa fundida. En la salida se sitúa un rebosadero y un quemador que actúa directamente sobre el líquido viscoso en que se ha convertido la frita a la salida, evitando su brusco enfriamiento al contacto con el aire y facilitando el vaciado en continuo del horno.

El enfriamiento puede realizarse:

- *Con agua.* El material fundido cae directamente sobre agua, lo cual provoca su inmediato enfriamiento. Al mismo tiempo, y debido al choque térmico, se produce la rotura del vidrio en pequeños fragmentos de forma irregular. Estos se suelen extraer del agua mediante un tornillo sin fin, posteriormente transportándolos a un secadero para eliminarles la humedad del tratamiento anterior.

- *Con aire.* En este caso la masa fundida se hace pasar a través de dos cilindros, enfriados en su interior por aire, obteniendo un sólido laminado muy frágil, que se rompe con facilidad en pequeñas escamas.

El proceso intermitente se lleva a cabo en el caso que se desee fabricar fritas de menor demanda. En este caso el proceso de fusión se realiza en un horno rotatorio y normalmente el enfriamiento de la frita se realiza por agua, siendo éstas las únicas diferencias con respecto al proceso continuo. El horno rotatorio consiste en un cilindro de acero revestido interiormente con refractario y dotado de un sistema de “movimentación” que permite la homogeneización de la masa fundida. En un extremo del horno se sitúa un quemador que dirige la llama hacia el interior del horno.

Tanto en el proceso continuo como en el intermitente, los humos procedentes de la fusión, contienen compuestos gaseosos procedentes de la combustión, gases

procedentes de las volatilizaciones de las materias primas alimentadas y partículas arrastradas por los gases de combustión en su salida del horno. Es importante destacar que la composición de estas partículas es parecida a la de la frita que se está produciendo en cada momento.

Esmaltes: Preparación y aplicación. Decoración.

El proceso de preparación de los esmaltes consiste normalmente en someter a la frita y aditivos a una fase de molienda, en molino de bolas de alúmina, hasta obtener un rechazo prefijado. A continuación se ajustan las condiciones de la suspensión acuosa cuyas características dependen del método de aplicación que se vaya a utilizar.

El esmaltado de las piezas cerámicas se realiza en continuo y los métodos de aplicación más usuales en la fabricación de estos productos cerámicos son: En cortina, por pulverización, en seco o las decoraciones. La serigrafía es la técnica mayoritariamente utilizada para la decoración de baldosas cerámicas, debido a su facilidad de aplicación en las líneas de esmaltado. Esta técnica se utiliza tanto en monococción como en bicocción y tercer fuego, y consiste en la consecución de un determinado diseño que se reproduce por aplicación de una o varias pantallas superpuestas (telas tensadas de una luz de malla determinada). Estas pantallas presentan la totalidad de su superficie cerrada por un producto endurecedor, dejando libre de paso únicamente el dibujo que se va a reproducir. Al pasar sobre la pantalla un elemento que ejerce presión (rasqueta), se obliga a la pasta serigráfica a atravesarla, quedando la impresión sobre la pieza.

2.2.7. Cocción de las piezas.

La cocción de los productos cerámicos es una de las etapas más importantes del proceso de fabricación, ya que de ella dependen gran parte de las características del producto cerámico: resistencia mecánica, estabilidad dimensional, resistencia a los agentes químicos, facilidad de limpieza, resistencia al fuego, etc.

Las variables fundamentales a considerar en la etapa de cocción son, el ciclo térmico (temperatura-tiempo, Figura 16), y la atmósfera del horno, que deben adaptarse a cada composición y tecnología de fabricación, dependiendo del producto cerámico que se desee obtener.

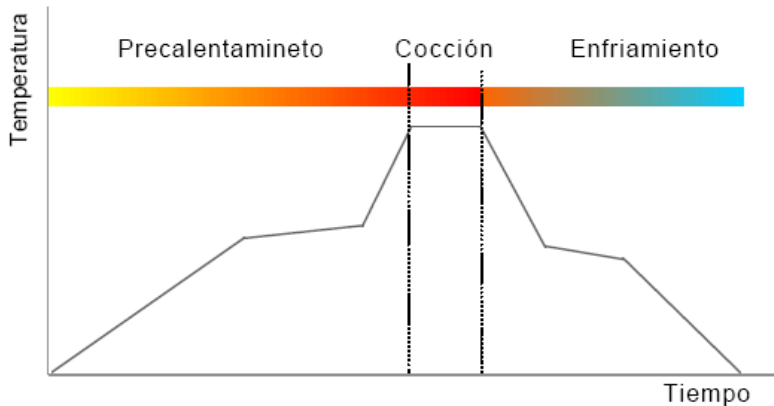


Figura 16. Ciclo de Cocción. Fuente (ASCER 2009a).

La operación de cocción consiste en someter a las piezas a un ciclo térmico, durante el cual tienen lugar una serie de reacciones en la pieza que provocan cambios en su microestructura y les confieren las propiedades finales deseadas.

Cocción única, monococción y bicocción.

Los materiales cerámicos pueden someterse a una, dos o más cocciones. Las baldosas no esmaltadas reciben una única cocción; en el caso de baldosas esmaltadas, pueden someterse a una cocción tras la aplicación del esmalte sobre las piezas crudas (proceso de monococción), o someterse a una primera cocción para obtener el soporte, al que se aplica el esmalte para someterlo luego a una segunda cocción (proceso de bicocción).

En algunos materiales decorados se aplica una tercera cocción a menor temperatura.

En ocasiones puede haber un secado adicional tras la etapa de esmaltado. Esta se lleva a cabo inmediatamente antes de introducir el material en el horno, con el fin de reducir el contenido en humedad de las piezas hasta niveles suficientemente bajos para que la etapa de cocción se desarrolle adecuadamente.

Cocción rápida.

La cocción rápida de las baldosas cerámicas, actualmente predominante, se realiza actualmente en hornos monoestrato de rodillos, que han permitido reducir extraordinariamente la duración de los ciclos de cocción hasta tiempos inferiores a los 40 minutos, debido a la mejora de los coeficientes de transmisión de calor de las piezas, y a la uniformidad y flexibilidad de los mismos.

En los hornos monoestrato, las piezas se mueven por encima de los rodillos y el calor necesario para su cocción es aportado por quemadores gas natural-aire, situados en las paredes del horno. Los mecanismos principales de transmisión de calor presentes durante este proceso son la convección y la radiación. (Figura 17).

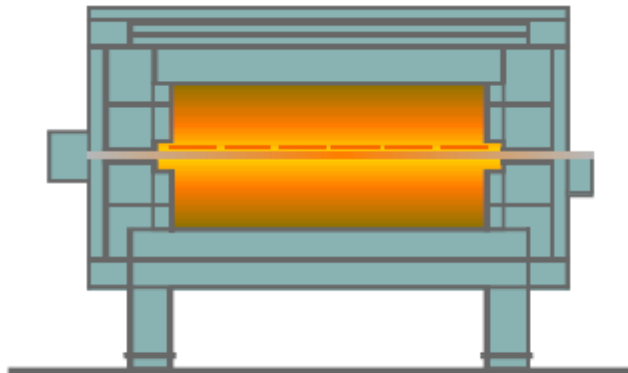


Figura 17. Esquema de Horno Monoestrato. Fuente (ASCER 2009a).

Al tratarse de hornos no muflados el contacto de los gases con el producto es directo, lo cual mejora los coeficientes de transporte de calor, disminuyendo la duración del ciclo de cocción, reduciendo el consumo energético y aumentando la flexibilidad de éstos hornos respecto a los anteriormente empleados para este proceso.

Los gases calientes resultantes de la operación de cocción se emiten a la atmósfera por dos focos emisores. Por una parte los humos procedentes de la zona de precalentamiento y cocción, se emiten al exterior por una chimenea que se encuentra a la entrada del horno y los humos de la zona de enfriamiento se emiten por una chimenea que se encuentra a la salida del horno.

Los humos procedentes del proceso de precalentamiento y cocción se componen principalmente de sustancias procedentes de la combustión y compuestos gaseosos de carácter contaminante procedentes de la descomposición de las materias primas y partículas de polvo en suspensión. En cuanto a los humos de la etapa de enfriamiento se trata de aire caliente, pudiendo contener partículas de polvo.

2.2.8. Tratamientos adicionales.

En algunos casos, en particular en baldosas de gres porcelánico, se realiza una operación de pulido superficial de las piezas cocidas con lo que se obtienen baldosas homogéneas brillantes no esmaltadas.

2.2.9. Clasificación y Embalado

Las piezas una vez han salido del horno pasan al almacén donde se almacenan para su posterior clasificación. En esta sección se somete a los azulejos, uno a uno, a varias pruebas para clasificarlos por calidades, calibres y tonos (resistencia mecánica, clasificación visual, planaridad, calibres y tono).

En la clasificación de las piezas se distinguen tres calidades:

- Primera: el azulejo no presenta ningún defecto visible.
- Segunda: el azulejo incluye despuntados, grietas, hoyos, picaditas de tamaño pequeño y en poca cantidad, etc.
- Tercera: el azulejo contiene los mismos defectos que los de segunda pero en mayor cantidad y tamaño, además de defectos de serigrafía y otras aplicaciones.

Los azulejos con defectos más graves como despuntados o desconchados se clasifican como tiesto, las piezas así clasificadas son desviadas y caen a un depósito. Posteriormente serán molidas para su reincorporación a las nuevas arcillas de las eras.

Al mismo tiempo que se realiza la clasificación por calidades los azulejos se clasifican por tonos y calibres dentro del mismo producto que ya venía definido por un formato, un diseño y un color. Dicho de otra forma el tono y el calibre son características variables del producto, que si bien se mantienen dentro de un rango, no se conocen con precisión hasta el final del proceso.

La tecnología actual permite que el proceso de clasificación este altamente automatizado. Este proceso consiste en el paso, mediante una cinta transportadora, por un sistema formado por elementos de visión artificial y otros sensores que informan a un sistema informático que asigna al azulejo a un grupo. El azulejo continúa por la línea hasta que llega a la posición asignada a los azulejos de su grupo donde es desviado a un nivel inferior donde permanecerá hasta completar un número preestablecido dependiente del formato. Cuando ese número se alcanza se traslada mediante otra cinta transportadora a la entrada de la máquina empaquetadora que identifica en su envoltorio no sólo el modelo, formato y color sino su tono y calibre.

Finalmente las cajas son transportadas por una cinta hasta la siguiente sección de paletizado.

2.2.10. Paletizado

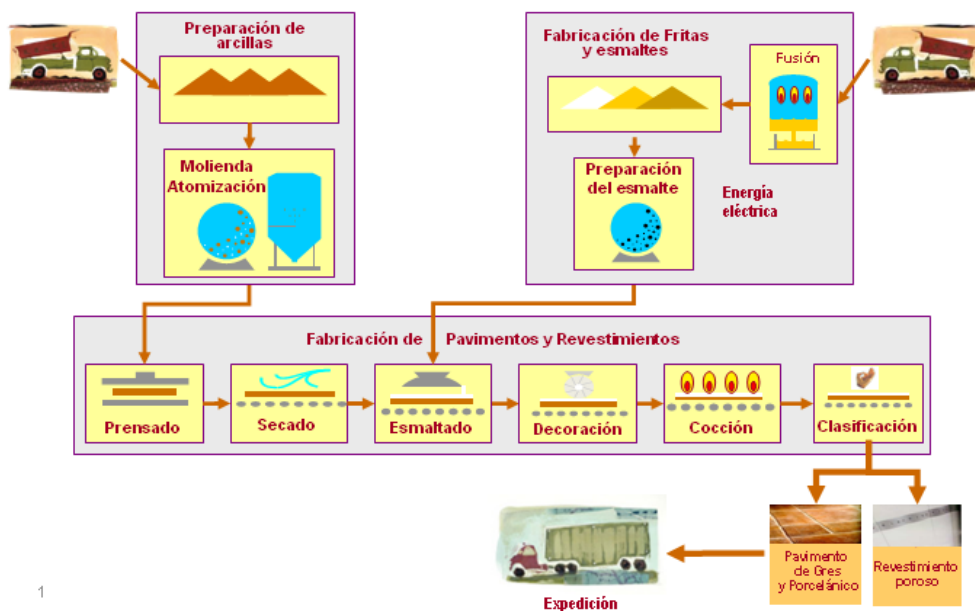
De la sección de la clasificación sale el producto embalado en cajas codificadas según calibre, calidad y tono. La paletizadora se encarga de llenar los palets de forma automática teniendo en cuenta estos datos. Una vez está el palet ya conformado se enfunda manualmente con un plástico biodegradable mediante la aplicación de calor. Los palets se llevan a otra nave donde se ubica el almacén mediante la utilización de vehículos mecánicos.

La situación de los palets en el almacén atiende a un programa de control de almacenes diseñado para un óptimo aprovechamiento del mismo, así como para una eficaz gestión y control de cada palet.

2.2.11. Transporte

Entre líneas de esmaltado y hornos, y hornos y líneas de clasificación las unidades se depositan mediante sendos manipuladores en unas estructuras compuestas por diferentes repisas denominadas vagonetas. Para el transporte de estas vagonetas se utilizan vehículos filoguiados motorizados eléctricamente (AGV), que se desplazan sin necesidad de raíles mediante la acción de un sistema de radio control. El recorrido de los vehículos viene prefijado por un trazado de cables bajo el suelo que se encarga de dirigir la trayectoria. Todo el mecanismo está gestionado por un autómatas, que manda la información a los vehículos mediante ondas de radio. Este sistema proporciona una gran flexibilidad a la hora de programar la entrada de los trabajos a la siguiente sección.

En la figura 18 se puede apreciar de forma resumida el proceso completo de fabricación de baldosas cerámicas.



1
Figura 18. Visión general del proceso de fabricación de baldosas cerámicas. Fuente (ASCER 2009a).

3. Necesidad de un ERP vertical para las empresas de fabricación de baldosas cerámicas. La problemática del tono, calibre y calidad en el sector cerámico

La producción de azulejos puede verse afectada por factores externos, tales como la humedad, la temperatura, el origen de las arcillas y pigmentos. Las variaciones en estos factores incontrolados provocan pequeñas diferencias en el color y la textura de los azulejos (Baldrich et al. 1999). Por este motivo, *“aparte de posibles defectos, el proceso de producción, y sobre todo los ciclos de producción cortos, generan falta de uniformidad en los colores (diversidad de tonos) y en los tamaños (diversidad de calibres)”* (Vallada et al. 2003). Sin embargo, a pesar de que en un mismo producto existan diferencias de tonos y calibres, es importante que al aplicar los azulejos (en un revestimiento o pavimento), en cada juego de azulejos, cada azulejo sea de aspecto similar (mismo tono y calibre y calidad) (Kukkonen et al. 2001).

Por ello, la gestión adecuada de los distintos tonos y calibres existentes en un mismo producto, será decisiva para la satisfacción del cliente. Lo importante en este sentido será servir pedidos con productos de un único tono y calibre, evitando que a un cliente le lleguen productos con distintos tonos y calibres y, así, los consiguientes problemas estéticos y funcionales en su aplicación: azulejos de un mismo color, pero con distintos tonos, que empeoran el acabado del conjunto de la pared o suelo, o diferentes calibres, que provocan desniveles o “escalones” en un mismo suelo o pared.

A continuación, en la imagen de la figura 19 se puede observar como el uso de un mismo producto cerámico, es decir baldosas cerámicas del mismo formato y color, pero con un tono diferente producen un efecto visual “antiestético”.



Figura 19. Ejemplo de aplicación de azulejos de diferente tono. Fuente: Elaboración propia.

Esta circunstancia fuerza la necesidad de clasificar toda la producción en función de los valores de estas variables. Por ello es necesaria la fase de clasificación que se explica en la descripción del proceso de fabricación, y que se recoge también en diferentes trabajos (Vallada et al. 2005; Vallada et al. 2003; Ruiz & Maroto 2006; Tortajada et al. 2006; Heredia & Gras 2009).

En esta fase del proceso de producción, la clasificación, todos los azulejos, uno por uno, son inspeccionados, de forma que los productos se clasifican y agrupan en función de su calidad, tono y calibre, para su posterior embalado y paletizado.

A partir de ese momento, los productos deben quedar perfectamente identificados, y dispuestos en el almacén con su calidad, tono y calibre perfectamente definidos, de manera que puedan gestionarse dichos productos en base a estos valores. Por ello, es muy importante una clasificación correcta y adecuada de la fabricación.

Actualmente, esta fase del proceso productivo se realiza de forma manual, por operarios, pese a que se investiga en la forma de automatizarla, con el objetivo de conseguir su optimización y eliminar posibles errores de clasificación.

De hecho, desde hace más de una década, diversos trabajos como (Boukouvalas et al. 1995; Baldrich et al. 1999; Kukkonen et al. 2001) ya proponen una base para la automatización de la clasificación mediante diferentes herramientas, como la visión artificial y sistemas de inspección visual, que se puede usar en el sector cerámico, así como en otros sectores que presenten problemas similares, como pueden ser, por ejemplo, el sector textil, (en la detección de defectos, hilos sueltos y clasificación de sombreados y colores), en la industria agroalimentaria (para análisis visual de los

cultivos, tales como manzanas / naranjas / peras / etc), la industria de la madera (en la clasificación de la textura y el color), etc. Incluso se puede decir que la tecnología existente permite que la clasificación pueda realizarse de forma automática (ASCER 2009a). Sin embargo, en la actualidad, esta fase del proceso en la industria cerámica de Castellón es realizada básicamente de forma manual (Albors et al. 2006; Kukkonen et al. 2001).

En lo que se refiere al calibre, existen sistemas muy precisos que permiten un perfecto control de esta variable, pese a que no esté automatizado, ya que no deja de ser la medida de un espesor (en milímetros) que se puede obtener de forma fácil y objetiva mediante sencillos aparatos de medida. Pero no ocurre con la clasificación del producto en “tonos”, que es la variable relacionada con el color y el diseño que se le aplica a la baldosa. Los tonos son las variantes cromáticas que existen dentro de un mismo color, que pueden dar lugar a una percepción del producto diferente. Es decir, dentro de un mismo color, puede haber distintos tonos. La clasificación en base a estas variedades cromáticas dentro de cada uno de los colores, los tonos, es realizada por personal especializado para ello denominados “clasificadores”. La observación e inspección visual realizada por los “clasificadores” se basa en un criterio subjetivo, cuya base de conocimiento proviene normalmente de la propia experiencia práctica de cada clasificador, incluso cuando se adopta una tolerancia en base al promedio de un conjunto de observadores expertos.

En cuanto a los criterios por los que se debe clasificar un modelo en diferentes tonos, el número de tonos y la creación de “tonos nuevos” de un determinado diseño son decididos por los clasificadores con independencia de que esta clasificación se realice de manera automática o manual. Ello es así porque, incluso los sistemas automáticos de clasificación deben ser ajustados para cada modelo, en función del criterio del clasificador. Por ello, hasta cierto punto podemos afirmar que la clasificación por “tonos” del proceso productivo actual se basa en criterios subjetivos, sin el uso de herramientas automáticas de ajuste o de definición de rangos objetivos de tolerancias de color. Con todo ello se puede afirmar que actualmente no existen unos criterios, procedimientos o métodos de definición de los umbrales de clasificación objetivos (Tortajada et al. 2006).

De esta forma, por el momento, la clasificación es un proceso muy “manual”, que puede ser mejorado, evolucionando hacia una clasificación automatizada, o al menos en base a unos criterios definidos, ya que una clasificación constante y no subjetiva permitiría evitar devoluciones de clientes y la fragmentación innecesaria de existencias (Baldrich et al. 1999). Sin embargo, ***para ello, es fundamental e imprescindible que exista un sistema de información adecuado, que sea capaz de recoger y gestionar la información necesaria para el manejo de las diversas calidades, tonos y calibres de cada producto.***

Este sistema además, deberá ser capaz de gestionar y dar soporte a la toma de decisiones en los diferentes procesos de la empresa, como son la gestión de inventario, la gestión de pedidos, la planificación y gestión de la producción o la previsión de la demanda.

Evidentemente, el sistema de información, para la gestión de estos procesos, debe tener en cuenta la clasificación de los productos y sus valores en cuanto a calidad, tono y calibre.

Sin embargo, centrando la atención en los sistemas de información para la gestión de empresas, se puede afirmar que actualmente, dentro del sector cerámico de la Comunidad Valenciana, el tipo de software utilizado se limita en la mayoría de los casos al uso de hojas de cálculo (100%) y bases de datos (80%). Evidentemente, estos software no son capaces de gestionar los proceso de la empresa, al menos de forma eficaz.

No obstante, en las medianas y grandes empresas utilizan también software a medida o sistemas integrados de gestión (ERP), destacando en esta caso que las empresas líderes en el sector están incorporando, o han incorporado recientemente, sistemas de gestión integrados, del tipo ERP. Esta tendencia iniciada por la empresas líderes, será seguida en breve por el resto de empresas del sector (Albors & Hervás 2006). De esta forma, en los próximos años, los sistemas integrados de gestión de empresas, o ERP, se introducirán progresivamente en el sector cerámico de la Comunidad Valenciana.

Sin embargo, los sistemas de información que emplean actualmente las empresas cerámicas, ofrecen algunas ventajas, pero también algunos inconvenientes, algunos de ellos importantes y que es necesario mejorar. Como ventajas que ofrecen estos sistemas, se puede destacar el fácil uso, la flexibilidad y la integración en la empresa. Pero es muy importante destacar que entre las desventajas más frecuentes, se encuentran que no se satisfacen los requerimientos específicos del sector cerámico (Vallada et al. 2003; Ruiz & Maroto 2006), destacando que no hay herramientas que permitan resolver adecuadamente los problemas actuales de diversificación y diferenciación de productos (Vallada et al. 2005). Esto, unido a que cada vez los formatos, colores y diseños de los productos son cada vez mayores, para adaptarse a los requerimientos de los clientes, hacen que sea cada vez más complejo gestionar el producto a través de toda la cadena de suministro.

Entre los problemas que no resuelven los sistemas de información actuales en cuanto a la diversificación de productos, uno es la identificación correcta de los productos. Si el producto no está perfectamente identificado, con su calidad, tono y calibre perfectamente definidos, la gestión de pedidos será más compleja, debido a que será más complejo localizar en el almacén los productos que puedan satisfacer las necesidades de los clientes. Esta es una situación que incide directamente en el servicio al cliente, y que puede ser una fuente de errores, de devoluciones de pedidos, insatisfacción del cliente, pérdida de pedidos, de imagen de marca e incluso pérdida de clientes.

Además, cabe indicar que para las empresas españolas, uno de los aspectos más críticos es el cumplimiento de los plazos de entrega, y para ello, es imprescindible un buen sistema de información, que pueda suministrar y gestionar los datos

adecuados de los productos y la situación del inventario, incluyendo sus características particulares en cuanto a calidad, tono y calibre.

A estas circunstancias se añade que el clúster cerámico español muestra un enfoque hacia el cliente débil y ciertas deficiencias en la gestión de las fases finales de la cadena de valor (Distribución, Servicios Post-venta, Colocación, etc.) (Albors et al. 2006)- Para mejorar este aspecto, es necesario una gestión adecuada del producto, y por tanto, un sistema de información que sea capaz de dar soporte a dicha gestión.

Además, un sistema de información adecuado, podrá facilitar el intercambio de información entre diferentes eslabones de la cadena de suministro, como pueden ser los fabricantes, distribuidores o intermediarios. Este proceso de intercambio de información entre fabricantes y distribuidores, puede ser muy beneficioso para todos los eslabones de la cadena, ya que los primeros se dedican al desarrollo del producto mientras que los segundos son los que mayoritariamente tienen contacto con el usuario final y el intercambio de información entre ellos puede mejorar el la correspondencia entre las necesidades reales de los clientes finales, y las características de los productos fabricados.

4. Requerimientos funcionales en el área de ventas para el desarrollo de un ERP vertical de una empresa de fabricación de baldosas cerámicas.

En este apartado se pretende recoger qué requerimientos debe cumplir el Sistema de Información (SI) de una empresa del sector cerámico, dedicada a la fabricación y venta de azulejos, desde el punto de vista de la gestión de ventas. La idea es partir de una explicación general de los procedimientos que se llevan a cabo en las empresas del sector, para luego definir los requerimientos del sistema en base a estas necesidades a cubrir por el SI.

Introducción

Las empresas cerámicas dividen su actividad de ventas en dos áreas fundamentales: Nacional y Exportación. El cómo se realice la gestión de estas áreas (conjunta, por separado, etc.) dependerá de la propia empresa, aunque una solución habitual es el tener distintos comerciales para cada una de las áreas, que se encargarán de conseguir clientes en cada uno de esos mercados. Luego, la gestión de los pedidos, etc. que consigan los comerciales será conjunta, y se llevará a cabo por las mismas personas dentro de la empresa.

Una de las bases del sistema de ventas de una empresa cerámica es el realizar una promoción adecuada de sus productos, buscando la diferenciación de la competencia, para atraer a un mayor número de clientes. Por otra parte, a la hora de vender los productos, también es un recurso ampliamente utilizado en el sector el de los acuerdos comerciales, ofreciendo mejores condiciones de pago, descuentos, etc. a los clientes, buscando hacerse con una mayor cuota de mercado. Por tanto, la gestión de ambas actividades (promoción y acuerdos comerciales) no se debe pasar por alto, ya que también pueden ser una fuente de ventajas importante.

Estructura de la información

Situándonos en el área de ventas, nuestro sistema de información deberá conseguir una perfecta comunicación entre esta y las áreas de gestión de la producción o de almacenes, ya que se van a establecer flujos de información importantes entre ellas. Esto supone que deberá ser perfectamente factible y nada problemático el intercambio de información entre aplicaciones que pudieran ser diferentes, cosa que se le debe exigir a estas aplicaciones que se utilicen. Habrá también que definir perfectamente las características que deberá tener el maestro de clientes y de productos para que la información presente y que se pueda manejar sea perfectamente adecuada y cubra todos los posibles casos. Veremos a continuación unas indicaciones sobre el maestro de clientes y de productos, con las características que deberían tener para cubrir esas necesidades.

Maestro de Clientes

El maestro de clientes recogerá toda la información de todos los clientes de la empresa; por tanto, el sistema deberá ser capaz de recoger y mantener cualquier información que pueda resultar relevante. Por ello, se deberán considerar las siguientes indicaciones:

Se deberá poder introducir los datos habituales del cliente, como el nombre, un código asignado por el sistema, dirección de envío de la mercancía...

Sobre el tema de gestión de riesgos, sería interesante incorporar campos en la ficha del cliente que nos permitan definir para ese cliente cuál es el riesgo que nos cubre la aseguradora, y qué riesgo está la empresa dispuesta a asumir con el cliente.

Si se trata de clientes de área de exportación, habrá que incorporar los campos de agente de aduana y la moneda (divisa) utilizada. Esto podría incluirse como opción sólo para aquellos clientes que sean de exportación (lo que supondría el tener fichas de cliente parametrizables, en las que pudiéramos elegir qué campos deberá tener la ficha).

Respecto a las condiciones de pago, habrá que incluir la información sobre descuentos realizados (o realizables) al cliente, el plazo medio de pago de éste y, si las hubiera, observaciones o condiciones especiales dignas de mención.

Sería interesante poder definir grupos de clientes, por ejemplo, para el mantenimiento de modelos que sean exclusivos de estos. Podemos tener un grupo de clientes que nos piden un determinado modelo en grandes cantidades, pero es un modelo que nadie más pide. Mantendríamos el modelo en producción para servir a este grupo, y lo reflejaríamos en la información de los clientes.

Para los clientes que cambien de razón social, el sistema deberá mantener las referencias. Cuando se produzca un cambio de razón social, se debe actualizar la ficha del cliente.

Podrían incluirse en la ficha del cliente algunos datos de interés para la empresa, como su capacidad de compras, estimaciones sobre lo que va a comprar próximamente, etc. Se podría hacer a partir del seguimiento del cliente.

Otra información relevante es saber cuántas devoluciones o reclamaciones ha presentado el cliente, si han sido o no fundadas, etc. Así podemos tener una referencia sobre el carácter del cliente.

Maestro de Productos

En el sector cerámico, el producto que se vende es el azulejo. Pero los azulejos pueden ser de muy distintas medidas, diseños, colores, calidades, etc. Por ello, la información que tengamos de nuestros productos debería incluir una clasificación lo

más completa posible de todos nuestros azulejos, de acuerdo con un conjunto de características comunes.

Es una práctica común en el sector el dividir los azulejos de acuerdo a las características: familia, formato, color, calidad, tono y calibre. De todas formas, esta clasificación debería poder ser editada desde el propio sistema de información, de modo que cada empresa pudiera ser capaz de añadir o quitar características (porque utilicen algún otro tipo de sistematización para codificar los productos), o de crear “subcaracterísticas” dentro de cada una de las principales, aunque esto pueda resultar costoso y más complicado.

Partiendo del modelo que más se utiliza para definir los azulejos en el sector, tendríamos la siguiente codificación:

Familia: dentro de esta característica, definiremos qué cometido va a tener el azulejo (suelo, pared, decoración de pared, etc.). Algunas de las familias, tal y como se suelen entender en las empresas, serían: pavimento, revestimiento, rodapié o cenefas.

Formato: el formato definirá las dimensiones de longitud y anchura del azulejo. Se suele utilizar una nomenclatura del tipo “*anchura x longitud*”. Normalmente los azulejos de la familia de los pavimentos son cuadrados, mientras que los revestimientos suelen ser rectangulares, por ejemplo.

Modelo: el modelo no es más que el diseño determinado que distingue a ese azulejo de los que son de su misma familia y con el mismo formato. Aquí cada empresa utiliza sus nombres, y dependerá de la propia empresa el que haya más o menos modelos diferentes para cada familia y formato.

Color: mientras el *modelo* se refiere a un diseño determinado, el color diferenciará entre azulejos que, partiendo del mismo diseño, se han decorado con diferentes colores; es decir, podemos tener dos azulejos de la misma *familia*, con el mismo *formato* y que sean el mismo *modelo*, pero diferente *color*.

Calidad: las empresas cerámicas clasifican sus azulejos, una vez van saliendo del horno, en distintas calidades según haya quedado el diseño impreso en el azulejo, etc. Este sistema de clasificación por calidades no es estándar: cada empresa define sus propias calidades y sus clientes conocen esa clasificación.

Tono y Calibre: el tono y el calibre permiten distinguir entre azulejos que tienen exactamente la misma clasificación, pero que tienen un grosor distinto (al cocerse han cambiado de manera distinta sus dimensiones) o distinto tono del mismo color (más claro o más oscuro). Estas diferencias aparecen porque es muy difícil mantener exactamente las mismas propiedades para series de azulejos que se fabriquen, por ejemplo, con un mes de separación. Aunque sean azulejos de la misma *familia*, *formato*, *modelo* y *color*, volver a conseguir exactamente el mismo calibre y tono es complicado. Por ello, se realiza esta división, y si un cliente nos pide un determinado azulejo, cuidaremos de servirlos todos del mismo tono y calibre; si no lo hiciéramos así, podría ocurrir que al colocarlos en la pared se

notaran diferencias de tono o de altura entre unos y otros. Por otra parte, volver a conseguir un determinado tono y calibre suele ser muy complicado.

Como hemos dicho, esta codificación se debería poder modificar por la propia empresa para adecuarla a su sistema, aunque la mayoría utilizan esta manera de clasificar los azulejos. Lo que sí deberá definir cada empresa será aquellas *familias*, *modelos*, etc. que utilice exclusivamente, ya que son propios de cada una.

Por otra parte, se consideraría interesante añadir la siguiente información a la ficha del artículo:

El código del artículo, que debería estar compuesto por una serie de dígitos o letras que se correspondan con la división explicada anteriormente (familia, formato, modelo...).

La ficha de un determinado artículo, debe permitir elegir en qué unidades se va a presentar, lo que supondría tener una conversión clara entre metros cuadrados, kilos por caja, peso de un palet, etc. Cuando cambiemos las unidades, la conversión deberá ser inmediata.

Otra información que debería incluir la ficha es el precio de base del artículo y los costes asociados a este artículo, permitiendo ver en seguida qué influencia en los costes totales tiene, y qué margen de beneficios se quiere obtener como mínimo.

Otra información relevante, será la composición del artículo en lo que se refiere a materias primas necesarias (muy importante para gestionar las compras), o sus características técnicas, que puedan interesar al cliente.

Promoción

La promoción es un pilar importante a la hora de conseguir nuevos clientes para las empresas cerámicas, por ello el sistema deberá contemplar perfectamente la gestión de promociones. Se ha considerado que el sistema deberá observar los siguientes requisitos:

Habrá que gestionar los expositores y las muestras, distinguiendo entre artículos, plafones, paneles, expositores y propaganda.

Se tendrá la posibilidad de definir jerárquicamente estructuras de artículos de promoción, de modo que tengamos paneles asociados a su expositor correspondiente y las piezas asociadas a paneles.

También podremos valorar el grado de efectividad de la promoción mediante listados (ampliamente configurables), sabiendo las ventas de un artículo frente a su gasto en promoción, los artículos que se promocionan en cada zona, etc.

Existirá la posibilidad de cambiar un expositor o panel entre distintos clientes o ubicaciones de un mismo cliente.

Es importante el poder definir presupuestos para promoción por zonas, y poder realizar un seguimiento de ellos.

Procesos de gestión de ventas

Ahora explicaremos cómo el sistema contemplará todos los procesos correspondientes a la gestión de ventas, centrándonos en el alta de referencias, la gestión de pedidos, la gestión comercial y la gestión de devoluciones.

Alta de referencias

Desde el área de Diseño, se irán incorporando nuevos artículos al catálogo de la empresa, previa aprobación de la dirección. Estos nuevos artículos deberán ser codificados de la forma que se ha descrito en el maestro de artículos, asignándoles una familia, formato, modelo (puede ser un diseño nuevo, con lo que habrá que crearlo) y color. Conforme se vayan fabricando, se les asignará una calidad, tono y calibre y se actualizarán estos datos en el sistema.

Gestión de Pedidos

Recepción de pedidos

A la hora de introducir los pedidos en el sistema, este deberá solicitarnos la información necesaria para que no se produzcan ambigüedades ni problemas, y a su vez deberá ofrecernos, si la necesitamos, información sobre los artículos y clientes. Las características necesarias serán:

El formato del pedido debería ser perfectamente parametrizable, de modo que cada empresa pueda decidir qué información requerir y/o mostrar cuando se acceda a la pantalla de introducción de pedidos.

En la cabecera del pedido, deberá aparecer toda la información del cliente guardada en el maestro de clientes necesaria para completar el pedido, una vez introduzcamos el código del cliente en cuestión. Toda esta información se podrá editar si fuera necesario (por ejemplo, el cliente ha solicitado una forma de pago distinta, pero sólo para ese pedido). Esta información básica sería la dirección, el nombre del cliente, forma de pago preferida, tipo de IVA a aplicar... Además, se podrá acceder a toda la información del cliente de forma sencilla desde esta pantalla de introducción de pedidos, para comprobar datos como el plazo medio de pago, riesgos, etc.

La gestión de los riesgos se llevará a cabo desde el departamento de contabilidad, pero el sistema deberá bloquear un cliente determinado si se está superando su riesgo con este pedido; debería poderse comprobar desde esta pantalla la razón del

bloqueo y, si se trata de una persona con autorización para ello, debería poder desbloquear al cliente.

A la hora de introducir los precios, el sistema no nos dejará asignar un precio menor que el precio mínimo de ese artículo o, en su defecto, un precio que no permita obtener el margen de beneficio mínimo.

Cuando introduzcamos las líneas del pedido, deberán aparecer campos que pidan la familia, el formato, el color y el modelo para identificar el artículo. La calidad, el tono y el calibre se actualizan al salir de fábrica, por lo que se podrá consultar las existencias en almacenes de cada artículo según tonos, calibres y calidades. Así iremos introduciendo las líneas y, si los artículos están disponibles en el almacén, se podrían ir reservando para que el pedido quede listo para cargar.

Un problema importante a tener en cuenta es qué ocurrirá si dejamos el campo de *Precio* en blanco. El sistema no lo deberá interpretar como precio 0, sino como que aún no se ha aplicado la tarifa correspondiente.

Si tuviéramos un cliente al que le podemos entregar la mercancía en distintas direcciones, el sistema debería poder crear grupos de líneas de pedido y darles distinto trato (por ejemplo, distintas direcciones de entrega, aunque se trate de un pedido y para un único cliente). Esto también vendría bien en el caso de tener un pedido y varios contenedores: podríamos agrupar las líneas según el contenedor en el que vayan.

La introducción de la cantidad de artículo demandada debe ser sencilla, considerando cualquier unidad que sea utilizable, y convirtiendo automáticamente entre unidades cuando sea necesario. Las unidades habrán quedado perfectamente definidas en la ficha del artículo.

Cuando estamos gestionando las líneas de pedido, es de mucha utilidad que el sistema nos informe automáticamente del calibre y tono del último pedido de ese artículo enviado al cliente. Así, podremos asegurar que se tratará de piezas iguales (esto puede ser incluso un requerimiento del mismo cliente).

De cara a controlar los pedidos grandes y a evitar posibles riesgos, también se podría incluir una opción que pidiese confirmación cuando el pedido sobrepasase un valor determinado (su importe, se entiende).

Se incluirá una opción para introducir notas con texto, para realizar observaciones.

Otra opción importante es que el sistema pueda informar automáticamente al usuario que esté introduciendo los pedidos de la próxima fecha de fabricación de aquellos artículos que no se tengan disponibles en el almacén; así se le podrá dar una fecha de entrega aproximada al cliente, para que decida si se le envía todo a esa fecha o se realiza una carga parcial.

Se puede dar el caso de que nuestro cliente quiera que el material sea embalado con cajas de su marca (porque seamos su proveedor). Para tener en cuenta estas situaciones, a la hora de introducir el pedido se debe poder indicar de alguna forma

esto (mediante una casilla de verificación, o algo similar), para, en caso de no disponer de embalajes suficientes, pedirlos.

Mantenimiento de pedidos

Una vez los pedidos se introducen en el sistema, habrá que controlar aquellos pedidos pendientes de servir, convertir en orden de carga aquellos que ya estén disponibles, reservar el material cuando esté en stock... Todas estas tareas se podrían considerar como el *Mantenimiento de los pedidos*. Lo primero será ir reservando el material de aquellos pedidos que tenemos en el sistema. Esto se puede hacer al mismo tiempo que se introducen en el sistema, si el material estuviera en stock. Para reservarlo, el sistema deberá presentarnos una lista que indique en qué almacén está el material en función de los tonos y calibres disponibles. El sistema debe ser capaz de listar todos los almacenes que tenga la empresa, dado que si los tenemos en diferentes ubicaciones geográficas, podría ser interesante reservarlo de un almacén que esté más cercano al punto de entrega.

El material reservado pasará a estar bloqueado y no se podrá reservar para otros pedidos, evitando problemas de que luego falte material que en un principio estaba disponible. Este bloqueo podría hacerse con un límite de tiempo, para que si pasado un tiempo largo no se ha cargado el pedido, el material quede disponible para otros (esto podría ocurrir porque el cliente quedara bloqueado, por ejemplo). Antes de poder reservar el pedido, el sistema comprobará si el cliente estuviera bloqueado, o si el pedido es de un tamaño importante, de lo que nos informaría.

A la hora de comprobar aquellos pedidos pendientes de reservar o cuya fecha de entrega esté cercana, se debería poder generar listas de pedidos sin reservar, de pedidos ordenados por fecha de servicio, etc. A partir de estas listas podremos reservar los pedidos que estén a falta de ello, y preparar las órdenes de carga para aquellos cuya fecha de entrega esté ya próxima.

Expediciones

El departamento de expediciones deberá tener información acerca de cuándo se van a tener que ir preparando las expediciones; el sistema irá generando la lista de pedidos que deben estar preparados para cada día, además de poder prever los pedidos a preparar para una determinada fecha.

Una vez tenemos pedidos ya reservados, tendremos que pasarlos a orden de carga para que se comience el proceso de expedición. El proceso de creación de la orden de carga se deberá realizar línea a línea del pedido, permitiendo así la creación de órdenes de carga que no coincidan con todas las líneas del pedido, sino con una parte de ellas (pedidos parciales). Además, se deberá incluir una opción para que una orden de carga pueda estar referida a varios pedidos, por si tenemos varios

pedidos de un mismo cliente que se pueden cargar juntos. Por si fuera necesario, también se debería poder acceder a la lista de materiales en almacén desde aquí, para cambios de última hora (siempre que el material esté disponible). Cada orden de carga representará una sola carga, dado que podemos incluir en una sola orden de carga varios pedidos. De la ubicación de esta orden de carga, se encargará el departamento de logística; nosotros sólo deberíamos decidir de qué almacén se cogerá la mercancía (y aún así, desde logística podrían reasignar el almacén, por cuestiones de eficiencia, control de picos, etc.).

A la hora de expedir el material, la información más importante es la cantidad, peso y características de la carga. El sistema deberá ser capaz de calcular el peso aproximado del pedido, a partir de datos de fábrica introducidos por el usuario, para saber cuántos vehículos de transporte, normalmente camiones, hará falta para cargarlo. Además de ello, deberá generarse un albarán y dos copias, que serán entregadas al transportista para que haya constancia del intercambio del material. El cliente confirmará la llegada del material mediante el albarán, y la empresa pasará entonces al proceso de facturación.

El material que definitivamente sale del almacén se deberá dar de baja automáticamente cuando confirmemos que el material correspondiente a la orden de carga ha sido entregado; de todas formas, habrá que mantener la información de este material en el sistema, por si hubiera devoluciones o problemas.

Gestión de Riesgos

La gestión de los riesgos se llevará a cabo desde el departamento de contabilidad, y supondrá el bloqueo o desbloqueo de clientes debido a dos razones principales:

- La aseguradora no cubre al cliente por el valor del pedido
- El cliente adeuda una determinada cantidad a la empresa

A partir de estas dos comprobaciones (aseguradora y cobro), la empresa puede decidir asumir o no el riesgo de aceptar un pedido de un cliente que la aseguradora no cubre o de un cliente moroso; esto ya es cuestión de la política de riesgos que se siga. De todas formas, para gestionar esto, el sistema podría disponer de la posibilidad de definir unos márgenes por encima de los cuáles el cliente se bloqueará automáticamente. Es decir, si el cliente sobrepasa en cierta cantidad el valor máximo que cubre la aseguradora lo bloquearemos, y si adeuda cierta cantidad, lo mismo. Así podremos definir la política de riesgos mediante estos márgenes. Por supuesto, estos márgenes serán a nivel general, pero podremos hacer excepciones con aquellos clientes que deseemos, por la razón que se considere oportuna.

El sistema irá comprobando el estado de bloqueo del cliente cada vez que cambie de estado el pedido: al introducirlo, al reservarlo y al pasar a orden de carga. Así, un pedido podrá quedar paralizado si el cliente es bloqueado antes de que sea ordenada su carga.

Facturación y cobros

La facturación se realizará habitualmente a partir del albarán una vez entregado el material. Sin embargo, se pueden dar casos en que hagamos una factura con todos los pedidos de un determinado período, o facturas de una parte de un pedido. Esto será en función de lo acordado con el cliente (ver sección *Acuerdos comerciales*).

En las facturas, el tema más importante serán los precios y la forma de pago del cliente. En cuanto a los precios, como se explicará en la sección de *Acuerdos comerciales*, se utilizará el precio acordado con el cliente en el momento de introducir el pedido o, en su defecto, el que se tuviera acordado con él.

La forma de pago será un punto importante, ya que los clientes pueden solicitar el pago en transferencias (a 60 o 90 días), pagarés, etc. Esto deberá ser algo a tener en cuenta por el sistema, que deberá contemplar todas estas formas de pago diferentes, para poder realizar un seguimiento del cobro.

Al tratarse de un sistema integrado, este seguimiento del cobro será el que luego permitirá bloquear y desbloquear clientes que adeuden cantidades importantes a la empresa, como se explica en *Gestión de riesgos*.

Gestión comercial

Acuerdos comerciales y precios

Este es un punto de mucha importancia en las empresas del sector cerámico, como lo podía ser la promoción, ya que es una forma de ganarse a los clientes. Se trata de acordar con los clientes distintas tarifas, precios y descuentos por distintos conceptos.

De entrada, se permite asignar un precio mínimo a cada artículo, de tal manera que el sistema no nos dejará fijar precios por debajo de este para el artículo en concreto. Este precio será, lógicamente, el que nos asegure un margen de beneficios determinado a partir del coste estimado de producir ese artículo.

A partir del precio mínimo podremos negociar distintas tarifas para cada cliente, en función de los parámetros que queramos. Al final tendremos una tarifa por cliente y un precio mínimo por artículo. Por supuesto, podremos asignar a un determinado grupo de clientes una tarifa creada anteriormente (por ejemplo, agrupar clientes por

proximidad geográfica y asignar una tarifa básica para todos ellos); luego, para cada cliente, se podrían realizar modificaciones. Algunos requisitos identificados para la gestión de tarifas:

Las tarifas deberán tener un período de vigencia, que se iniciará en la fecha de entrada en vigencia de la tarifa y que durará el tiempo que esté acordado. Durante su vigencia, la tarifa puede estar sometida a cambios y modificaciones, que el sistema irá registrando para tener un conocimiento de la evolución de la tarifa.

Las tarifas para clientes en el extranjero tienen el problema añadido del trato de las divisas. El tipo de cambio de la divisa se introducirá como un parámetro a la hora de crear el pedido, y ya no se deberá modificar. Así, aseguraremos que el precio será el acordado en el momento de recibir el pedido.

La gestión de tarifas debe ser flexible, en el sentido de que deberemos poder combinar descuentos con precios, y realizar cambios sobre tarifas predeterminadas, para mayor comodidad. Así, podremos copiar tarifas y modificarlas con facilidad.

Las tarifas se podrán definir de manera que se asignen precios distintos según sea la cantidad a cargar en el pedido; no es lo mismo un pedido de picking, que uno de varios palets completos. Así, podremos tener en una única tarifa ambos casos contemplados.

Por otra parte, los descuentos que podrán incluirse serán de varios tipos:

- Descuentos por cliente o grupo de clientes
- Promociones
- Descuentos por pedidos de mucha cantidad

El sistema debería poder incluir distintos descuentos y definirlos según su tipo. Para los descuentos por cliente, podremos crear descuentos que sean asignados a un cliente o grupo de clientes por las razones que sean. Si tenemos artículos en promoción y queremos incluir descuentos en ellos, podremos definir descuentos tipo que se aplicarán en los casos de promoción, y también podemos definir descuentos para pedidos cuyo tamaño sobrepase uno dado, de modo que si un cliente nos hace un pedido grande, podemos descontarle, independientemente de otros descuentos o acuerdos que tuviéramos con él.

El sistema contemplará la definición de los descuentos que queramos, para luego aplicarlos directamente, pero también se podrá asignar un descuento determinado en el momento de generar el pedido o facturarle, sea por la razón que sea. El que se puedan definir a priori es una manera de agilizar el trabajo, ya que hay descuentos que son siempre iguales, o acuerdos válidos para muchos clientes, etc.

Previsiones

Hoy en día es muy importante en cualquier empresa el saber adelantarse a las situaciones que se puedan dar, para actuar a tiempo. En el sector cerámico se hace cada vez más importante debido a la aparición de nuevas empresas cada día, lo que supone una mayor competencia, y un mayor reparto del mercado. Por tanto, se hace necesario la utilización de herramientas que permitan prever qué ocurrirá con la demanda, o cuán rentable va a ser un determinado artículo, o qué se supone que va a hacer la competencia, para ver qué deberá hacer nuestra empresa en el futuro y prepararnos para ello.

Por tanto, sería interesante que el sistema, a partir de la información de distintos departamentos (Comercial, Ventas, Producción) sea capaz de realizar previsiones de distintos tipos:

Previsiones de la demanda, para saber cómo va a variar la demanda de un modo general en el sector, y comprobar nuestros volúmenes de producción.

Previsiones de ventas, para simular qué ocurrirá con los artículos de la empresa en un determinado período de tiempo. Esto puede ser una fuente importante de información para el departamento de Producción, que deberá decidir el plan de producción a corto plazo.

Previsiones de rentabilidad de artículos y/o clientes, obteniendo información de qué artículos se espera que sean más rentables, así como qué clientes van a resultar más importantes para la empresa. Estas previsiones se pueden realizar a partir de las de ventas, y teniendo en cuenta el coste del artículo; en el caso de los clientes, se realizarán seguimientos a clientes importantes, intentando anticiparse a sus decisiones.

Las previsiones deberían ser capaces de recrear una situación real en el futuro, pudiendo obtenerse igual que se haría en realidad los datos económicos, el balance financiero, etc. Esto permitirá el estudio de la situación de la misma forma en que si fuera real.

Devoluciones

Se puede dar el caso de que un pedido sea devuelto, por distintas razones; principalmente, puede ser que el pedido haya llegado con algunas piezas rotas, que haya material equivocado (o que falte, aunque ya no sería una devolución propiamente dicha) o que el cliente no quede satisfecho con el material por alguna razón. Por tanto, el sistema deberá ser capaz de gestionar las devoluciones de material de manera eficiente, lo que supone devolver dinero al cliente si fuera necesario y reubicar el material devuelto, previa revisión del mismo.

El cliente deberá avisar de la devolución y dar un motivo al encargado de gestionar las devoluciones, que podrá ser cualquiera de los anteriores. Así, una vez comprobada la razón de la devolución y aceptada esta, se deberá poner en marcha el proceso de recogida del material devuelto (si fuera necesario), reintegración al cliente del importe pagado (si no se pudiera reemplazar el material o si así lo quisiera el cliente) y finalmente la comprobación del material y su reubicación en el almacén.

Por tanto, el sistema deberá ofrecer la posibilidad de introducir en un formulario a tal efecto la causa de la devolución, y si va a ser necesario devolver dinero al cliente. Si así fuera, el sistema se encargaría de actualizar la contabilidad, y de generar la devolución de dinero para el cliente (que deberá ser aprobada desde el departamento de contabilidad). Si fuera una devolución porque el material no satisfizo al cliente, se puede volver a enviar el material que estuviera defectuoso; esto también deberá ser una opción contemplada por el sistema, con lo que podríamos acceder al pedido del cliente y preparar una nueva orden de carga con el material que haya salido defectuoso. De todas formas, para poder hacer esto, se deberá haber comprobado que, efectivamente, el material devuelto estaba en malas condiciones; una vez comprobado, se permitirá volver a enviar el material. En el caso de que la devolución fuera simplemente por una equivocación (exceso de material, o material equivocado), se devolverá el dinero de la misma forma que antes y se tendrá que volver a ubicar en el almacén correspondiente. El ubicar el material que entra a la empresa es un problema de la gestión de los almacenes, por lo que seguiríamos el proceso habitual en este caso; la documentación necesaria para generar una entrada al almacén la generaría el sistema al gestionar la devolución.

Capítulo 8: Conclusiones

Resultados

Los principales resultados tras varios años de investigación y trabajo en el sector de los sistemas de información para la gestión de empresas, son el presente libro de investigación y la publicación de artículos de investigación y comunicaciones a congresos relacionados.

Objetivos de la investigación

El presente trabajo tiene como objetivos:

1. Realizar una revisión de la evolución de los sistemas de información en la empresa en general, y de los ERP en particular
2. Identificar y presentar las principales tendencias de futuro en la evolución de los ERP.
3. Analizar dichas tendencias, y como pueden afectar a la implantación de los sistemas, y a la gestión de empresas.
4. Identificar y analizar como el m-commerce puede influir en los sistemas de información para la gestión, y que factores hay que tener en cuenta para su utilización.
5. Presentar y analizar las principales factores diferenciales entre los ERP propietarios y los ERP de software libre, o FS_w ERP (Free Software ERP).
6. Presentar y analizar las soluciones verticales o sectoriales.
7. Presentar y analizar una problemática concreta del sector cerámico en cuanto a sistemas de información, y la necesidad de una solución vertical que soporte sus procesos de negocio característicos.
8. Diseñar una solución vertical para el área de ventas del sector cerámico.

Principales conclusiones

A continuación se presentan las principales conclusiones del trabajo, en relación con los objetivos iniciales.

En el capítulo 2 del libro se hace una revisión de la evolución de los sistema de información para la gestión de empresa, desde su aparición hasta el momento actual, y se presentan y analizan brevemente los últimos avances incorporados en los ERP, así como las principales tendencias futuras. Las principales tendencias de futuro identificadas son:

- Desarrollo de funcionalidades dentro de los ERP, o integración con sistemas especializados en:
 - SCM Supply Chain Management
 - CRM Customer Relationship Management
 - PLM Product Lifecycle Management
 - DW Data Warehouse
 - SRM Supplier Relationship Management
 - CMI Cuadro de Mandos Integral
 - KMS (Knowledge Management System)
 - BI Business Intelligence
 - POS (TPV) Point of Sale o Terminal Punto de Venta
- Desarrollo del m-commerce y funcionalidades relacionadas dentro de los ERP.
- Desarrollo de ERP's de software libre (FSw ERP)
- Hosting de ERP's
- Verticalización o desarrollo de soluciones sectoriales

En cuanto a la tendencia de desarrollo del m-commerce y funcionalidades relacionadas en los ERP, tras su análisis en el capítulo 4 del libro, se puede concluir que el m-commerce es una de las tendencias más incipientes, pero que pueden llegar a modificar en mayor medida algunos de los procesos en la empresa. Mediante este canal de comunicación, las aplicaciones de gestión de empresa, pueden encontrarse disponibles para el usuario en cualquier fecha, hora y lugar, con todo lo que ello puede suponer. Pero para que esto sea posible, es necesario que los sistemas de información se adapten a las necesidades de los dispositivos móviles, y para ello es imprescindible tener en cuenta una serie de factores, entre ellos, la interacción de dichos dispositivos con las personas.

Así, el interface de la aplicación con el usuario debe adaptarse. No es lo mismo utilizar una aplicación mediante una pantalla de PC, de 17 pulgadas, que con un teléfono móvil, en el que la pantalla es mucho menor. Sin embargo, una vez salvados este y otros pequeños escollos que existen, se puede decir que actualmente la tecnología actual ha llegado a un nivel, que permite por fin el arranque de este nuevo canal de comunicación, y todo lo que ello puede suponer.

Por tanto, las empresas deben ir preparándose para adaptarse y explotar esta nueva herramienta, y optimizar sus recursos y procesos a través de ella.

En cuanto al uso del software libre en los sistemas ERP, es importante destacar cuáles son los principales factores que diferencian los FSw ERP de los ERP propietarios. Estos principales factores diferenciales se pueden resumir en cinco, que son el coste, la adaptabilidad y capacidad de desarrollo, la dependencia del proveedor, la modularidad y la calidad. Cada uno de ellos diferencia de una u otra forma los FSw ERP de los ERP propietarios, y ello debe tenerse en cuenta en el momento de realizar la selección de uno de ellos.

En el capítulo 6 se describe lo que son las soluciones sectoriales o verticales y sus ventajas. De lo expuesto en dicho capítulo, se puede concluir que una solución vertical desarrollada para un sector concreto, incluirá todas aquellas características diferenciales que dicho sector necesita para su gestión de la información. Con ello, las empresas de ese sector que implanten la solución no necesitarán modificar el sistema para adaptarlo a sus necesidades básicas, dado que estas necesidades ya estarán incluidas en la solución vertical o sectorial, y la implantación será mucho menos costosa y con muchas más probabilidades de éxito. Con todo ello, los fabricantes de software ERP que adopten una estrategia de verticalización de su ERP, dejarán de ver el conjunto del mercado como una sola entidad, y pasan a segmentar su mercado en grupos de clientes con necesidades similares (sectores industriales), ofreciendo diversos productos que están dirigidos a requisitos más homogéneos.

Siguiendo con la verticalización de soluciones, en el libro se presenta un análisis del sector cerámico, centrándose en una problemática concreta que dicho sector presenta, como es la existencia del tono y el calibre como factor diferencial de su producto final. La existencia del tono y calibre genera una serie de requerimientos en cuanto a sistemas de información, y por ello surge la necesidad de una solución vertical que soporte sus procesos de negocio característicos. Sin embargo, actualmente no hay ninguna solución vertical de ningún fabricante de ERP que pueda dar soporte a los requerimientos que la gestión de esta característica del sector cerámico necesita.

Por ello, en el capítulo 7 del libro se presenta el diseño funcional de una solución vertical para el área de ventas del sector cerámico, que es en la que tienen mayor incidencia el tono y calibre característicos de este sector.

Es importante destacar que las reflexiones y conclusiones que se presentan en este trabajo son de interés tanto para los desarrolladores de ERP (propietarios y de

FSw), como para las PYMES. Por una parte, presentan líneas a tener en cuenta en el desarrollo futuro de los ERP's, que deben ser tenidas en cuenta por los fabricantes de estos sistemas e incluidas en sus planes estratégicos. Por otra parte, presentan una serie de características que las empresas deben tener en cuenta al seleccionar, implantar y utilizar un ERP, o un sistema de información para la gestión de empresa.

Líneas futuras de investigación

Tras este trabajo, surgen diferentes líneas de investigación futuras entre las que se pueden destacar:

- a) Identificación y análisis de los procesos concretos de la empresa en los que el m-commerce o m-business pueda utilizarse, y mejoras que puede suponer su uso.
- b) Análisis detallado de los beneficios del FSw en la gestión de empresas y sus implicaciones en el caso particular de los ERP.
- c) Estudio de las ventajas y desventajas de los FSw ERP y los ERP propietarios en diferentes casos y en base a diferentes criterios.
- d) Estudio de mercado de los FSw ERP actuales, su implantación y comparativas entre ellos, así como con los ERP propietarios más característicos.
- e) Análisis detallado de las soluciones verticales existentes en el mercado, e identificación de nichos de mercado.
- f) Diseño de herramientas optimización y de ayuda a la toma de decisiones relacionadas con la problemática del tono y el calibre en el sector cerámico.
- g) Desarrollo de un sistema de información para la gestión del área de ventas del sector cerámico, teniendo en cuenta los requerimientos específicos del sector.
- h) El Cloud Computing en los sistemas ERP.

BIBLIOGRAFÍA

- AbanQ, 2010. AbanQ, software ERP de código libre. Available at: <http://abanq.org/productos/> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Abramovich, G., 2008. Polo Ralph Lauren goes mobile - Mobile Marketer - Commerce. <http://www.mobilemarketer.com/cms/news/commerce/1545.html>.
- Aguado, A., 2008. La banda ancha móvil, un mercado masivo. *Bit*, 168, 82 - 83.
- Albors, J. & Hervas, J., 2006. La Industria cerámica europea en el siglo XXI. Retos tecnológicos y desafíos de la próxima década. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 45(1), 13 - 21.
- Albors, J., Hervas, J. & Marquez, P., 2006. Adopción contingente de tecnología de producción en el sector cerámico español. Un estudio empírico. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 45(5), 338 - 345.
- Albors, J., Márquez, P. & Segarra, M., 2009. Internet como herramienta de creación de valor en sectores maduros. El caso de los productores y distribuidores cerámicos en España. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 48(6), 279-288.
- Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A. & Zairi, M., 2003. Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. *European Journal of Operational Research*, 146(2), 352-364.
- Andonegi, J.M., Casadesús, M. & Zamanillo, I., 2005. Evolución Histórica de los Sistemas ERP: de la gestión de materiales a la empresa digital. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 12, 61-72.
- Andreu, R., Ricart, J. & Valor, J., 1991. *Estrategia y sistemas de información*, McGraw-Hill.
- ASCER, 2009a. El sector cerámico español. Available at: <http://www.spaintiles.info/Esp/sector/informacion.asp> [Accedido Febrero 10, 2010].
- ASCER, 2009b. *Informe sobre el sector cerámico español*, Available at: <http://www.spaintiles.info/Esp/sector/informacion.asp> [Accedido Febrero 10, 2010].

- Baldrich, R., Vanrell, M. & Villanueva, J., 1999. Texture and color features for tile classification. En *Polarization and Color Techniques in Industrial Inspection*. Polarization and Color Techniques in Industrial Inspection. Munich, Germany: SPIE, págs. 124-135.
- Barahona, J.G., Pascual, J.S. & Robles, G., 2003. *Introducción al software libre*, Eureka Media, Barcelona.
- Beatty, R.C. & Williams, C.D., 2006. ERP II: Best Practices for successfully implementing an ERP Upgrade. *Communications of the ACM*, 49(3), 105 - 109.
- Bennis, W.G. & Nanus, B., 2001. *Líderes: estrategias para un liderazgo eficaz*, Paidós Ibérica, 2001.
- Bond, B. et al., 2000. ERP_is_Dead--Long_Live_ERP_II. *New York: Gartner Group*. Available at: http://www.uncg.edu/bae/people/holderness/readings/ERP_is_Dead--Long_Live_ERP_II.pdf.
- Botta-Genoulaz, V., Millet, P. & Grabot, B., 2005. A survey on the recent research literature on ERP systems. *Computers in Industry*, 56(6), 510-522.
- Boukouvalas, C. et al., 1995. *Ceramic tile inspection for colour and structural defects*, University of Bristol.
- Boulanger, A., 2005. Open-source versus proprietary software: is one more reliable and secure than the other? *IBM Systems Journal*, 44(2), 239-248.
- Bruce, G., Robson, P. & Spaven, R., 2006. OSS opportunities in open source software — CRM and OSS standards. *BT Technology Journal*, 24(1), 127-140.
- Butcher, D., 2009a. Microsoft, Accenture, Avanade launch multi-channel retail initiative - Mobile Marketer - Software and technology. <http://www.mobilemarketer.com/cms/news/software-technology/2453.html>.
- Butcher, D., 2009b. Retail giants use TradeStone mobile app to communicate with suppliers - Mobile Marketer - Software and technology. <http://www.mobilemarketer.com/cms/news/software-technology/2441.html>.
- CCS Agresso, Aplicaciones de gestion de empresas | ERP para Pymes | Software de empresa. Available at: <http://www.agresso.es/soluciones-ekon/sectoriales> [Accedido Enero 26, 2010].

- Compiere, 2010. Large and Small Business Management Software Industry Solutions from Compiere. Available at: <http://www.compiere.com/industries/> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Cuenca, L. & Boza, A., 2006. Estudio comparativo de paquetes ERP. En *X Congreso de Ingeniería de Organización*. X Congreso de Ingeniería de Organización. Valencia.
- Chae, M. & Kim, J., 2004. Size and Structure Matter to Mobile Users: An Empirical Study of the Effects of Screen Size, Information Structure, and Task Complexity on User Activities with Standard Web Phones. *Behaviour & Information Technology*.
- Chen, I., 2001. Planning for ERP systems: analysis and future trend. *Business Process Management Journal*, 7, 374-386.
- Chittaro, L., 2006. Visualizing information on mobile devices. *Computer*, 39(3), 40-45.
- Damij, N. et al., 2008. A methodology for business process improvement and IS development. *Information and Software Technology*, 50(11), 1127-1141.
- Davenport, T.H., 1998. Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, 76(4), 121-131.
- Economides, N. & Katsamakas, E., 2006. Two-Sided Competition of Proprietary vs. Open Source Technology Platforms and the Implications for the Software Industry. *Management Science*, 52(7), 1057-1071.
- Ehie, I.C. & Madsen, M., 2005. Identifying critical issues in enterprise resource planning (ERP) implementation. *Computers in Industry*, 56(6), 545-557.
- ERP5, 2010. ERP5 Community Wiki - Industrial Grade Open Source / Libre Software ERP/CRM Solution. Available at: <http://www.erp5.org/Documentation> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Esteves, J. & Pastor, J., 1999. An ERP lifecycle-based research agenda. En *1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS*. 1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS. Venecia, págs. 359 - 371.
- Expandit Spain, 2009. Expandit Spain. <http://www.expandit.es/>.

- Ferran, C. & Salim, R., 2008. *Enterprise Resource Planning for Global Economies: Managerial Issues and Challenges* NetLibrary, Inc Premier Reference Source, Idea Group Inc (IGI), 2008.
- Fink, L. & Markovich, S., 2008. Generic verticalization strategies in enterprise system markets: An exploratory framework. *Journal of Information Technology*, 23, 281-296.
- Fui-Hoon Nah, F., 2004. A study on tolerable waiting time: how long are Web users willing to wait? : HCI studies in management information systems. *Behaviour & Information Technology*, 23(3), 153 - 163.
- García Cruz, R. & Ramírez Correa, P., 2005. Investigación empírica sobre los factores que afectan el éxito de los sistemas ERP en Chile. *Ingeniería informática*, (11). Available at: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1147415> [Accedido Octubre 14, 2009].
- Gartner, 2002. ERP II Vertical Segmentation – Discrete manufacturers beware. *Gartner Inc*.
- Gattiker, T.F. & Goodhue, D.L., 2004. Understanding the local-level costs and benefits of ERP through organizational information processing theory. *Information & Management*, 41(4), 431-443.
- Gil, I., 1996. *Sistemas y tecnologías de la información para la gestión*, McGraw-Hill/Interamericana de Espana, S.A.
- GNU Enterprise ERP, 2010. GNU Enterprise. Available at: <http://www.gnuenterprise.org/> [Accedido Marzo 1, 2010].
- GNU Project, GNU Operating System. Available at: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> [Accedido Septiembre 28, 2009].
- Grossman, T. & Walsh, J., 2004. Avoiding the Pitfalls of Erp System Implementation. *Information Systems Management*, 21(2), 38.
- Gunasekaran, A., 2009. *Global Implications of Modern Enterprise Information Systems Technologies and Applications*, Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Hall, R. & Hanna, P., 2004. The impact of web page text-background colour

- combinations on readability, retention, aesthetics and behavioural intention. *Behaviour & Information Technology*, 23(3), 183 - 195.
- Hars, A. & Ou, S., 2002. Working for Free? Motivations for Participating in Open-Source Projects. *Int. J. Electron. Commerce*, 6(3), 25-39.
- Helo, P., Anussornnitisarn, P. & Phusavat, K., 2008. Expectation and reality in ERP implementation: Consultant and solution provider perspective. *Industrial Management and Data Systems*, 108(8), 1045-1059.
- Heredia, J. & Gras, M., 2009. Análisis y modelado de la transmisión de variabilidad dimensional en un proceso de producción de baldosas cerámicas. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 48(6), 289-296.
- Holland, C.P. & Light, B., 1999. A Critical Success Factors Model For ERP Implementation. *IEEE Softw.*, 16(3), 30-36.
- Hong, K. & Kim, Y., 2002. The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective. *Information & Management*, 40(1), 25-40.
- Infor Industrias, 2010. Infor Industrias. Available at: <http://www.infor.es/industrias/> [Accedido Enero 26, 2010].
- Johansson, B. & Sudzina, F., 2008. ERP systems and open source: an initial review and some implications for SMEs. *Journal of Enterprise Information Management*, 21, 649-658.
- Kohavi, R., Rothleder, N.J. & Simoudis, E., 2002. Emerging trends in business analytics. *Commun. ACM*, 45(8), 45-48.
- Kukkonen, S., Kalviainen, H. & Parkkinen, J., 2001. Color features for quality control in ceramic tile industry. *Optical Engineering*, 40(2), 170-177.
- Kumar, K. & Hillegersberg, J.V., 2000. Enterprise resource planning: introduction. *Commun. ACM*, 43(4), 22-26.
- Laudon, K. & Laudon, J., 2001. Essentials of management information systems: organization and technology in the networked enterprise. En Prentice Hall. Available at: http://scholar.google.es/scholar?cites=15125984877517147650&hl=es&as_sdt=2000 [Accedido Enero 11, 2010].
- Laudon, K. & Laudon, J., 2004. *Sistemas de información gerencial: administración de la empresa digital* 8º ed., México: Pearson Educacion.

- Lee, J., Siau, K. & Hong, S., 2003. Enterprise Integration with ERP and EAI. *Communications of the ACM*, 46(2), 54 - 60.
- Lee, Z. & Lee, J., 2000. An ERP implementation case study from a knowledge transfer perspective. *Journal of Information Technology*, 15(4), 281-288.
- MacCormack, A., Rusnak, J. & Baldwin, C.Y., 2006. Exploring the Structure of Complex Software Designs: An Empirical Study of Open Source and Proprietary Code. *Management Science*, 52(7), 1015-1030.
- Markus, M. et al., 2000. Learning from adopters experiences with ERP: problems encountered and success achieved. *Journal of Information Technology*, 15(4), 245-265.
- McGaughey, R.E. & Gunasekaran, A., 2009. *Selected Readings on Strategic Information Systems. Chapter XXIII Enterprise Resource Planning (ERP): Past, Present and Future*, Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Microsoft Corporation, 2009. Microsoft Dynamics: soluciones de software para contabilidad y finanzas, administración de empresas (ERP, administración de recursos empresariales). <http://www.microsoft.com/spain/dynamics/default.mspx>.
- Microsoft Dynamics, 2010. Soluciones sectoriales de Microsoft Dynamics. Available at: <http://www.microsoft.com/spain/dynamics/industria/default.mspx> [Accedido Enero 26, 2010].
- Møller, C., 2005. ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems? *Journal of Enterprise Information Management*, 18(4), 483-497.
- Motwani, J., Subramanian, R. & Gopalakrishna, P., 2005. Critical factors for successful ERP implementation: Exploratory findings from four case studies. *Computers in Industry*, 56(6), 529-544.
- Moya, H., 2009. Código QR. *Bit*, 172, 47 - 49.
- Muñoz, J. et al., 2004. Implantación de los Sistemas ERP (Planeamiento De Los Recursos Empresariales) en las PYMES textiles españolas. La fase crítica del proyecto. En *2º Congreso SOCOTE. Soporte del Conocimiento con la Tecnología*. 2º Congreso SOCOTE. Soporte del Conocimiento con la Tecnología. Santander, págs. 151 - 173.

- Nah, F., Lau, J. & Kuang, J., 2001. Critical factors for successful implementation of enterprise systems. *Business Process Management Journal*, 7(3), 285-296.
- OFBiz ERP, 2010. OFBiz, The Apache Open For Business Project - Open Source E-Business / E-Commerce, ERP, CRM, POS. Available at: <http://ofbiz.apache.org/> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Olson, G. & Olson, J., 2003. Human-Computer Interaction: Psychological Aspects of the Human Use of Computing. *Annual Review of Psychology*, 54, 491 - 516.
- Open ERP, 2010. Open ERP. Available at: <http://www.openerp.com/> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Openbravo, 2010. Openbravo ERP, el enterprise resource planning (ERP) líder profesional, web nativo y en software libre. Available at: <http://www.openbravo.com/es/product/erp/> [Accedido Enero 26, 2010].
- Opentaps, 2010. opentaps Open Source ERP + CRM - Home. Available at: <http://www.opentaps.org/> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Pibernik, R., 2006. Managing stock-outs effectively with order fulfilment systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(6), 721 - 736.
- Quiescenti, M. et al., 2006. Business process-oriented design of Enterprise Resource Planning (ERP) systems for small and medium enterprises. *International Journal of Production Research*, 44, 3797 - 3811.
- Ramirez Correa, P. & Garcia Cruz, R., 2005. Meta- análisis sobre la implantación de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 2(3), 245 - 273.
- Raymond, E.S., 2001. *The cathedral and the bazaar: musings on Linux and open source by an accidental revolutionary*, O'Reilly & Associates, Inc. Available at: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=365399> [Accedido Septiembre 28, 2009].
- Robey, D., Ross, J.W. & Boudreau, M., 2002. Learning to Implement Enterprise Systems: An Exploratory Study of the Dialectics of Change. *J. Manage. Inf. Syst.*, 19(1), 17-46.
- Ruiz, R. & Maroto, C., 2006. A genetic algorithm for hybrid flowshops with

- sequence dependent setup times and machine eligibility. *European Journal of Operational Research*, 169(3), 781-800.
- SAP España, 2010. SAP España - Soluciones Sectoriales SAP | Software Industrial y Comercial de España. Available at: <http://www1.sap.com/spain/industries/index.epx> [Accedido Enero 26, 2010].
- Serrano, N. & Sarriei, J., 2006. Open source software ERPs: a new alternative for an old need. *Software, IEEE*, 23(3), 94-97.
- Shanks, G. & Seddon, P., 2000. Enterprise resource planning (ERP) systems. *Journal of Information Technology*, 15(4), 243-244.
- Shehab, E. et al., 2004. Enterprise resource planning: An integrative review. *Business Process Management Journal*, 10, 359-386.
- Skok, W. & Legge, M., 2001. Evaluating enterprise resource planning (ERP) systems using an interpretive approach. En *Proceedings of the 2001 ACM SIGCPR conference on Computer personnel research*. Special Interest Group on Computer Personnel Research Annual Conference. San Diego, California, United States: ACM, págs. 189-197. Available at: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=371209.371234> [Accedido Enero 25, 2010].
- Smets-Solanes, J. & Carvalho, R.A.D., 2003. ERP5: A Next-Generation, Open-Source ERP Architecture. *IT Professional*, 5(4), 38-44.
- Soh, C., Kien, S.S. & Tay-Yap, J., 2000. Enterprise resource planning: cultural fits and misfits: is ERP a universal solution? *Communications of the ACM*, 43(4), 47-51.
- Somers, T.M. & Nelson, K.G., 2004. A taxonomy of players and activities across the ERP project life cycle. *Information & Management*, 41(3), 257-278.
- SQL-Ledger ERP, 2010. SQL-Ledger ERP. Available at: <http://www.sql-ledger.org/cgi-bin/nav.pl?page=misc/development.html&title=Developments> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Stallman, R.M., 2002. *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*, Gnu Press. Available at: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=579318> [Accedido Septiembre 28, 2009].

- Tortajada, I. et al., 2006. Análisis del proceso de clasificación cerámica. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 45(1), 22 - 27.
- Umble, E.J., Haft, R.R. & Umble, M.M., 2003. Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operational Research*, 146(2), 241-257.
- Value ERP, 2010. Value ERP. Available at: <http://www.valueerp.com/login.php#> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Vallada, E. et al., 2005. Análisis de la programación de la producción en el sector cerámico español. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 44(1), 39 - 44.
- Vallada, E. et al., 2003. Problemas de programación de la producción en el sector cerámico español. En *27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*. 27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa. Lleida - España, págs. 638-676.
- webERP, 2010. webERP. Available at: <http://www.weberp.org/HomePage> [Accedido Marzo 1, 2010].
- Weston Jr., F.C., 2003. ERP II: The extended enterprise system. *Business Horizons*, 46(6), 49-55.



Sistemas Integrados de Gestión Empresarial. Evolución histórica y tendencias de futuro

Raúl Oltra Badenes

Los sistemas de información para la gestión de empresas han sido, y son, un factor clave en el desarrollo empresarial. En su continua evolución, han pasado de ser una mera herramienta de trabajo, a ser un elemento competitivo y estratégico, llegando incluso a generar nuevos modelos de negocio basados en su desarrollo.

Estos sistemas se han visto obligados a evolucionar drásticamente para adaptarse a los diferentes, rápidos e importantes avances, tanto tecnológicos, como en cuanto a políticas y filosofías de gestión en la empresa, que se han sucedido en el mundo empresarial en los últimos años. Actualmente, los sistemas de información para la gestión de empresa están en continuo proceso de mejora, dedicando las empresas que desarrollan estos sistemas, gran parte de sus recursos a la investigación, desarrollo e innovación.

Por ello, es importante estudiar cómo pueden evolucionar estos sistemas en un futuro cercano, como van a integrar los cambios tecnológicos que se están dando y se prevé que se van a dar en cuanto a las tecnologías de información y comunicaciones, y como todo ello puede afectar a las empresas que utilizan o puedan utilizar estos sistemas.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

EDITORIAL